

**EVALUACION AGRONOMICA DE 82 LINEAS DE FRIJOL VOLUBLE PARA
ZONAS BAJAS EN UNA REGION DE CLIMA MEDIO DE NARIÑO**

EDUARDO LOPEZ SAPUYES
OSCAR PEREZ GUERRERO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PASTO-COLOMBIA
2006

**EVALUACION AGRONOMICA DE 82 LINEAS DE FRIJOL VOLUBLE PARA
ZONAS BAJAS EN UNA REGION DE CLIMA MEDIO DE NARIÑO**

EDUARDO LOPEZ SAPUYES
OSCAR PEREZ GUERRERO

Trabajo de grado para optar el titulo de
INGENIERO AGRÓNOMO

Presidente de Tesis
OSCAR CHECA CORAL I.A., Ph.D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PASTO-COLOMBIA
2006

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.”

NOTA DE ACEPTACIÓN

NESTOR ANGULO RAMOS
JURADO

JESÚS CASTILLO FRANCO
JURADO

ANTONIO BOLAÑOS ALOMIA
JURADO

San Juan de Pasto, Mayo de 2006

DEDICADO A

A Dios por ser mi guía, por ayudarme a salir adelante en mis actividades y por los que representa en mi vida.

A mis padres Isaac Pérez, María Guerrero por su incondicional apoyo sacrificio y ejemplo de trabajo.

A mis hermanas Lidia, Nancy, Yuly por sus consejos y enseñanzas.

A mis Amigos, profesores y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de esta investigación.

OSCAR PEREZ GUERRERO

DEDICADO A

A Dios por darme la oportunidad de salir adelante en mis actividades y lo que representa en mi vida.

A mi madre Lidia Sapuyes por ser ejemplo de fuerza y trabajo.

A mis hermanos Nelly, Rodrigo, Liliana y Milton, por su ayuda y motivación personal.

Humberto Sapuyes.

A mis amigos y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

EDUARDO LOPEZ SAPUYES

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Oscar Checa Coral. Ingeniero agrónomo Ph.D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Néstor Angulo Ramos. . Ingeniero Agrónomo M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Carlos Arturo Betancourt García. Ingeniero Agrónomo M. Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Benjamín Sañudo Sotelo. Ingeniero agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Jesús Castillo Franco. Ingeniero Agrónomo Ph.D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Antonio Bolaños Alomía. Ingeniero agrónomo M.Sc. CORPOICA.

Jesús Revelo Bolaños. Ingeniero Agrónomo.

Edison Gaviria Bolaños. Ingeniero Agrónomo

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	pág.
0. INTRODUCCIÓN	19
1. MARCO TEÓRICO	21
1.1 IMPORTANCIA DEL FRÍJOL VOLUBLE	21
1.2 VARIEDADES	22
1.3 HÁBITO DE CRECIMIENTO	23
1.4 RELACIÓN HÁBITO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO	24
1.5 MADUREZ Y PRECOCIDAD	25
1.6 COMPONENTES DE CAPACIDAD TREPADORA	26
1.7 SUELOS	26
1.8 ÉPOCA DE SIEMBRA	27
1.9 SISTEMAS DE SIEMBRA	27
1.9.3 MONOCULTIVO CON TUTORES DE MADERA	27
1.9.4 SISTEMA DE ENMALLADO	28
1.10 LABORES DEL CULTIVO	28
1.10.1 PREPARACIÓN DE SUELOS	28
1.10.2 FERTILIZACIÓN	29
1.10.3 CONTROL DE MALEZAS	29
1.10.4 CONTROL DE PLAGAS	29
1.10.5 CONTROL DE ENFERMEDADES	30
1.10.6 COSECHA Y BENEFICIO	31
1.11 COMPONENTES DE RENDIMIENTO	31
2. DISEÑO METODOLOGICO	34
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	34
2.2 MATERIAL DE EVALUACIÓN	34
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	35
2.4 ÁREA EXPERIMENTAL	35
2.4.1 ENSAYO VIVERO VOLUBLES ANDINOS DE GRANO ROJO	35
2.4.2 ENSAYO VIVERO VOLUBLES ANDINOS DE GRANO CREMA MOTEADO	35
2.4.3 ENSAYO VIVERO VOLUBLES ANDINOS DE GRANO ROJO MOTEADO	35
2.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	35
2.6 TUTORADO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. 35
2.7 LABORES DEL CULTIVO	36
2.7.1 SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN	36
2.7.2 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	36

2.8	EVALUACIONES	37
2.8.1	PERIODO REPRODUCTIVO	37
2.8.2	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	37
2.9	COMPONENTES DE RENDIMIENTO	39
2.9.1	LARGO DE VAINAS.	39
2.9.2	NUMERO DE VAINAS POR RACIMO	39
2.9.3	NÚMERO DE GRANOS POR VAINA (NGRAV)	39
2.9.4	PESO DE 100 SEMILLAS (P100S)	39
2.9.5	RENDIMIENTO	39
2.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
3.	RESULTADOS Y DISCUSION	41
3.1	EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE FRIJOL VOLUBLE DE GRANO ROJO (VIVA R)	41
3.1.1	PERIODO REPRODUCTIVO	41
3.1.2	COMPONENTES DE CAPACIDAD TREPADORA	43
3.1.3	COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	47
3.1.4	CORRELACIONES ENTRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	52
3.2	EVALUACION DE GENOTIPOS DE FRÍJOL VOLUBLE DE GRANO CREMA MOTEADO (VIVA CM).	54
3.2.1	PERIODO REPRODUCTIVO.	54
3.2.2	COMPONENTES DE CAPACIDAD TREPADORA.	57
3.2.3	COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	61
3.3	EVALUACION DE GENOTIPOS DE COLOR ROJO MOTEADO.	68
3.3.1	PERIODO REPRODUCTIVO.	68
3.3.2	COMPONENTES DE CAPACIDAD TREPADORA.	70
3.3.3	COMPONENTES DE RENDIMIENTO.	74
3.4	SELECCIÓN DE GENOTIPOS.	79
4	CONCLUSIONES	80
	BIBLIOGRAFÍA	83
	ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Componentes de crecimiento vegetativo para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo.	42
Tabla 2. Componentes de capacidad trepadora para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo.	45
Tabla 3. Componentes de rendimiento para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo.	49
Tabla 4. Análisis de correlación rendimiento vs componentes de rendimiento para 20 materiales de frijol voluble de color rojo.	53
Tabla 5. Componentes de crecimiento vegetativo para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.	55
Tabla 6. Componentes de capacidad trepadora para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.	59
Tabla 7. Componentes de rendimiento para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.	63
Tabla 8. Análisis de correlación rendimiento vs. componentes de rendimiento para 35 materiales de frijol voluble de color crema moteado.	67
Tabla 9. Componentes de crecimiento vegetativo para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.	69
Tabla 10. Componentes de capacidad trepadora para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.	71
Tabla 11. Componentes de rendimiento para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.	75
Tabla 12. Análisis de correlación rendimiento vs componentes de rendimiento para 27 materiales de frijol voluble de color rojo moteado.	78

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Escala de capacidad trepadora para frijol voluble	38

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Análisis de varianza para las variables periodo reproductivo para 20 líneas de frijol voluble de color rojo	88
Anexo B. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora de 20 líneas de frijol voluble de color rojo	89
Anexo C. Análisis de varianza para las variables de producción para 20 líneas de frijol voluble de color rojo	90
Anexo D. Análisis de varianza para las variables de periodo reproductivo para 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado	91
Anexo E. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora para 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado	92
Anexo F. Análisis de varianza para las variables de producción de 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado	93
Anexo G. Análisis de varianza para las variables de periodo reproductivo de 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado	94
Anexo H. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora para 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado	95
Anexo I. Análisis de varianza para las variables de producción de 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado	96

GLOSARIO

GENOTIPO: combinación determinada de genes, cada uno de ellos con su capacidad mayor o menor de expresión, según su condición hereditaria.

GUÍA: la parte del tallo y /o ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo.

LÍNEA: material vegetal sobresaliente de un proceso de mejoramiento.

MONOCULTIVO: explotación agrícola en la que sólo se cultiva una sola especie.

SELECCIÓN: método de mejoramiento por el cual, se escogen los mejores individuos de una población por sus características favorables.

VARIEDAD: taxonomicamente es una subdivisión de una especie, ya sea formada en los procesos evolutivos por la selección natural, o por fitomejoramiento genético.

VOLUBLE: variedad de frijol que tiene un crecimiento indeterminado y que necesita un tutor para su normal desarrollo.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de marzo y agosto de 2003, con el objeto de evaluar 82 líneas de frijol voluble, cedidas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), bajo las condiciones de la vereda Cajabamba municipio de Consacá a una altura de 1700 msnm, temperatura promedio anual de 18°C precipitación promedio de 1 250 mm/año y una humedad relativa del 70%.

Se realizaron tres ensayos utilizando líneas de color rojo, crema moteado y rojo moteado.

Líneas de color rojo; MAC17, MAC23, MAC24, MAC27, MAC46, G20783, G20819, G685, G2333, G10909, G20758, G31458, G20813, S31467, G20881, G20904, G20964, G20849, G15047 y G7309, para un total de 20 accesiones.

Crema moteado: G20767, G20740, MAC1, MAC2, MAC3, MAC6, MAC7, MAC8, MAC11, MAC12, MAC15, MAC16, MAC22, MAC25, MAC26, MAC28, MAC29, MAC30, MAC31, MAC32, MAC33, MAC38, MAC39, MAC41, MAC42, MAC50, MAC51, MAC52, MAC53, MAC54, MAC55, G15438, G22036, MAC48, y MAC19, para un total de 35 materiales.

Materiales de color rojo moteado: MAC4, MAC5, MAC9, MAC10, MAC13, MAC14, MAC20, MAC34, MAC35, MAC36, MAC37, MAC40, MAC44, MAC45, MAC49, G12169, MAC21, G20817, G50335, CARO.V4, CARO.V8, CARO.V11, CARO.V12, CARO.V14, MAC43, MAC47, y MAC18, para un total de 27 materiales.

Como testigos se utilizaron Bolón Rojo, Cargamanto Antioqueño y Cargamanto Rojo respectivamente para cada ensayo. El experimento se trabajó bajo un diseño de bloques al azar y tres repeticiones para cada ensayo.

Todas las líneas de grano rojo evaluadas fueron más precoces que el testigo Bolón Rojo con diferencias superiores a 35 días a madurez de cosecha. Seis líneas de color crema moteado fueron más precoces que el testigo Cargamanto antioqueño con diferencias mayores a 21 días. En los tres viveros evaluados no hubo diferencias significativas en las variables de capacidad trepadora, largo de entrenudos, altura de planta y largo de las vainas entre los genotipos evaluados y los testigos comerciales.

En el vivero de grano rojo se selecciono el genotipo G50330 por el número de granos por vaina (8.3) y el rendimiento (2050.73 kg/ha), MAC27 por el peso de 100 semillas (76.9), MAC23 por el número de vainas por racimo (3.98) y G685 por el

número de granos por vaina (8.47). En el vivero de grano crema moteado las líneas G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6 y G20765 fueron seleccionados por su precocidad mayor de 21 días respecto al testigo. En el vivero de grano rojo moteado se seleccionaron los genotipos MAC43 y MAC34 por el número de vainas en racimo (3.4 y 3.0).

Las correlaciones lineales para las variables evaluadas en los tres viveros, presentaron coeficientes significativos (promedio 4.71) con valores positivos y negativos que sugirieron la existencia de compensaciones entre los componentes de rendimiento.

ABSTRACT

The present work was carried out between the months of March and August of 2003, in order to evaluating 82 lines of inconstant fríjol, given by the International Center of Tropical Agriculture (CIAT), under the conditions of the sidewalk Cajabamba municipality of Consacá to a height of 1700 msnm, temperature averages yearly of 18° C precipitation it averages of 1250 mm/año and a relative humidity of 70%.

They were carried out three rehearsals using lines of red color, it cremates mottled and red spotted.

Lines of red color; MAC17, MAC23, MAC24, MAC27, MAC46, G20783, G20819, G685, G2333, G10909, G20758, G31458, G20813, S31467, G20881, G20904, G20964, G20849, G15047 and G7309, for a total of 20 agreements.

It cremates mottled: G 20767, G 20740, MAC1, MAC2, MAC3, MAC6, MAC7, MAC8, MAC11, MAC12, MAC15, MAC16, MAC22, MAC25, MAC26, MAC28, MAC29, MAC30, MAC31, MAC32, MAC33, MAC38, MAC39, MAC41, MAC42, MAC50, MAC51, MAC52, MAC53, MAC54, MAC55, G15438, G22036, MAC48, and MAC19, for a total of 35 materials.

Materials of spotted red color: MAC4, MAC5, MAC9, MAC10, MAC13, MAC14, MAC20, MAC34, MAC35, MAC36, MAC37, MAC40, MAC44, MAC45, MAC49, G12169, MAC21, G20817, G50335, CARO.V4, CARO.V8, CARO.V11, CARO.V12, CARO.V14, MAC43, MAC47, and MAC18, for a total of 27 materials.

As witness red Bolón, Cargamanto antioqueño and Red Cargamanto were used respectively for each rehearsal. The experiment one worked at random under a design of blocks and three repetitions for each rehearsal.

All the evaluated lines of red grain were more precocious than the witness with differences superiors to 35 days to crop maturity. Six lines of mottled cream color were more precocious than the witness cargamanto antioqueño with more differences to 21 days. In the three evaluated viveros there were not significant differences in the variables of capacity climber, long of entrenudos, plant height and I release of sheaths between the evaluated genotipos and the commercial witness.

In the vivero of red grain you selects the genotipo G50330 for the number of grains for sheath (8.3) and the yield (2050.73 kg/ha), MAC27 for the weight de100 seeds (76.9), MAC23 for the number of sheaths for cluster (3.98) and G685 for the number of grains for sheath (8.47). In the grain vivero it cremates mottled the lines G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6 and G20765 were selected by their precocity bigger than 21 days regarding the witness. In the vivero of spotted red grain the genotipos MAC43 and MAC34 was selected by the number of sheaths in cluster (3.4 and 3.0).

The lineal correlations for the variables evaluated in the three viveros, presented significant coefficients (average 4.71) with positive and negative values that you/they suggested the existence of compensations among the yield components.

0. INTRODUCCIÓN

En el departamento de Nariño, la zona de clima medio, se encuentra ubicada entre 1.600 a 1.800 msnm, ocupa un área amplia que incluye aproximadamente 30 municipios, con una actividad agrícola restringida a los cultivos de café y plátano, cuya rentabilidad es cada vez mas baja a causa de la inestabilidad de los mercados regionales, departamentales y nacionales.

El cultivo de frijol en Colombia y en especial en Nariño se desarrolla en una agricultura tradicional tipo minifundista, donde prevalecen las variedades regionales o criollas. El uso de variedades mejoradas, al igual que el de semilla certificada es muy bajo¹.

En Nariño el cultivo de frijol voluble para la zona de clima frío viene generalizándose bajo el sistema de monocultivo, con el empleo de variedades como Bolon rojo, Cargamanto rojo y Cargamanto Antioqueño, con precios estables en el mercado, pero con rendimientos bajos a causa de problemas fitosanitarios, climáticos y a la baja oferta de variedades mejoradas. Para las regiones de clima medio es preciso obtener mayor variabilidad genética de frijol voluble, con el fin de ofrecer al agricultor mejores opciones tecnológicas y económicas.

Actualmente hay interés por los agricultores, gremios y entidades de investigación como la Universidad de Nariño y el CIAT por conseguir genotipos de frijol voluble adaptados a regiones de clima medio, con los cuales se logren aprovechar características favorables de calidad de grano y rendimiento, buscando ofrecer una nueva alternativa para las zonas frijoleras bajas.

El proyecto de frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ha generado tres viveros de frijol voluble, compuestos por 82 materiales, para su evaluación en una zona baja en una región de clima medio de Nariño, los cuales han sido cedidos a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Los genotipos estudiados provienen de dos diferentes fuentes. Una parte corresponde a líneas desarrolladas por CIAT que presentan amplia adaptación en altura media entre los 1000 a 1800 msnm. La segunda parte esta compuesta por

¹ RIOS, M y QUIROZ, J. El frijol su cultivo, beneficios y variedades. Medellín, Colombia : FENALCE, 2002. p. 80.

germoplasma de frijol voluble de diferentes países que ha sido evaluado y multiplicado en CIAT.

Con el fin de contribuir en la obtención de genotipos mejorados de frijol voluble para clima medio en Nariño, se ha realizado el presente estudio en el municipio de Consacá, planteándose los siguientes objetivos.

1. Evaluar el comportamiento agronómico de 82 líneas de frijol voluble, procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical, en una región del municipio de Consacá, en monocultivo bajo el sistema de enmallado.
2. Seleccionar por precocidad y componentes de rendimiento líneas sobresalientes para futuros trabajos de evaluación de adaptabilidad en diferentes ambientes de clima medio en Nariño.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 IMPORTANCIA DEL FRÍJOL VOLUBLE

En general se acepta que todas las especies del género *Phaseolus* se originaron en América tropical (México, Guatemala y Perú). México ha sido aceptado como el más probable centro de origen o al menos, como el centro de diversificación primaria².

Según el CIAT³, el cultivo de frijol es considerado uno de los hallazgos arqueológicos más antiguos en su posible centro de origen y en Sur América indican que era conocido por lo menos 5.000 años antes de la era cristiana.

En Colombia, Ecuador y Perú contrario a lo observado en América Central, Venezuela y Brasil, los frijoles de mayor demanda entre agricultores y consumidores, son los de grano grande, muy comunes en los genotipos trepadores. En Colombia hay gran diversidad de variedades de frijol volubles, sin embargo la preferencia de los agricultores y consumidores se inclina hacia los colores rojos como el Bolon rojo producido en el centro y sur del país, como también los granos crema con estrías moradas o rojas oscura tipo Cargamanto producidas en Antioquia y los rojos oscuros con estrías crema como el Mortiño producidas en Nariño⁴.

En México en los valles altos y las costas templadas, existe limitada producción de frijol voluble, donde se siembra frijoles de tamaño mediano a grande y colores preferidos como los amarillos a cremas en tonos jaspeados con tonalidades café oscuro⁵.

El tipo de frijol varía de acuerdo a la región en unas regiones prevalece el tipo voluble o de enredadera, de crecimiento indeterminado y en otras el arbustivo. Los sistemas de siembra cambian, mientras que en Nariño y Boyacá son comunes

² CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Resúmenes analíticos sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Cali, Colombia : CIAT, 1990. p.69.

³ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Frijol Investigación y producción. Cali, Colombia : CIAT, 1985. p.215.

⁴ SAÑUDO, Benjamín; CHECA, Oscar y ARTEAGA, German. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto, Colombia : Produmedios, 1999. p.45.

⁵ VOYSEST, O. Mejoramiento genético del frijol *Phaseolus vulgaris* L. Legado de variedades de América Latina. Cali, Colombia : CIAT, 2000. p.1945.

asociaciones de maíz con fríjol, en Antioquia predomina el monocultivo. En clima medio y cálido moderado se dan diferentes sistemas de asociación. El rendimiento se debe a muchos factores como; variedad, medio ambiente, temperatura, luminosidad, agua, suelo, etc.⁶.

1.2 VARIEDADES

El cultivo de fríjol en Colombia se desarrolla en un alto porcentaje en agricultura tradicional tipo minifundista, donde prevalecen las variedades criollas, y el uso de variedades mejoradas al igual que el de semilla certificada es muy bajo. Entre los limitantes que afectan la producción del fríjol voluble están la baja fertilidad de los suelos, enfermedades, utilización de semilla de mala calidad, tipo de sistema de cultivo y factores ambientales⁶.

Entre las variedades que más cultiva el agricultor Nariñense están; Bolón blanco (grano grande, ovalado y blanco), ICA Rumichaca (grano mediano rojo con pintas cremas), Vaca (grano grande arriñonado, blanco con pintas negras), Sangretoro (grano grande rojo con pintas crema), Bolón rojo (grano grande redondo y rojo), Cargamanto rojo (grano grande, ovalado, rojo oscuro con pintas cremas), Rosado sabanero (grano grande Rosado con pintas rojas), Mortiño (grano grande redondo, morado parduzco con pintas cremas),y Montenegro (grano grande redondo, morado con pintas crema)⁷.

La mayoría de los frijoles trepadores actualmente disponibles vienen de áreas altas de América central y sur, y no crecen bien en climas mas cálidos. Existe una necesidad urgente para que las variedades de fríjol trepador se adapten a climas comprendidos entre 800 y 1800 msnm y resistentes y tolerantes a enfermedades, actualmente existen muy pocas variedades de fríjol voluble con tipo de semillas rojo moteadas o semillas rojas tipo riñón, por lo tanto hay una necesidad para los agricultores que es desarrollar variedades de fríjol voluble, que produzcan grano con color y tamaño adecuado⁸.

⁶ RIOS, Op. Cit., p. 98.

⁷ SAÑUDO, Op. Cit., p. 42.

⁸ BLAIR, M. Y CHECA, O. Development of mid – elevation, comercial – type : Andean climbing beans. En : Annual Report 2000 : CIAT 2001. IP – 1, (2001), p. 74.

1.3 HÁBITO DE CRECIMIENTO

De acuerdo con CIAT⁹ este concepto es el resultado de la interacción de características como: Número de nudos, tipo de ramificación y aptitud para trepar, características que están determinadas por el genotipo y factores ambientales, por eso el tipo de hábito puede no ser constante.

Los hábitos de crecimiento se pueden agrupar en cuatro tipos principales.

Tipo I. Arbustivo determinado. El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, cuando está formada en su totalidad el crecimiento se detiene, la altura de las plantas oscila entre 20 cm a 25 cm.

Tipo II. Arbustivo indeterminado. Tallo erecto sin aptitud para trepar, la planta continua creciendo durante la floración. La mayoría de las vainas se desarrollan sobre el tallo principal.

Tipo III. Postrado indeterminado. El frijol es de tipo trepador, generalmente se asocia con maíz de porte bajo o en monocultivo con tutores de madera o enmallado. El tallo y las ramas pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal, los entrenudos de estas son particularmente largos en relación con la parte inferior. Sin embargo su capacidad trepadora es muy limitada.

Tipo IV a. Presenta capacidad moderada para trepar y porta una carga de vainas en forma uniforme a lo largo de la planta, tiende a una maduración uniforme de las vainas y son más precoces que los IVb.

Tipo IV b. Manifiesta una fuerte tendencia a trepar y emite la mayor parte de sus vainas en los nudos superiores de la planta, la maduración de las vainas no es uniforme.

Según Singh¹⁰ la expresión del hábito del crecimiento en frijoles depende de tres caracteres simples:

1) Yema terminal reproductiva para hábito determinado o vegetativa para hábito indeterminado.

2) Longitud de entrenudos en el tallo principal.

3) Habilidad o no para trepar por un tutor.

⁹ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Op. cit., p. 321.

¹⁰ SINGH, A key for identification of different growth habits of Phaseolus vulgaris L. Annu. Prt. Bean Improv. Copo, 1982. p. 25.

Las condiciones ambientales tienen gran influencia en la expresión del hábito de crecimiento, por eso el tipo considerado puede no ser constante. Por ejemplo algunas variedades con hábito tipo III, bajo condiciones ambientales de CIAT, pueden tener comportamientos semejantes a los tipo II y IV en otros ambientes¹¹.

1.4 RELACIÓN HÁBITO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

Una observación de estudios previos, ha sido notar una relación entre hábito de crecimiento y rendimiento que se han visto en varios tipos de líneas, líneas con hábito de crecimiento indeterminado tuvieron rendimiento significativamente mayor que líneas de hábito determinado¹².

Resultados de investigaciones indican que el hábito indeterminado permite una mejor expresión del potencial de rendimiento que el hábito determinado. Mayores modificaciones en el hábito de crecimiento aún cuando garanticen un incremento en los rendimientos, pueden no ser fácilmente aceptados por los agricultores debido a que incrementan los costos de producción¹³.

El hábito de crecimiento junto con la precocidad, adaptación, resistencia de enfermedades y preferencias en color forma y tamaño de la semilla, son claves para la obtención de variedades comerciales con buen rendimiento, el rol del hábito de crecimiento es importante para determinar el potencial de rendimiento. Investigaciones referentes al hábito de crecimiento indican herencia cualitativa y otras herencia cuantitativa de los genotipos¹⁴.

¹¹ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Op. cit., p. 123.

¹² WELSH, W et al. Characterization of agronomic traits and markers of recombinant inbred lines from intra and interracial populations of *Phaseolus vulgaris* L. *Theor : Appl. Gent*, 1995. p. 91.

¹³ WHITE, J. W.; SING, S. P., Effect of seed size and photoperid response on crop growth and yield of common bean. *Field crops. Field Crops*, 1992. p. 28.

¹⁴ CHECA, Oscar. Herencia de la capacidad trepadora del frijol voluble y su relación con el rendimiento. Bogotá, 2005. Tesis de Grado (Ph D). Universidad Nacional de Colombia. p. 150.

1.5 MADUREZ Y PRECOCIDAD

En cuanto a precocidad, esta característica agronómica permite seleccionar genotipos de fríjol que logran su ciclo de vida más rápido que otros, los genotipos de fríjol con hábito de crecimiento tipo IVa muestran ser más precoces que los genotipos Ivb.¹⁵.

Con respecto a la madurez del cultivo, hay tendencias generalmente en el mejoramiento de las plantas, a establecer que la precocidad de los materiales sacrifica el rendimiento¹⁶. Investigaciones realizadas por White y Singh¹⁷ lograron determinar, que bajo condiciones de zonas tropicales la selección por madurez temprana reduce los rendimientos.

Massaya, et al¹⁸, en trabajos relacionados con la precocidad del cultivo, encontró que este estado es la respuesta al foto período y temperatura asociados con la maduración de los materiales, en ambientes específicos determinados por la herencia del genotipo. Bliss¹⁹ manifiesta que factores genéticos controlan la expresión de caracteres como; altura, días a madurez y días a floración, a menudo estos son factores afectados por el ambiente.

Fernández et al²⁰ afirman que los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo en fríjol incluyen, el genotipo, clima, fertilidad del suelo, la sequía y la luminosidad entre otras, las cuales causan variación en la duración de las etapas y alteran características como hábito de crecimiento y precocidad.

¹⁵ GUERRERO, S; TORRES, N. Comportamiento agronómico de doce variedades regionales de fríjol voluble de clima frío en dos sistemas de cultivo en una zona del departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 1986, 98p. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo) : Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 43.

¹⁶ WELSH, Op. cit., p.169.

¹⁷ WHITE, Op. cit., p.295.

¹⁸ MASSAYA, P y WALLACE, D. H, Effects of short days on ítem elongation in some indeterminate dry bean cultivars adapted to the tropics. Annu : Rpt Bean improv, 1986. p. 1.

¹⁹ BLISS, F.A. Inheritance of growth habit and time of flowering in beans Phaseolus vulgaris L. J. Amer-Soc. Hor, 1971. p.715.

²⁰ FERNANDEZ, Fernando; GEPTS, Paul y SCHOONHOVEN. Etapas de desarrollo en la planta de fríjol. En: Fríjol : Investigación y producción. (1985); p.65.

1.6 COMPONENTES DE CAPACIDAD TREPADORA

Este concepto es el resultado de la interacción de características como: altura, capacidad trepadora, largo de entrenudos y número de guías por planta.

Checa²¹ indica que la capacidad trepadora, es una característica agronómica importante en la determinación del hábito de crecimiento. El mismo autor afirma que los materiales con hábito de crecimiento IVb son más agresivos, poseen mayor vigor y capacidad de colonizar las partes más altas. Lamprecht²² manifiesta que para el hábito trepador, características como largo de entrenudos y capacidad trepadora, son características heredables. Trabajos realizados por Blair y Checa²³ en Calima Darien y Palmira demostraron que la habilidad para trepar, la altura de la planta, largo de entrenudos y los días a madurez, son características agronómicas que presentan de media a alta heredabilidad. Ortiz de la Cruz²⁴ encontró una clara dominancia de la guía larga sobre genotipos que poseen guía corta.

Kornegay et al²⁵ observó que características como: altura de la planta, largo de guías y capacidad trepadora, son caracteres heredables propios de cada material. Checa²⁶ encontró que al relacionar las variables altura y largo de entrenudos, mantienen un comportamiento muy semejante con pequeñas variaciones.

1.7 SUELOS

El frijol requiere de suelos profundos y fértiles, sueltos a medianos, con buenas propiedades físicas cuya textura varía de franco limosa y ligeramente arenosa, tolera bien suelos franco arcillosos, crece bien en suelos con pH entre 5.5 - 6.5, topografía plana u ondulada y buen drenaje²⁷.

²¹ CHECA, Op. cit., p.158.

²² LAMPRECHT, H. The Inheritance of the slender : type of *Phaseolus vulgaris* and some other results. *Agri. Hortique Genetica* 5, 1947. p.72.

²³ BLAIR, Op. cit., p. 25.

²⁴ ORTIZ DE LA CRUZ, O. Estudio de heradabilidad del hábito de crecimiento y otros caracteres morfológicos en frijol. Palmira – Valle, 1989, p.234. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional. p.125.

²⁵ KORNEGAY, J; WHITE, J. W. y ORTIZ DE LA CRUZ, O. Grown habit and gene pool effect on inheritance of yield in common bean. *Europhytica*, 1992. p. 175.

²⁶ CHECA, Op. cit., p. 185.

²⁷ RIOS, Op. cit., p. 125.

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol, sean profundos, fértiles, con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no mas del 40% de arcilla como los de textura franco, franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para el rendimiento del cultivo. A los suelos de climas frío y medio donde se siembra el frijol en Colombia se caracterizan por: alta frecuencia de valores bajos de fósforo, magnesio y boro; medios en Ph, potasio, manganeso, zinc y cobre y altos en hierro²⁸.

1.8 ÉPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra varía de un lugar a otro de acuerdo con la humedad del suelo, la temperatura, temporada de lluvias y la variedad. En Nariño la siembra de frijol tanto voluble como arbustivo se hace principalmente en el segundo semestre del año, en los meses de septiembre y octubre. En los últimos años y debido a los cambios climáticos y en busca de mejor mercado, el frijol voluble se ha venido sembrando entre los meses de julio y octubre en clima frío²⁹.

Según Angulo³⁰ algunos agricultores siembran entre julio y agosto, buscando una época de cosecha temprana que permita obtener mejores precios en el mercado, se corre el riesgo de que la producción se vea afectada por la escasez de agua en etapas críticas para el cultivo (floración, formación y llenado de vainas, etc.).

1.9 SISTEMAS DE SIEMBRA

1.9.3 Monocultivo con tutores de madera

Este sistema presenta una distancia entre surcos de 1,80 – 1,20 metros y la distancia entre plantas de 1 metro, la semilla se siembra depositando 3 a 4 granos de frijol por sitio. Cuando las plantas empiezan a formar guía, junto a ellas se colocan tutores de madera o varas de 2,50 metros de largo por 0,03 – 0,05 metros de ancho, las cuales se entierran a una profundidad de 0,50 metros. El sistema es bastante favorable para el frijol; Si se tiene en cuenta que se establecen poblaciones de frijol voluble de unos 10.200 sitios por hectárea, se necesita el

²⁸ RIOS, Op. cit., p.135.

²⁹ OBANDO, L. El frijol (*Phaseolus vulgaris*) en agro ecosistemas de Nariño, Colombia. En: CURSO INTERNACIONAL SOBRE EL CULTIVO DEL FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) EN ZONAS DE LADERA DE LA REGION ANDINA. (Profisa : 1992 : Rionegro). Conclusiones curso internacional sobre el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris L*) en zonas de ladera de la región Andina. Rionegro : Profisa, 1992. p.51.

³⁰ ANGULO, N. F. Frijol Informe Anual 1991B – 1992A : Instituto Colombiano Agropecuario, División de producción de cultivos. Pasto : Sección de leguminosas Regional 5 ICA, 1992. p. 23.

mismo número de varas para apoyar el frijol, lo que implica que anualmente se deforesten unos 10.200 arbustos por hectárea y si en la actualidad se siembran 160.000 hectáreas de frijol voluble en monocultivo, se destruyen 16.320.000 arbustos, ocasionando daños ecológicos incalculables³¹.

1.9.4 Sistema de enmallado

Este sistema se establece mediante el uso de postes de madera de 2.50 metros de longitud y de 10 – 15 cm de ancho, los cuales se ubican internamente en el área sembrada a distancias de 6 metros de periferia. Los postes se unen en la parte superior con alambre galvanizado número 12, y a lo largo de cada surco se dispone alambre número 14, amarrado al interior. Como tutor del frijol se utiliza hilo de polipropileno, con el cual se amarra por un extremo la parte inferior de la planta que se encuentra iniciando guía y por el otro alambre en la parte superior³².

1.10 LABORES DEL CULTIVO

1.10.1 Preparación de suelos

Obando³³ citado por Ríos y Quiroz³⁴, menciona que la preparación del suelo se realiza cerca a la época de siembra, tratando de reducir el número de operaciones de labranza y evitando en lo posible el uso de implementos que volteen el suelo. Se puede hacer con tractor o bueyes o con azadón.

Thurston³⁵ afirma que para zonas de alta precipitación, el mejor método para la siembra de frijol, es el que se realiza bajo cobertura (frijol tapado), siendo ideal para la obtención de un alimento ecológico por el nulo movimiento del suelo. El método consiste en depositar la semilla en el terreno y cubrir con los residuos de cosecha del cultivo anterior, o como en el caso del choclo, donde la gente siembra en el monte, se utiliza la hojarasca de los árboles y plantas que en el existen para cubrir el frijol que se ha depositado en el suelo.

³¹ SAÑUDO, Op. cit., p.58.

³² Lbid., p. 59.

³³ OBANDO, Op. cit., p.35.

³⁴ RIOS, Op. cit, p.87.

³⁵ THURSTON, David. Historial de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina. EE.UU, 1992. p. 27.

1.10.2 Fertilización

De acuerdo con Flor³⁶, para ajustarse más a la realidad y con sentido práctico en la recomendación del fertilizante, antes de tomar una decisión es importante conocer criterios como, cantidad de nutrientes del suelo, requerimientos nutricionales del cultivo, eficiencia del fertilizante y aspecto económico de la fertilización.

La fertilización se recomienda con base en el potencial de producción del suelo y dependiendo del tipo de variedades, mejoradas o regionales. Para suelos con alto potencial de producción, con buenas características implican menor riesgo de inversión de fertilizantes³⁷.

En el departamento de Nariño, Fernández y Rosero³⁸, en un estudio de fertilización en el altiplano de Pasto, utilizó diferentes niveles de fertilizantes de fórmula comercial 13-26-6 en dosis de 0, 100, 200, 300 y 400kg/ha, obteniendo los mejores resultados de producción con las dosis de 300 y 400Kg/ha.

1.10.3 Control de malezas

La competencia por malezas disminuye la población y calidad de la semilla de fríjol, el cultivo de fríjol voluble es un cultivo limpio, tiene un período crítico de 65 a 70 días. Para fríjol voluble en monocultivo se aconseja la mezcla de Afalon (Linuron) 50 gramos por bomba más Dual 100 centímetros cúbicos por bomba en aplicación preemergente. A los 30 días de siembra e inicio de floración, se aconseja reducir deshierbas manuales, al igual que él aporque³⁹.

1.10.4 Control de plagas

Las plagas de mayor importancia se clasificaron de acuerdo al daño causado en el cultivo como:

➤ **Trozadores** (*Agrotis ipsilum*) cortan y perforan las plántulas, su control es químico a base de Lannate (Metomyl) a razón de 0.5 litros por hectárea, cuando el suelo tiene humedad adecuada.

³⁶ FLOR, C. A. Revisión de algunos criterios sobre recomendación de fertilizantes en fríjol. En: Investigación y producción. CIAT, 1985. p. 61.

³⁷ RIOS, Op. cit., p.89.

³⁸ FERNANDEZ, F y ROSERO, D. Evaluación de 100 variedades de fríjol voluble en el municipio de Pasto (Nariño). Pasto, 1981. 22p. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.12.

³⁹ SAÑUDO, Op. cit., p.75.

➤ **Masticadores de follaje** (*Diabrotica spp*, *Cerotoma spp*) cucarroncitos, causan perforaciones en las hojas en los primeros estados de crecimiento, su control es químico a base de Karate (Lambda cihalotrina) 300cc por hectárea.

➤ **Chupadores de follaje** (*Empoasca Fabae*, *Empoasca Kraemeri*) lorito verde, causan amarillamiento y secado de las plantas además de el enanismo, su controles similar al de los masticadores de follaje.

áfidos (*Aphis spp*), causan deformación de las hojas y transmisión de virus, su control químico se realiza con Sistemín (Dimetoato) 500cc por hectárea.

mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) chupa sabia ,trasmisora de virus, abunda en épocas secas, de muy difícil control, su control químico se realiza con Evisect (Thiocyclan hidrogenoxalato) 500 gramos por hectárea.

➤ **Pasador de vainas** (*Laspeyresia sp*). Es una plaga de regiones altas, produce perforaciones en la vaina en diferentes estados de desarrollo, consume los granos y predispone a pudriciones, su control se realiza con aplicaciones alternadas de Dimetoato y Lambda cihalotrina.

➤ **Gorgojos** (*Acanthoscelides obtetus*), perfora y consume los granos, su control se puede realizar con aceite de cocina en dosis de 1cc por kilogramo de semilla⁴⁰.

1.10.5 Control de enfermedades

Las enfermedades más importantes del frijol son causadas por hongos, bacterias y virus, los nemátodos por su distribución y movimiento restringido, tienen menos importancia como agentes causantes de enfermedades del frijol⁴¹. Algunos patógenos tienen amplia distribución geográfica, en cambio otros están distribuidos en zonas muy específicas. A pesar de la amplia distribución del frijol, estos son más importantes en áreas donde las condiciones ambientales favorecen su supervivencia, multiplicación y distribución⁴².

Entre las principales enfermedades se encuentran según Sañudo, et al.:

A) Virus del mosaico común se manifiesta con parches cloróticos, este se transmite por áfidos y semilla, se recomienda utilizar semilla sana y control químico de áfidos.

⁴⁰ GONZALES, G. Plagas de frijol. En: CURSO SEMINARIO SOBRE ASPECTOS FITOSANITARIOS EN TRIGO, CEBADA Y FRIJOL. (1986 : Pasto). Memorias del curso seminario sobre aspectos fitosanitarios en trigo, cebada y frijol. Pasto : Universidad de Nariño, 1986. p. 208.

⁴¹ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Frijol investigación y producción, Op. cit., p. 246.

⁴² Ibid., p. 249.

B) Amarillamiento (*Fusarium f.sp. Phaseoli*); ataca la raíz produciendo necrosis de color café rojiza.

C) Roya (*Uromyces phaseoli*) pústulas polvosas de color rojizo, se puede controlar con Mancozeb (Manzate) 100 gramos/bomba, aproximadamente un kilo por hectárea.

D) Pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*) cuando presenta los síntomas iniciales se recomienda aplicar Carbendazin (Bavistin) 400 cc por hectárea.

E) Pudrición gris de las vainas, (*Botrytis cinerea*) control similar al anterior⁴³.

1.10.6 Cosecha y beneficio

El frijol voluble no seca uniformemente, es conveniente hacer dos o más pases, para recolectar vainas maduras, la trilla se hace por paloteo, para lo cual las vainas deben estar secas. El secado es importante en el manejo de granos, la reducción del contenido de humedad hasta un nivel del 14% que favorece las condiciones para su uso o almacenamiento⁴⁴.

1.11 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Muchos estudios han determinado que no es posible seleccionar un solo componente para mejorar el rendimiento, porque al aumentar un componente los demás son reducidos. Lo anterior se conoce como el efecto de compensación y fue ampliamente estudiado por Adams⁴⁵.

Dentro de los componentes de rendimiento se puede estimar: número de vainas por racimo, número de granos por vaina, largo de vainas y peso de 100 semillas⁴⁶.

En un programa de mejoramiento de frijol, utilizando líneas puras o progenies, normalmente no se considera solo la productividad del grano o rendimiento, sino que se estudian otras características de interés, como el tamaño y peso de los

⁴³ SAÑUDO, Op. cit., p.84.

⁴⁴ ENRIQUEZ, M. Manejo postcosecha de cereales y leguminosas. En: Boletín Informativo. Bogotá : Convenio SENA – SAC FENALCE, fondo nacional de leguminosas, 1997. p. 57.

⁴⁵ ADAMS, M. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. EEUU. Vol. 7, (September – October 1987); p. 505.

⁴⁶ LOPEZ, M. Frijol investigación y producción. En: CURSOS DE CAPACITACIÓN DICTADOS POR EL CIAT. (1985 : Bogotá). Referencia de cursos de capacitación dictados por el CIAT. Bogotá : CIAT, 1985. p. 351.

granos, el número de granos por vaina, el número de vainas por planta, el habito decrecimiento, el ciclo de cultivo entre otros. Estas características son tomadas para complementar los objetivos establecidos por los fitomejoradores, en la selección de un material promisorio⁴⁷.

Trabajos realizados por Guerrero y Torres⁴⁸ en clima frío encontraron que los materiales de frijol altos, vigorosos y tardíos, obtuvieron semilla de mayor peso como: los Cargamantos; por otra parte observaron que las variedades de mayor peso presentaron menor número de semillas por vaina, estos autores afirman que el peso del grano tiene relación con el tamaño del mismo.

Burbano y Daza⁴⁹ afirman que la variable peso de 100 semillas, es la que más influye en el rendimiento. Seguida por el numero de vainas por planta, por lo anterior mencionan que se puede seleccionar materiales de buen rendimiento solamente teniendo en cuenta el peso del grano y el número de vainas por planta.

Rubio y Tovar⁵⁰ describen que el número de granos es una característica propia de cada material que se ve afectada por la fertilidad del suelo y reducción de la actividad fotosintética, provocando un inadecuado abastecimiento de nutrientes.

Burbano y Daza⁵¹ manifiestan que el número de granos por vaina es una característica genética que se ve afectada por factores como: temperatura, luminosidad, precipitación y fertilidad de suelos. También encontraron una correlación negativa para número de granos por vaina con respecto al peso del grano, lo cual sugiere que al aumentar el número de granos por vaina disminuye el peso del grano.

⁴⁷ RAMALHO, M. A.; DOS SANTOS, J. B., ZIMMERMANN, M. J. Genética cuantitativa en plantas autógamias : Aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goías : Universidad Federal de Goías, 1993. p. 121.

⁴⁸ GUERRERO, Op. cit., p. 57.

⁴⁹ BURBANO, J. Y DAZA, D. Evaluación del comportamiento agronómico de trece líneas mejoradas de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*) en asocio con dos variedades de maíz en una zona del altiplano de Pasto. Pasto, 2003, 100p. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 63.

⁵⁰ RUBIO, D. y TOVAR, V. Evaluación materiales promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L) Resistencia a *Fusarium Oxysporum*, fsp phaseoll en la región cerealera de Guaitarilla Departamento de Nariño. Pasto, 2001, 94p. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.74.

⁵¹ BURBANO, Op. cit., p. 69.

Mosquera y Ruiz⁵² encontraron que los materiales mas productivos a pesar de mostrar un bajo número de semillas por vaina y bajo peso en 100 semillas tuvieron alto rendimiento debido a que presentaron mayor número de vainas por planta. Los mismos autores con respecto al número de semillas por vaina determinan que este es un factor genético que debe expresarse tanto en monocultivo como en asociación.

En los estudios realizados por White y González⁵³ encontraron una reducción en rendimiento de 280 kg/ha por cada 100 mg de incremento en el peso de la semilla, demostrando la existencia de una correlación negativa entre las dos variables. La asociación negativa entre rendimiento tamaño de semilla indica que los frijoles andinos de semilla grande alcanzan su máximo rendimiento a través de diferentes fenómenos fisiológicos respecto a los frijoles de semilla mediana o pequeña.

⁵² MOSQUERA, Jairo y RUIZ, Marco. Evaluación de diez materiales de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L) en una zona de clima medio del departamento de Nariño. Pasto, 1986. 67p. Tesis de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 31.

⁵³ WHITE, J. W. Y GONZALES, A. Characterization of the negative association between seed size among genotypes of common bean. EEUU : Field Crops Res., 1990. p. 110.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente estudio se realizó en la vereda Cajabamba, Municipio de Consacá, ubicado a 1.700msnm, con una temperatura promedio de 18°C y una precipitación anual promedio de 1250mm.

2.2 MATERIAL DE EVALUACIÓN

El material genético estuvo constituido por 3 viveros VIVA (vivero internacional de frijoles andinos) clasificados por el color de la semilla. El vivero VIVA R integrado por 20 accesiones de grano rojo, VIVA CM con 35 accesiones de grano crema moteado, y VIVA RM con 27 accesiones de grano rojo moteado, estos materiales proceden del proyecto de mejoramiento de frijoles andinos, del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

Las accesiones del vivero VIVA R se identificaron como; MAC17, MAC23, MAC24, MAC27, MAC46, G20783, G20819, G685, G2333, G10909, G20758, G31458, G20813, S31467, G20881, G20904, G20964, G20849, G15047 y G7309.

Las accesiones del vivero VIVA CM se identificaron de la siguiente forma: G20767, G20740, MAC1, MAC2, MAC3, MAC6, MAC7, MAC8, MAC11, MAC12, MAC15, MAC16, MAC22, MAC25, MAC26, MAC28, MAC29, MAC30, MAC31, MAC32, MAC33, MAC38, MAC39, MAC41, MAC42, MAC50, MAC51, MAC52, MAC53, MAC54, MAC55, G15438, G22036, MAC48, y MAC19.

El vivero VIVA RM, estuvo constituido por los siguientes materiales; MAC4, MAC5, MAC9, MAC10, MAC13, MAC14, MAC20, MAC34, MAC35, MAC36, MAC37, MAC40, MAC44, MAC45, MAC49, G12169, MAC21, G20817, G50335, CA.RO.V4, CARO.V8, CA.RO.V11, CARO.V12, CA.RO.V14, MAC43, MAC47, y MAC18.

Se utilizaron como testigos variedades regionales, Bolón Rojo, Cargamanto Antioqueño y Cargamanto Rojo, para VIVA R, VIVA CM y VIVA RM respectivamente.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para cada vivero se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, contando con 21, 36 y 28 tratamientos para los viveros VIVA R, VIVA CM y VIVA RM respectivamente.

2.4 ÁREA EXPERIMENTAL

2.4.1 Ensayo vivero volubles andinos de grano rojo

Se preparó un lote de 21m x 10.20m (214.2m²) divididos en tres bloques de 21m x 3m, con separación de 0.60m entre bloques. Cada bloque contó con 22 surcos de 3m de longitud, y separados a 1m entre ellos.

2.4.2 Ensayo vivero volubles andinos de grano crema moteado

Se trazó un lote de 18 x 19.20m (345.6m²), dividido en tres bloques de 6m x 18m, con separación de 0.60m entre ellos. Cada bloque tuvo 36 surcos, de 3m de longitud y separación de 1m entre ellos.

2.4.3 Ensayo vivero volubles andinos de grano rojo moteado

Se utilizó con un lote de 14 x 19.20m (268.8m²) , dividido en tres bloques de 6 x 14m con separación de 0.60m entre ellos. Cada bloque tuvo 28 surcos de 3m de longitud y separación de 1m entre ellos.

2.5 DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

En los tres ensayos, los surcos externos de cada bloque, se sembraron con variedades regionales y en las restantes surco por material, incluido el testigo regional. En cada uno de los surcos tuvo 11 sitios a 0.30m, cada uno con dos semillas.

2.6 SISTEMA DE CULTIVO.

Se trabajó en monocultivo bajo el sistema de enmallado con tutores de madera, con alambre e hilo de polipropileno, recomendado por Sañudo, et al⁵⁴, el cual consistió en colocar postes de madera de 2.50m de longitud y 10 a 15cm de

⁵⁴ SAÑUDO, Op. cit., p. 14 - 15.

ancho, enterrados a 0.50m de profundidad, a distancia de 6m de periferia e internamente.

Los postes se unieron en la parte superior con alambre galvanizado número 12 y a lo largo de cada surco se dispuso alambre número 14 amarrado al interior.

Como tutor de frijol se utilizó hilo de polipropileno, con el cual se amarra por un extremo la parte inferior de la planta que estaba iniciando guía y por el otro el alambre en la parte superior.

2.7 LABORES DEL CULTIVO

2.7.1 Siembra y fertilización

La siembra se realizó a chaquin a una distancia entre sitios de 0.30m para un total de 20 plantas por unidad experimental, depositando dos semillas por sitio.

Se trabajó con una fertilización básica de 200 kg/ha de 13-26-6 más 10kg/ha de Agrimins como fuente de elementos menores, según recomendaciones de Sañudo, et al⁵⁵ y aplicados al momento de la siembra con chaquin aun lado de la semilla.

La preparación del suelo se realizó mediante el pase de dos aradas de chuzo, de igual manera se realizó una surcada, para luego sembrar la semilla de frijol.

Se realizaron tres deshierbas en forma manual, la primera a los 30 días de la siembra, la segunda al iniciar la floración y la tercera en la época de total producción de vainas, cumpliendo esta labor cuando el suelo tuvo una humedad adecuada, evitando que estuviese encharcado para evitar el amarillamiento prematuro de las plantas.

2.7.2 Control de plagas y enfermedades

➤ **Plagas:** a los 15 días después de la siembra se presentó ataque de tierreros (*Astaena sp*, *Agrotis spp*, *spodoptera spp*), los cuales se vieron favorecidos por la época seca y presentaron daños superiores al 1%, por lo que se hizo necesario aplicar Clorpiricol (clorpirifos) en dosis de 0.6 litros por hectárea.

Para el control de masticadores de follaje (*Diabrotica spp*) fue necesario la aplicación de Sistemín (Dimetoato) a razón de 0.6 litros por hectárea. Al inicio de llenado de vainas se hizo una aplicación de Evisect (Thiociclan) más Iannate

⁵⁵ SAÑUDO, Op. cit., p.17.

(Metomyl) en dosis de 300 y 200 gramos por hectárea, para reducir las poblaciones de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y del pasador de las vainas (*Laspeyresia sp.*).

➤ **Enfermedades:** a los 25 días de emergido el cultivo se hizo una aplicación preventiva con Dithane M45 (Mancozeb) a razón de 500 gramos por hectárea, en la época de llenado de vainas, se presentaron con mayor frecuencia antracnosis (*Collectotrichum lindemuthianum*) y mustia hilachosa (*Thanateporus cucumeris*) enfermedades que se vieron favorecidas por el ciclo de lluvias de la época, sin embargo se aplicó Previcur (Propamocarb) en dosis de 200cm³ por hectárea.

2.8 EVALUACIONES

2.8.1 Periodo reproductivo

➤ **Días a floración.** Se tomaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas presentaron la primera flor abierta.

➤ **Días a madurez de cosecha.** Se midieron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 75% de las vainas se encontraron secas.

2.8.2 Componentes de capacidad trepadora

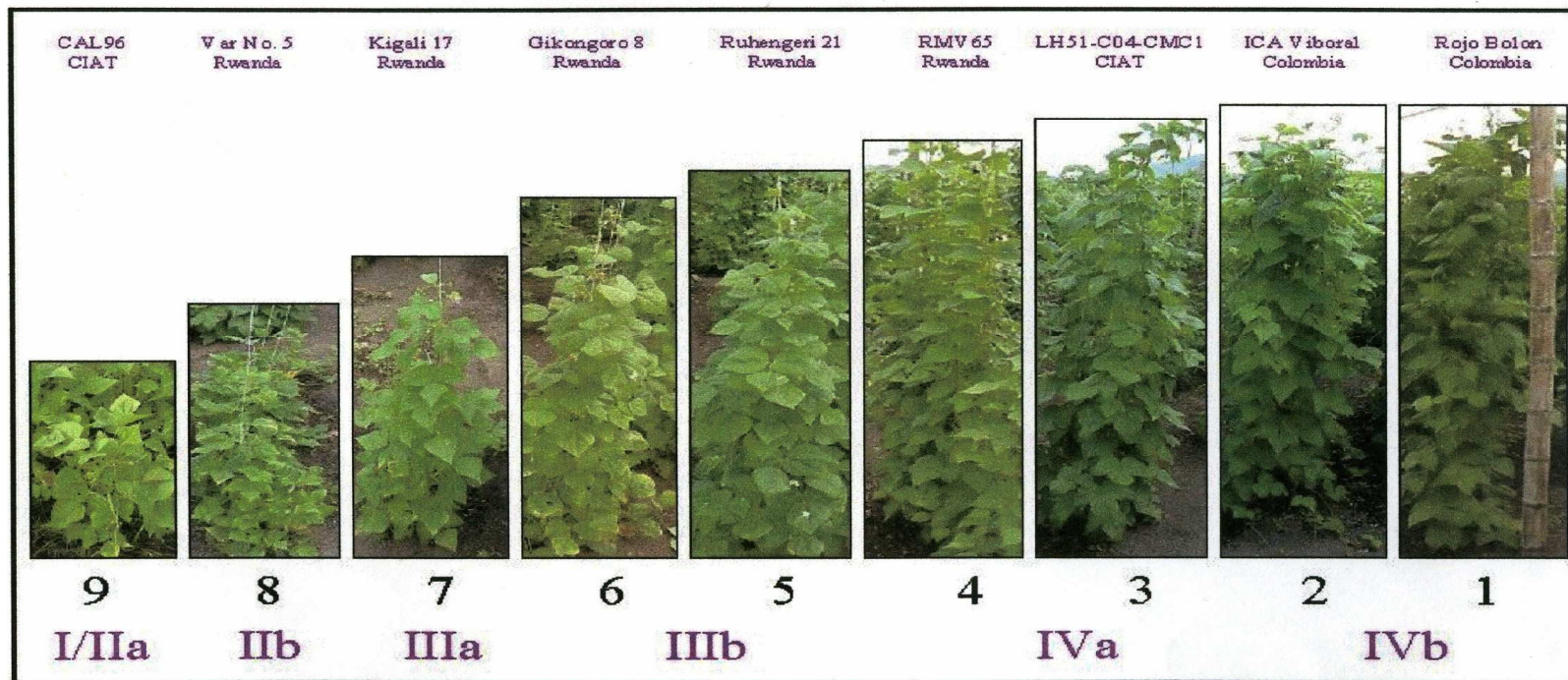
➤ **Capacidad trepadora.** Se midió en el inicio de llenado de vainas, utilizando una escala visual de crecimiento, diseñada con base en ensayos preliminares la cual oscila entre 1 y 9, en donde 1 corresponde a las plantas mas altas y agresivas y 9 corresponde a las plantas de menor porte (Figura. 1).

➤ **Altura de la planta.** En dos plantas al azar de cada surco, se midió la altura en metros desde la base de la planta hasta el último foliolo que se encuentra en la parte superior de la planta. Se realizaron dos lecturas la primera (altura 1) en época de floración (cuando el 75% de las plantas estaban florecidas. la segunda lectura (altura 2) se hizo cuando el 75% de las vainas llegaron a madurez de cosecha.

➤ **Largo de entrenudos.** En la época de llenado de grano se tomaron al azar tres plantas, se midió un entrenudo de la parte media de cada planta y se procedió a sacar promedio.

➤ **Número de guías por planta.** Se tomó en tres sitios en producción, contando en el tercio medio del hilo tutor, el número de tallos dividido entre el número de plantas que comparten el mismo tutor.

Fig. 1. Escala de Capacidad Trepadora para Frijol Voluble



Etapa Reproductiva

Fuente: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).

2.9 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

2.9.1 Largo de vainas. En 10 vainas tomadas al azar por parcela en el momento de la cosecha se procedió a medir el largo de las vainas en centímetros y se hizo su respectivo promedio.

2.9.2 Numero de vainas por racimo

En la época de madurez de cosecha se tomaron tres plantas al azar por surco y en la parte media de cada una de ellas se eligió un racimo para contar el número de vainas y determinar el promedio respectivo.

2.9.3 Número de granos por vaina (ngrav)

De cada surco se desgranaron 10 vainas al azar, para obtener el número de granos y se lo dividió entre el número de vainas para determinar el promedio.

2.9.4 Peso de 100 semillas (P100S)

Del grano cosechado para cada genotipo se tomaron al azar 100 semillas secas (con 14% de humedad aproximada) y se procedió a registrar su peso en gramos.

2.9.5 Rendimiento

Para determinar el rendimiento se cosecharon todas las vainas secas de cada una de las líneas, y llevándolas a secamiento al sol hasta que se produjo la dehiscencia natural de algunas vainas, época en la cual se hizo la trilla y limpieza, para luego proceder al secamiento del grano al sol hasta aproximadamente un 14% de humedad, el rendimiento se calculo en kilos por hectárea, con base en el área útil de cada parcela mediante la siguiente formula:

$$R = \frac{P(100 - H\%)}{86} \times 10.000 \quad (\text{Aguirre y Peske 1982})$$

Donde.

R = Rendimiento de fríjol en kilogramos por hectárea.

P = Producción en kilogramos por parcela.

H% = Porcentaje de humedad del grano.

86 = Constante.

2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los diferentes datos se interpretaron estadísticamente por medio del análisis de varianza, pruebas de comparación de promedios de Tukey y análisis de correlación de componentes de rendimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE FRIJOL VOLUBLE DE GRANO ROJO (VIVA R)

3.1.1 Periodo reproductivo

➤ **Días a floración.** El análisis de varianza para días a floración presentó diferencias a nivel del 1% entre materiales (ANEXO A).

La comparación de promedios de Tukey para días a floración (ver tabla 1) mostró la mayor precocidad del material G20819 con 36,6 días, con respecto a los genotipos G685, G7309, G10909, G50330 y Bolón rojo, los cuales oscilaron entre 48,67 y 60 días. La variedad regional Bolón rojo, fue significativamente más tardía respecto a los demás materiales evaluados, excepto con G685, G7309, G10909 y G50330.

El carácter días a floración es altamente heredable⁵⁶, lo cual supone que dichos rasgos sean controlados por pocos genes con efectos mayores. Por lo tanto se espera que la precocidad de algunos genotipos, normalmente se mantengan a través de los ambientes en determinados rangos de altura, después de los cuales se puede observar cambios en el comportamiento del material evaluado.

En general 16 de los 20 genotipos mostraron un comportamiento similar, con mayor precocidad respecto al testigo Bolón rojo, debido posiblemente a que dichos materiales tienen un origen distinto al testigo que da como resultado una diferente constitución genética para este carácter.

Bliss⁵⁷ manifiesta que factores genéticos controlan la expresión de caracteres como; altura, días a madurez y días a floración, a menudo estos factores son afectados cuando ocurren cambios drásticos en el ambiente.

⁵⁶ CHECA, Op. cit., p.234.

⁵⁷ BLISS, Op. cit., p.716.

TABLA 1: Componentes de crecimiento vegetativo para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo

Genotipo	Días a floración	Días a madurez de Cosecha
G 685	48,67 ABCD	103,33 C
G 2333	43,00 CDE	103,33 C
G 7309	53,33 ABCD	120,00 B
G 10909	50,00 ABCD	110,00 BC
G 15047	44,67 BCDE	103,33 C
G 20758	55,67 ABC	110,00 BC
G 20783	40,00 DE	103,33 C
G 20813	45,67 BCDE	105,00 C
G 20819	36,67 E	105,00 C
G 20849	43,67 CDE	105,00 C
G 20881	46,00 BCDE	103,33 C
G 20904	43,67 CDE	103,33 C
G 20964	44,00 BCDE	105,00 C
G 50330	48,67 ABCD	105,00 C
MAC 17	47,67 BCDE	105,00 C
MAC 23	47,33 BCDE	107,33 C
MAC 24	45,67 BCDE	105,00 C
MAC 27	39,00 DE	107,33 C
MAC 46	39,67 DE	105,00 C
S 31467	40,67 DE	102,33 C
Bolon R (t)	60,00 A	145,00 A
Comparador Tukey al 5%	DMS = 13	DMS = 3.5

➤ **Días a madurez de cosecha.** La variable días a madurez de cosecha presentó diferencias altamente significativas entre materiales (ANEXO A).

La comparación de promedios de Tukey (ver tabla1) para esta variable indica que todos los genotipos evaluados cuyos promedios estuvieron entre 102.3 y 120 días, fueron significativamente más precoces que el testigo local Bolón rojo (145 días), con diferencias que oscilaron entre 30 y 42.77 días.

El genotipo G7309 con 120 días a madurez de cosecha, también fue más tardío que todas las líneas evaluadas pero a la vez fue más precoz que Bolón rojo. Si se compara los resultados de días a madurez de cosecha con los obtenidos para días a floración, se observa que con el avance del periodo vegetativo del cultivo las diferencias entre los genotipos son cada vez menores, no obstante el testigo local Bolon rojo mantiene su condición de cultivar tardío con relación a los demás genotipos evaluados, lo cual como en el caso de días a floración es atribuible a la constitución genética de los materiales evaluados⁵⁸. La precocidad es un carácter de interés para los agricultores, debido a que el acortamiento del periodo vegetativo, permite disminuir los riesgos de campo y en ocasiones lograr mejores precios en los mercados al obtener la producción cuando las demás variedades aún no han llegado a cosecha.

Según Massaya et al⁵⁹ la madurez temprana de algunos genotipos es la respuesta al fotoperiodo y temperatura asociados a ambientes específicos, estas características son determinadas por herencia genética.

3.1.2 Componentes de capacidad trepadora

➤ **Capacidad trepadora.** El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre materiales evaluados (ANEXO B).

La comparación de promedios de Tukey (tabla 2) indica que los genotipos evaluados, presentaron una capacidad trepadora entre 1 y 5, dentro de la escala de 1 a 9 (ver Figura 1) diseñada para la evaluación de esta característica, en la cual el valor de 1 es para la mayor capacidad trepadora y el valor de 9 se asigna a materiales sin capacidad trepadora.

Dentro de los materiales de frijol voluble de grano rojo, el 25% de las plantas pertenecieron al hábito de crecimiento 4b (capacidad 1-2 en la escala), el 65%

⁵⁸ MASSAYA, Op. cit., p.2.

⁵⁹ Ibid., p.3.

pertenecieron a plantas de hábito 4a (capacidad trepadora 3-4 en la escala), y el 10% pertenecieron a plantas de hábito 3b (capacidad trepadora 5 en la escala).

Entre los materiales evaluados el genotipo G7309 fue el mas agresivo al presentar una calificación de 1 en la escala de 1 a 9. no presentó diferencias con relación al testigo Bolón Rojo. Estos materiales se destacan por su capacidad para colonizar las partes altas de la planta. La capacidad trepadora ayuda a determinar el hábito de crecimiento, en donde se observa que los materiales con hábito de crecimiento 4b poseen la mayor capacidad de colonizar el tercio superior de la planta. Blair y Checa⁶⁰ consideran la capacidad trepadora como un carácter controlado por genes mayores y algunos genes modificadores.

La escala diseñada para calificar capacidad trepadora es muy útil, especialmente cuando en la evaluación existen materiales con hábitos de crecimiento contrastantes, pero su poder discriminatorio se debilita cuando existen plantas con hábito de crecimiento similar.

➤ **Altura 1.** El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre materiales evaluados (ANEXO B).

De acuerdo con la Tabla 2 de promedios de Tukey para altura 1, los genotipos MAC 17, MAC46, S31467, G10909, G685, MAC27, el testigo Bolón rojo cuyas alturas oscilaron entre 1.73 y 1.82 metros de altura, presentaron diferencias significativas sobre el genotipo G15047 que alcanzó una altura de 1.23 metros. No se observaron otras diferencias significativas entre los demás genotipos evaluados.

➤ **Altura 2.**

El análisis de varianza presentó diferencias a nivel del 1% entre materiales para la variable altura 2 (ANEXO B).

En la Tabla 2 de comparación de promedios de Tukey, la variedad Bolón rojo (testigo) con 2,59, presentó diferencias sobre los genotipos, G50330, G20881, G15047 y MAC23 cuyos promedios oscilaron entre 1.52 y 1.94m. No se observaron otras diferencias entre los genotipos evaluados.

⁶⁰ BLAIR, Op. cit., p.23.

TABLA 2: Componentes de capacidad trepadora para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo.

Genotipo	Capacidad trepadora		Altura 1 (50 días)		Altura 2 (105 días)		Número guías planta	
G685	1,67	AB	1,79	B	2,17	BC	1,50	AB
G2333	3,00	ABCDE	1,70	AB	2,08	ABC	1,37	AB
G7309	1,00	A	1,70	AB	2,03	ABC	2,13	AB
G0909	2,33	ABC	1,79	B	2,08	ABC	1,67	AB
G15047	4,00	CDE	1,23	A	1,52	A	2,13	AB
G20758	2,67	ABCD	1,73	AB	2,10	ABC	1,80	AB
G20783	4,67	DE	1,72	AB	2,07	ABC	1,83	AB
G20813	3,33	BCDE	1,77	B	2,08	ABC	2,33	B
G20819	4,33	CDE	1,60	AB	2,05	ABC	1,77	AB
G20849	4,00	CDE	1,60	AB	1,99	ABC	1,73	AB
G20881	4,67	DE	1,40	AB	1,62	A	2,13	AB
G20904	5,00	E	1,63	AB	2,05	ABC	2,20	AB
G20964	3,00	ABCDE	1,65	AB	2,04	ABC	1,63	AB
G50330	3,67	BCDE	1,45	AB	1,76	A	1,73	AB
MAC17	3,33	BCDE	1,73	B	2,04	ABC	1,90	AB
MAC23	2,67	ABCD	1,63	AB	1,94	A	2,07	AB
MAC24	4,00	CDE	1,67	AB	2,01	ABC	1,20	A
MAC27	3,00	ABCDE	1,77	B	2,11	ABC	1,30	AB
MAC46	1,67	AB	1,73	B	2,11	ABC	1,30	AB
S31467	2,33	ABC	1,75	B	2,11	ABC	1,73	AB
Bolon Rojo(t)	1,00	A	1,82	B	2,59	C	2,30	B
Comparador Tukey al 5%	DMS = 2.43		DMS = 0.54		DMS = 0.67		DMS = 1.4	

Al relacionar altura 1 con altura 2, el material Bolón rojo sigue manteniendo su mayor promedio de altura al igual que el genotipo G15047 es el de menor porte.

Lo anterior tiene concordancia por lo reportado por Hamad⁶¹ y Ortiz de la Cruz⁶² quienes encontraron que los caracteres morfológicos que determinan el porte de la planta son controlados por la acción genética heredable. Sin embargo ésta puede ser afectada por las condiciones fisicoquímicas del suelo y los cambios climáticos que se presentan de acuerdo a la época de siembra

La altura de las plantas observadas en los diferentes genotipos, permite establecer que las distintas líneas evaluadas son de alta capacidad trepadora. La diferencia observada entre Bolon rojo y los genotipos G685, G50330, G20881 y G15047, podría ser producto del efecto de genes menores, dado que cuando se involucran genes mayores los hábitos de crecimiento se ven mayormente afectados, mientras que cambios en altura dentro del mismo hábito, posiblemente sea el resultado de genes modificadores con efectos pequeños.

➤ **Largo de entrenudos.**

La característica de largo de entrenudos no presentó diferencias significativas para bloque ni tratamientos (ANEXO B). Es posible que los genotipos evaluados comparten los mismos genes para este carácter que justifican el similar comportamiento entre ellos. Detongnon (1985) quien realizó trabajos en frijoles volubles de hábito determinado, encontró que el largo de entrenudos es una característica genéticamente heredable. Al respecto Checa (2005) reportó que el largo de entrenudos es un carácter de alta heredabilidad.

Los resultados obtenidos para largo de entrenudos, mantienen un comportamiento similar con los resultados para altura de planta en donde la mayor parte de las líneas no mostraron diferencias significativas entre sí. Es de esperar que si hay asociaciones entre largo de entrenudos y altura de plantas, las dos variables presenten un desempeño muy semejante con pequeñas variaciones. Al respecto diferentes investigaciones han demostrado la correlación que existe entre la longitud de los entrenudos y la altura de las plantas. Checa (2005) encontró que al evaluar 84 líneas obtenidas del cruzamiento entre el cultivar G2333 mesoamericano de hábito IV a y G19839 de hábito IIIa, la altura de la planta tuvo

⁶¹ HAMAD, I. A. Inheritance of yield. Yield components, numbers of days to flowering, plant height an incidence of interiocutor cavation of pods in snap beans *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Ph. D. The University of Wisconsin – Madison, p.23.

⁶² ORTIZ DE LA CRUZ, Op. cit., p.54.

una correlación genética significativa con el largo de los entrenudos, en la evaluación realizada para 4 ambientes (Popayán, Darien alto fósforo, Darien bajo fósforo y Palmira). Dicha correlación osciló entre 0.62 y 1.00.

➤ **Numero de guías por planta.**

El análisis de varianza para número de guías por planta presentó diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados (ANEXO B).

La tabla (2) de promedios de Tukey, para número de guías por planta mostró a los materiales Bolon rojo (testigo) y G 20813 con un promedio de 2,30 y 2.33 guías con diferencias significativas respecto al material MAC24 con 1,2 guías por planta, siendo estas las únicas diferencias observadas. Lo anterior sugiere que entre los materiales evaluados existe poca variabilidad para este carácter. Checa (2005) encontró alta variación ambiental para el carácter número de guías por planta.

Kornegay (1992) realizó ensayos en frijol voluble en donde observó que características como altura de planta, número de guías y capacidad trepadora, son caracteres que dependen de la constitución genética del material, y poco afectadas por el ambiente.

3.1.3 Componentes de rendimiento.

➤ **Largo de vainas.**

El análisis de varianza para esta variable presentó diferencias significativas entre bloques y altamente significativas entre genotipos (ANEXO C).

La comparación de promedios de Tukey en la tabla (3) indica que el largo de vainas osciló entre 10.87 y 15.60 centímetros. Las líneas G20813, G7309, MAC24, MAC17, G10909, G685 y el testigo Bolon rojo, presentaron vainas largas con promedios entre 13.27 y 15.60 centímetros sin diferencias significativas entre ellas, de este grupo el genotipo G20813 con 15.6 centímetros presentó diferencias significativas con los demás genotipos evaluados que no fueron incluidos en el grupo antes mencionado.

El genotipo G7309 con 15.1 centímetros superó significativamente a los genotipos G15047, G20758, G20783, G20819, G20849, G20881, G20904, G20964, MAC23, MAC27, y S31467, los cuales presentaron vainas entre 10.87 y 12.60 centímetros

Las diferencias observadas se atribuyen a la composición genética de las distintas líneas evaluadas y a las condiciones ambientales. Lo anterior concuerda

con los trabajos realizados por Checa (2005) en Darien, Palmira y Popayán, quien afirma que las condiciones ambientales favorables, y la adaptación de los materiales ayudan a la expresión del potencial genético de esta variable, incrementando su heredabilidad.

➤ **Número de vainas por racimo.**

El análisis de varianza presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados (ANEXO C)

Según la comparación de medias de Tukey el número de vainas por racimo osciló entre 1 y 3.98 (tabla 3).

Las líneas MAC23, G685, G2333, G10909, G15047, G20758, G20783, G20881, G20964, G50330, y MAC24, mostraron alto número de vainas por racimo con promedios entre 3.98 y 2.78, no obstante solo superaron significativamente al genotipo G7309 que tuvo un promedio de 1,0. Se destaca el genotipo MAC24 con promedio de 3,98, el cual superó significativamente a G7309, G20904, MAC27, S31467 y el testigo Bolón rojo cuyos promedios oscilaron entre 1,0 y 2,20 vainas por racimo, no se observaron otras diferencias de importancia. El número de vainas por racimo es un carácter que puede ser afectado por el ambiente y en consecuencia pueden cambiar con el cambio de localidad o de semestre, debido a que es un rasgo gobernado por un alto número de genes lo cual generalmente conduce a la obtención de valores de heredabilidad entre intermedios y bajos. Checa (2005) encontró valores de heredabilidad en sentido amplio para este carácter que oscilaron entre 22 y 42%.

➤ **Número de granos por vaina.**

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados (ANEXO C).

La comparación de promedios de Tukey (tabla 3) indicó que los genotipos G685 y G50330 mostraron los mayores promedios, los cuales presentaron 8.47 y 8.3 granos por vaina respectivamente sin diferencias entre si, pero con diferencias significativas sobre los genotipos MAC23, MAC24, G20813, MAC27, S31467 y la variedad Bolon rojo cuyos promedios oscilaron entre 6.47 y 5 granos por vaina. De igual forma los genotipos G2333 y G7309 con 7,85 y 7,80 granos por vaina, superaron significativamente a las líneas MAC24, MAC27 y S31467 con promedios entre 5,77 y 5.00 granos por vaina.

TABLA 3: Componentes de rendimiento para 20 genotipos de frijol voluble de color rojo.

Genotipo	Largo de Vainas		Vainas en Racimo	Granos vaina	Peso de 100 semillas	Rendimiento kg/ha	
G685	14,17	DEF	3,42 AB	8,47 A	29,43 K	1325,83	ABC
G2333	12,37	ABCD	2,78 AB	7,85 AB	31,83 IJK	1888,57	BCD
G7309	15,10	EF	1,00 C	7,80 AB	35,27 FG	1311,83	ABC
G10909	13,27	ABCDEF	3,32 AB	6,97 ABCD	37,30 F	1316,07	ABC
G15047	10,87	A	2,78 AB	7,23 ABCD	29,27 K	1413,40	ABCD
G20758	12,27	ABCD	3,21 AB	6,70 ABCDE	34,87 FGH	1952,93	CD
G20783	11,43	ABC	3,09 AB	7,00 ABCD	29,46 K	1278,07	ABC
G20813	15,60	F	2,33 ABC	5,77 CDE	30,02 JK	1061,90	A
G20819	11,67	ABC	2,55 ABC	7,37 ABCD	31,02 JK	1787,10	BCD
G20849	12,27	ABCD	2,55 ABC	7,53 ABC	31,97 HIJK	1913,21	BCD
G20881	11,83	ABCD	2,77 AB	7,37 ABCD	31,06 JK	1653,90	ABCD
G20904	12,23	ABCD	2,20 BC	7,12 ABCD	34,77 FGHI	1439,94	ABCD
G20964	12,07	ABCD	3,41 AB	7,30 ABCD	31,80 IJK	1889,00	BCD
G50330	13,00	ABCDE	3,32 AB	8,30 A	32,57 GHIJ	2050,73	D
MAC17	13,67	CDEF	2,53 ABC	7,47 ABC	51,50 D	1875,77	BCD
MAC23	11,57	ABC	3,98 A	6,17 BCDE	36,87 F	1391,20	ABCD
MAC24	13,43	BCDEF	2,88 AB	5,77 CDE	40,50 E	1453,09	ABCD
MAC27	12,60	ABCD	2,20 BC	5,62 DE	76,95 A	1229,30	AB
MAC46	12,87	ABCDE	2,54 ABC	6,80 ABCDE	52,00 D	1629,68	ABCD
S 31467	11,07	AB	1,78 BC	5,00 E	57,05 C	1471,13	ABCD
Bolón Rojo(t)	13,43	BCDEF	1,80 BC	6,47 BCDE	72,90 B	1339,06	ABC

Comparador DMS = 2.66
Tukey al 5%

DMS = 1.80

DMS = 1.97

DMS = 3.26

DMS = 1197.5

Es importante observar que el testigo local Bolón rojo presentó un promedio de granos por vaina estadísticamente similar al 75% de las líneas evaluadas. Burbano y Daza (2003) afirman que el número de granos por vaina es una característica genética que se ve afectada por factores como temperatura, luminosidad, precipitación y fertilidad de suelos, es altamente heredable y puede ser de interés para futuros trabajos de mejoramiento de las variedades regionales que como Bolón rojo, presenta un número de granos por vaina que puede ser aumentado por cruzamiento con genotipos de mayor promedio.

➤ **Peso de 100 semillas.**

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados (ANEXO C).

La comparación de promedios de Tukey (tabla 3) indica que hay alta variación entre los genotipos para este carácter que osciló entre 76.95 y 29.43 gramos. El mayor promedio lo obtuvo la línea MAC27 con 76.95 superando significativamente a todos los demás genotipos evaluados. De igual forma el testigo local con 72.9 gramos superó a todos los materiales evaluados excepto a MAC27 por quien fue superado. El genotipo S31467 con 57.05 gramos fue significativamente mayor en el peso de 100 semillas, respecto a las demás líneas evaluadas, excepto a los dos genotipos anteriores MAC27 y testigo Bolón rojo.

Los genotipos MAC46 y MAC17 con un promedio de 52 y 51.5 gramos fueron superados por MAC27, testigo local y S31467, pero a la vez mostraron promedios significativamente mayores a los presentados por los demás genotipos evaluados que estuvieron entre 40.5 y 29.43 gramos. El genotipo MAC24 quien fue superado por los genotipos MAC27, MAC46, testigo local, y S31467, éste mostró mayores promedios con relación a las demás líneas evaluadas que oscilaron entre 36 y 29.43 gramos.

Los materiales MAC23 y G10909 con 36.87 y 37.3 gramos respectivamente tuvieron promedios significativamente menores que MAC27, testigo local, S31467, MAC46, MAC17, MAC24, pero superaron significativamente a las demás líneas comparadas.

Las líneas G7309, G20758, G20813, G20819, G20849, G20881, G20904, G20964 y G50330, tuvieron una respuesta intermedia para peso de 100 semillas con promedios entre 31.06 y 35.27 gramos. Los genotipos G685, G15047 y G20783 presentaron las semillas de menor peso con promedios entre 29.46 y 29.27 gramos, siendo significativamente más bajos que los demás materiales evaluados.

MAC27 y Bolón rojo (testigo) presentaron mayores promedios de peso debido a que el tamaño de la semilla fue grande, el resto de materiales evaluados presento

un tamaño de semilla de mediano a pequeño, lo cual concuerda con los valores obtenidos.

Es posible que esta variable se vea afectada por la interacción de factores ambientales y características genéticas de los materiales, poca adaptación al medio, mas no por el sistema de cultivo. Mosquera y Ruiz (1986,) en trabajos realizados en frijol voluble establecen que el peso de la semillas es una característica genética que no es afectada por el sistema de cultivo

White et. Al. (1992) demostraron que existe un efecto del hábito de crecimiento en variedades de semilla grande, en las cuales los genotipos de habito indeterminado logran mayores rendimientos. El grano de mayor tamaño tiene mas alto precio, indicando que puede haber una doble ventaja de rendimiento y ganancia económica para el productor.

Al observar la tabla(4) de correlaciones se observa que las variables, número de vainas en racimo y número de granos por vaina influyeron negativamente en el peso de la semilla, lo cual indica que al incrementar el número de vainas por racimo y granos por vaina, el peso de 100 semillas tiende a disminuir.

➤ **Rendimiento en kg/ha.**

El análisis de varianza presentó diferencias significativas a nivel de genotipos (ANEXO C).

No obstante que la prueba de comparación de Tukey (tabla 3) no mostró diferencias entre los materiales evaluados, se decidió aplicar la prueba de Duncan la cual presentó los siguientes resultados; el mayor promedio lo observamos en el genotipo G50330 con 2050.73 kg, el cual presentó diferencias significativas sobre los genotipos G685, G10909, G7309, G20783, G20813, MAC27, y la variedad Bolon rojo cuyos promedios oscilaron entre 1.339,06 y 1061.9 kg, El genotipo G20758 con 1.952,93 kg supero con diferencias a los genotipos MAC27 y G20813 con 1229 y 1061 kg/ha.

Lo anterior indicó que los genotipos G50330 y G20758 alcanzaron alta expresión en la variable rendimiento, y a pesar de mostrar bajo peso de semilla, tuvieron buena producción debido a que presentaron mayor número de vainas en racimo y número de granos en vaina. Estos resultados coinciden por el encontrado por Mosquera y Ruiz (1986) quienes observaron que los materiales más productivos a pesar de mostrar un bajo número de semillas /vaina y bajo peso/ 100 semillas tuvieron buen rendimiento debido a que presentaron mayor número de vainas /planta. Por lo anterior los genotipos G50330 y G20758 deben ser tenidos en cuenta para programas de mejoramiento de frijol voluble en las zonas de clima medio de Nariño. Lo anterior el mayor rendimiento de los genotipos mencionados

esta relacionado con su adaptación en la zona de estudio que permitió una mejor expresión de los genes que controlan esta característica para mostrar diferencias.

Una de las variables que más influyó en el rendimiento de los genotipos fue el número de granos por vaina, materiales como G685 presento alto número de granos por vaina (8.47) pero no buen rendimiento, lo que puede ser atribuido al peso de la semilla y al bajo número de vainas por planta. Esto concuerda con estudios realizados por Burbano y Daza (2003). Cabe anotar que es importante tener en cuenta que son muchos los factores que condicionan el rendimiento. Por ello, la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo, de tal manera que los valores reflejen las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes (CIAT, 1985).

3.1.4 Correlaciones entre componentes de rendimiento.

El análisis de correlación lineal de Pearson (tabla 4) indica que existió correlación significativa entre número de vainas por racimo y peso de 100 semillas. El coeficiente de correlación de -0.43 para esta variable es intermedio y negativo lo cual sugiere que el incremento del número de vainas por racimo contribuye a una reducción en el peso de 100 semillas. De igual forma el número de granos por vaina presentó una correlación significativa y negativa (-0.53) con peso de 100 semillas, indicando que el incremento en el número de granos por vaina tiende a reducir el peso de la semilla. Otra correlación significativa encontrada fue la del número de granos por vaina con el rendimiento, la cual alcanzó un coeficiente de 0.46 , indicando que un aumento en el número de granos por vaina condujo a incrementar rendimiento en los materiales de color rojo evaluados.

En general se observa en las correlaciones entre componentes de rendimiento la presencia de coeficientes negativos y positivos, lo que cual sugiere que existe una compensación entre componentes de rendimiento, que indica que el aumento en algunos de ellos conduce a la reducción de otros, este fenómeno de compensación fue ampliamente discutida por Adams (1967).

TABLA 4: Análisis de correlación rendimiento vs componentes de rendimiento para 20 materiales de frijol voluble de color rojo.

	Largo de vainas	Vainas Racimo	Granos vaina	Peso 100 semillas	Rendimiento
Largo de vainas	1	-0.30503 0.1788 ns	0.11768 0.6114ns	0.04614 0.8426ns	-0.30964 0.1720ns
Vainas racimo		1	0.21225 0.3557ns	-0.43690 0.0477 *	0.27112 0.2345ns
Granos vaina			1	-0.53834 0.0118 *	0.46304 0.0345 *
Peso 100 semillas				1	-0.22760 0.3211ns
Rendimiento					1

ns = no hay diferencias

* = diferencias significativas

** = diferencias altamente significativas

3.2 EVALUACION DE GENOTIPOS DE FRÍJOL VOLUBLE DE GRANO CREMA MOTEADO (VIVA CM).

3.2.1 Periodo reproductivo.

➤ Días a floración.

El análisis de varianza para días a floración no presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados (ANEXO D).

Lo anterior indica que la expresión de este carácter fue similar entre los materiales evaluados y no permitió observar diferencias notables entre los genotipos que se encuentran en un rango de 50 a 55 días.

➤ Días de madurez a cosecha.

El análisis de varianza para días a madurez de cosecha presentó diferencias altamente significativas entre genotipos (ANEXO D).

La tabla (5) de promedios de Tukey para días a madurez de cosecha, indica que los genotipos G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6, G20765, con promedios comprendidos entre 116 y 123,33 días mostraron mayor precocidad con diferencias significativas sobre el testigo Cargamanto Antioqueño, cuyo promedio alcanzó los 143,3 días, la diferencia de estos genotipos con el testigo Cargamanto antioqueño oscilaron entre 20 y 27,3 días , lo cual sugiere que estas líneas pueden ser de interés para acortar el periodo vegetativo en un programa de mejoramiento de frijol para la zona media de Nariño.

No se observaron otras diferencias entre los materiales evaluados. Si se relaciona la variable días a madurez de cosecha con días a floración , se puede establecer que dados los resultados del análisis de varianza y de comparación de Tukey, los genes que controlan y aportan a la precocidad de los genotipos G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6, G20765, solo fueron suficientemente evidentes en su expresión después de la floración, puesto que hasta la época de floración no se observaron diferencias significativas. Trabajos realizados por Guerrero y Torres (1986), afirman que esta característica permite seleccionar genotipos de frijol por su precocidad, donde materiales de hábito IVa mostraron ser más precoces que los genotipos IVb.

TABLA 5 : Componentes de crecimiento vegetativo para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Días a madurez de cosecha	
G15438	123,33	B
G20740	125,00	AB
G20765	116,00	B
G22036	131,67	AB
MAC1	120,00	B
MAC11	126,67	AB
MAC12	125,00	AB
MAC15	131,67	AB
MAC16	125,00	AB
MAC19	128,33	AB
MAC2	126,67	AB
MAC22	126,67	AB
MAC25	127,67	AB
MAC26	126,67	AB
MAC28	126,00	AB
MAC29	128,33	AB
MAC3	130,00	AB
MAC30	128,33	AB
MAC31	126,67	AB
MAC32	128,33	AB
MAC33	126,67	AB

CONTINUACION.

TABLA 5: Componentes de crecimiento vegetativo para 35 genotipos de fríjol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Días a madurez cosecha	
MAC38	126,67	AB
MAC39	120,00	B
MAC41	125,00	AB
MAC42	130,00	AB
MAC48	128,33	AB
MAC50	128,33	AB
MAC51	126,67	AB
MAC52	130,00	AB
MAC53	126,67	AB
MAC54	129,33	AB
MAC55	128,33	AB
MAC6	116,67	B
MAC7	128,33	AB
MAC8	121,67	B
Cargamanto (t) Antioqueño	143,33	A
Comparador Tukey al 5%	DMS = 19.5	

3.2.2 Componentes de capacidad trepadora.

➤ Capacidad trepadora.

El análisis de varianza para esta variable presentó diferencias altamente significativas entre materiales (ANEXO E).

La tabla (6) de comparación de promedios de Tukey presentó diferencias entre las líneas evaluadas. El testigo Cargamanto antioqueño mostró un promedio de (1.33) de acuerdo con la escala de capacidad trepadora, con diferencias significativas sobre las líneas MAC26, MAC22, MAC54 y MAC6 con un promedio de 4.33 en la escala de capacidad trepadora quienes mostraron menos capacidad para trepar.

En general todos los genotipos evaluados presentan de acuerdo con la escala 1 – 9 alta capacidad para trepar, correspondiendo a genotipos de hábito 4. dentro de ellos se puede establecer que el 16 % de las plantas corresponden al hábito de crecimiento 4b (escala 1-2), el 84 % correspondió a plantas de hábito 4a (escala3-4). De acuerdo con Lamprechtl (1947) la capacidad trepadora obedece a una característica genética heredable. Esta característica ayuda a determinar el hábito de crecimiento, donde los 4b poseen la mayor capacidad de colonizar las partes altas de la planta.

➤ Altura de planta.

El análisis de varianza para altura 1 y altura 2 no presento diferencias significativas entre genotipos evaluados cuyos promedios oscilaron entre 1.72 m y 1.80 m para altura 1 y 2.30 m a 2.37 m para altura 2 (ANEXO E).

Lo anterior indica que para la expresión de este carácter, no se observa variabilidad genética entre los materiales evaluados, y en caso de hacer selección este carácter no debe ser considerado.

➤ Largo de entrenudos.

El análisis de varianza para esta variable presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados(ANEXO E).

Al realizar la prueba de Tukey no se presentaron diferencias entre materiales para esta variable. Por lo cual se procedió a evaluar mediante la prueba de comparaciones de Duncan (tabla 6), la cual presentó con mayores promedios a los genotipos MAC7, MAC8, y la variedad Cargamanto antioqueño, los cuales oscilaron entre 17.7 y 18.07 cm, con diferencias significativas sobre el genotipo G15438 con un promedio de 12.07 cm. No se observo otro tipo de diferencias entre los materiales evaluados.

TABLA 6: Componentes de capacidad trepadora para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Capacidad trepadora		Largo de entrenudos	
G15438	2,00	AB	16,20	AB
G20740	3,33	AB	13,53	AB
G20765	3,67	AB	12,73	AB
G22036	4,00	AB	12,07	B
MAC1	4,00	AB	14,67	AB
MAC11	2,33	AB	16,20	AB
MAC12	2,67	AB	15,07	AB
MAC15	3,67	AB	14,20	AB
MAC16	3,00	AB	15,20	AB
MAC19	3,67	AB	14,77	AB
MAC2	2,67	AB	15,50	AB
MAC22	4,33	A	15,30	AB
MAC25	2,67	AB	16,10	AB
MAC26	4,33	A	13,67	AB
MAC28	2,33	AB	15,27	AB
MAC29	3,00	AB	14,33	AB
MAC3	3,67	AB	15,60	AB
MAC30	2,33	AB	15,40	AB
MAC31	3,67	AB	17,70	A
MAC32	3,00	AB	16,37	AB
MAC33	3,33	AB	16,30	AB
MAC38	4,00	AB	16,07	AB

CONTINUACION

TABLA 6: Componentes de capacidad trepadora para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Capacidad trepadora		Largo de entrenudos	
MAC39	3,00	AB	14,40	AB
MAC41	4,00	AB	17,13	AB
MAC42	2,67	AB	16,30	AB
MAC48	2,00	AB	18,07	A
MAC50	3,00	AB	16,40	AB
MAC51	3,33	AB	15,60	AB
MAC52	3,00	AB	16,93	AB
MAC53	3,33	AB	16,57	AB
MAC54	4,33	AB	16,17	AB
MAC55	2,67	AB	17,03	AB
MAC6	4,33	AB	15,37	AB
MAC7	3,00	AB	15,83	AB
MAC8	3,67	AB	17,30	AB
Cargamnto (t)	1,33	B	18,03	A
Antioqueño				
Comparador Tukey al 5%	DMS = 2.75		DMS = 6.82	

El testigo Cargamanto antioqueño fue uno de los de mayor promedio, pero a la vez este fue similar al 97% de los materiales evaluados. Estos resultados demuestran poca variabilidad para este carácter dentro de los genotipos evaluados, lo cual fue previamente también en la variable altura de planta que no mostró variabilidad genética para dicho carácter. Lo anterior sugiere que no resulta de mucha importancia la selección por estos caracteres (altura y largo de entrenudos) en especial si se trata de buscar genes para mejorar la arquitectura de la planta de materiales regionales como el Cargamanto antioqueño usado como testigo en esta evaluación.

➤ **Número de guías.**

El análisis de varianza no presentó diferencias a ninguna nivel para esta característica (ANEXO E).Lo anterior sugiere que los materiales evaluados no presentaron diferencias contrastantes que permitan manifestar que un material puede ser seleccionado por esta característica.

3.2.3 componentes de rendimiento.

➤ **Largo de vainas.**

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados (ANEXO F)

La tabla 7 de promedios de Tukey para largo de vainas mostró con un alto promedio al genotipo MAC51 con 16,13 , el cual presentó diferencias significativas sobre las líneas G20740 , MAC15, MAC48, MAC42, MAC16, MAC13, MAC38, MAC22, MAC32,y G22036, cuyos promedios oscilaron entre 12.40 y 9,67 centímetros. Cargamanto antioqueño (testigo) con 15.67 centímetros no presentó diferencias significativas con MAC51.

El testigo mantiene un promedio similar al 70% de los genotipos evaluados y no es superado por ninguno de ellos, lo cual sugiere que no existe entre los materiales en estudio ninguno que pueda ser tenido en cuenta para mejorar este carácter en la variedad cargamanto antioqueño. Algunos genotipos presentaron mayor expresión de la variable largo de vainas, esto es debido a condiciones ambientales de la región y constitución genética de las plantas.

Trabajos realizados por Checa (2005) en el Darien, Palmira y Popayán afirma que las condiciones ambientales favorables y la adaptación de los materiales ayudan a la expresión del potencial genético de esta variable.

TABLA 7: Componentes de rendimiento para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Largo de Vainas		Granos vaina		Peso de 100 semillas		Rendimiento kg/ha	
G15438	13,23	BCD	6,83	ABCD	42,62	G	954,6	B
G20740	12,40	ABC	5,33	CDE	49,45	EFG	1713,94	AB
G20765	13,03	ABCD	4,70	E	63,12	ABCDEF	1759,52	AB
G22036	9,67	A	5,80	ABCDE	55,07	CDEFG	1719,13	AB
MAC1	14,07	BCD	6,13	ABCDE	63,06	ABCDEF	1586,68	AB
MAC11	12,83	ABCD	5,60	BCDE	62,35	ABCDEFG	1621,11	AB
MAC12	13,40	BCD	6,57	ABCDE	56,80	CDEFG	1592,06	AB
MAC15	12,27	ABC	5,50	CDE	71,02	ABCDE	1762,94	AB
MAC16	12,07	AB	5,60	BCDE	71,39	ABCDE	1836,53	AB
MAC19	14,07	BCD	6,60	ABCDE	57,53	CDEFG	1360,62	AB
MAC2	14,33	BCD	6,50	ABCDE	68,04	ABCDE	1875,9	AB
MAC22	11,63	AB	5,70	ABCDE	57,68	CDEFG	1442,59	AB
MAC25	14,53	BCD	7,13	ABC	58,91	BCDEFG	1626,43	AB
MAC26	13,83	BCD	6,73	ABCD	57,18	CDEFG	1391,52	AB
MAC28	13,57	BCD	6,60	ABCDE	68,90	ABCDE	1581,47	AB
MAC29	13,73	BCD	6,57	ABCDE	66,23	ABCDE	1586,59	AB
MAC3	14,23	BCD	6,63	ABCDE	65,49	ABCDE	1392,77	AB
MAC30	14,23	BCD	6,50	ABCDE	73,48	ABCD	1413,73	AB
MAC31	14,23	BCD	6,40	ABCDE	52,07	DEFG	1753,8	AB
MAC32	11,53	AB	5,07	DE	82,16	AB	1548,45	AB
MAC33	12,07	AB	5,50	CDE	89,14	A	1775,55	AB
MAC38	11,83	AB	5,27	CDE	72,31	ABCD	1912,5	AB
MAC39	12,97	ABCD	6,20	ABCDE	69,82	ABCDE	1540,18	AB

CONTINUACIÓN

TABLA 7: Componentes de rendimiento para 35 genotipos de frijol voluble de color crema moteado.

Genotipo	Largo de Vainas		Granos vaina		Peso de 100 semillas		Rendimiento kg/ha	
MAC41	13,17	ABCD	5,67	ABCDE	72,73	ABCD	1846,27	AB
MAC42	12,17	ABC	4,90	DE	78,10	ABC	2347,65	A
MAC48	12,27	ABC	7,57	AB	43,87	FG	1348,6	AB
MAC50	14,63	BCD	6,40	ABCDE	65,23	ABCDE	1593,17	AB
MAC51	16,13	D	6,47	ABCDE	63,71	ABCDEF	2046,45	AB
MAC52	14,23	BCD	6,50	ABCDE	74,93	ABCD	1357,26	AB
MAC53	13,47	BCD	6,53	ABCDE	66,68	ABCDE	1657,6	AB
MAC54	13,47	BCD	6,70	ABCD	72,33	ABCD	1669,4	AB
MAC55	14,33	BCD	6,57	ABCDE	66,28	ABCDE	1288,09	AB
MAC6	13,27	BCD	6,20	ABCDE	65,60	ABCDE	1312,77	AB
MAC7	13,63	BCD	6,40	ABCDE	57,71	CDEFG	1648,68	AB
MAC8	12,90	ABCD	6,03	ABCDE	61,43	BCDEFG	1639,8	AB
Cargamanto (t) antioqueño	15,67	CD	7,60	A	63,44	ABCDEF	1392,71	AB
Comparador Tukey al 5%	DMS = 9.45		DMS = 2.05		DMS = 20.87		DMS = 1193.37	

➤ **Vainas en racimo.**

El análisis de varianza para número de vainas en racimo no presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados (ANEXO F). Lo anterior indica que la expresión de este carácter, fue similar entre los materiales evaluados y no existe variabilidad genética suficiente para permitir la selección por esta variable.

➤ **Granos por vaina.**

El análisis de varianza para granos por vaina, presentó diferencias altamente significativas entre materiales (ANEXO F).

La tabla (7) muestra los promedios para número de granos por vaina, los cuales se encuentran en un rango entre 7.6 y 4.7 granos. El testigo Cargamanto antioqueño con 7,6 mostró diferencias significativas sobre los genotipos MAC15, MAC16 y MAC11, G20740, G20765, MAC32, MAC33, MAC38 y MAC42 cuyos promedios oscilaron entre 4.70 y 5.50.No se observaron otro tipo de diferencias entre los materiales evaluados.

Al igual que en el largo de vainas, en el número de granos por vaina no se encontraron líneas que superaran al testigo cargamanto antioqueño, lo cual sugiere que no es posible usar estos genotipos para mejorar este carácter en el material regional. No obstante existen genotipos con promedios similares al testigo, como MAC48, G15438 y MAC23, en los cuales se podría observar además del número de granos por vaina, otros caracteres de interés agronómico que justifiquen su selección.

La tabla (8) de correlaciones indica que la variable largo de vainas con un coeficiente altamente significativo (0.45) fue la que mas influyó en la variable número de granos por vaina. En general la expresión fenotípica del número de granos por vaina tiene un alto componente genético (Checa 2005), lo cual sugiere que es un carácter altamente heredable.

➤ **Peso de 100 semillas.**

El análisis de varianza para peso de 100 semillas presentó diferencias altamente significativas a nivel de tratamientos (ANEXO F).

La tabla (7) de promedios de tukey para peso de 100 semillas, mostró entre los mejores promedios, a la línea MAC33 con 89,14 gramos, la cual presentó diferencias significativas con las líneas G15438, G20740, G22036, MAC12, MAC19, MAC22, MAC25, MAC26, MAC31, MAC48, MAC7, MAC8 con promedios que oscilaron entre 42,62 y 61,43 gramos. La diferencia existente para esta

variable entre las líneas, se puede atribuir a las características genéticas del material, las cuales esta relacionadas en parte con el tamaño de la semilla (Voysesst, 2000).

El testigo Cargamanto antioqueño no mostró diferencias con MAC33, y mantiene un promedio similar al 97% de los genotipos evaluados. Lo anterior indica que ningún genotipo supero al testigo en el peso de la semilla, adicionalmente la tabla 7, muestra que con excepción la línea G15438 de menor promedio (42,6 gramos). Todas las demás igualaron al testigo, lo cual indica que cualquiera de ellas puede ser objeto de selección por un carácter diferente al peso de 100 semillas.

Rubio y Tovar (2001) encontraron que el peso de la semilla es característica propia de cada material, que puede ser afectada por la fertilidad del suelo y la reducción en la actividad fotosintética. No obstante se considera un carácter altamente heredable.

➤ **Rendimiento en kg/ha.**

El análisis de varianza para rendimiento presentó diferencias altamente significativas entre materiales (ANEXO F).

La tabla (7) de promedios de Tukey para rendimiento estuvo comprendida entre 2347,65 y 954,60 Kg/ha .

A pesar de que el análisis de varianza indica diferencias significativas entre genotipos, la prueba de Tukey muestra pocas diferencias. La línea MAC42 con 2347,65 kg/ha presentó diferencias al 95 % con la línea G15438 que produjo 954 kg. El resto de materiales no presentaron diferencias significativas entre ellos. Los resultados muestran muy poca variación entre los genotipos evaluados, las diferencias entre ellos es más atribuible al error experimental que ha verdaderos efectos genéticos, excepto la presentada entre MAC42 y G15438 que ya fue descrita. Adicionalmente ninguno de los genotipos supero al testigo cargamanto antioqueño en rendimiento, como tampoco lo hizo en ninguno de los otros componentes de rendimiento ya descritos, lo cual sugiere que para dichos componentes (largo de vainas, vainas en racimo, número de granos, peso de la semilla y rendimiento) no es posible hacer selección de genotipos que permitan contribuir con sus genes a mejorar el material testigo cargamanto antioqueño, sin embargo hay varios genotipos que igualan al testigo en diferentes características.

Cabe anotar que es importante tener en cuenta que son muchos los factores que condicionan el rendimiento (CIAT1985), es posible que los genotipos evaluados no hayan encontrado en la localidad de Cajabamba, municipio de Consacá, el ambiente apropiado para expresar su potencial de rendimiento y en consecuencia

las pocas diferencias en rendimiento, están en parte relacionadas con la desadaptación de los genotipos, los cuales fueron originados en zonas más bajas.

➤ **Correlaciones entre componentes de rendimiento.**

El análisis de correlación (tabla 8) mostró que los componentes de rendimiento, largo de vainas por planta con un coeficiente de 0.45 presentó una correlación altamente significativa con respecto al número de granos por vaina, lo que indica que al incrementar el largo de las vainas se tiende a aumentar el número de granos por vaina. Además número de granos por vaina con un coeficiente negativo de -0.42 presentó una correlación significativa con respecto al peso de 100 semillas, indicando una reducción en el peso de la semilla al aumentar el número de granos por vaina. Otra correlación significativa encontrada fue peso de 100 semillas con un coeficiente de 0.38 con respecto al rendimiento, esto nos indica que el rendimiento está influenciado positivamente por el peso de la semilla. Finalmente el número de granos por vaina muestra una correlación negativa con el rendimiento (-0.54) que sugiere que el aumento en el número de granos por vaina puede afectar otros componentes que conducen a la disminución del rendimiento.

En general se observa en las correlaciones entre componentes de rendimiento, la existencia de coeficientes negativos y positivos, lo cual sugiere la compensación que se da entre ellos la cual es discutida ampliamente por Adams (1967).

TABLA 8: Análisis de correlación rendimiento vs componentes de rendimiento para 35 materiales de frijol voluble de color crema moteado.

	Largo Vainas	Granos Vaina	Peso 100 semillas	Rendimiento
Largo vainas	1	0.45854 0.0049**	0.06680 0.6987 ns	-0.06013 0.7276 ns
Granos vaina		1	-0.42021 0.0107*	-0.54358 0.0006**
Peso 100 semillas			1	0.38166 0.0216 *
Rendimiento				1

ns = no hay diferencias

* = diferencias significativas

** = diferencias altamente significativas

3.3 EVALUACION DE GENOTIPOS DE COLOR ROJO MOTEADO.

3.3.1 Periodo Reproductivo.

➤ Días a floración.

El análisis de varianza presentó diferencias al 1% para días a floración entre materiales evaluados (ANEXO G).

La comparación de promedios de Tukey (tabla 9) para días a floración, indica que los promedios de los genotipos evaluados oscilaron entre 50.67 y 67.33 días. Se observó además que existen tres grupos diferenciados. El primer grupo corresponde a los genotipos precoces identificados como: G12169, G50335, MAC4, MAC5, MAC13, MAC14, MAC21, MAC34, MAC35, MAC 36, MAC37, MAC40, MAC43, MAC44, MAC45 y MAC47 cuyos promedios estuvieron entre 50.67 y 53.33 días. Estos genotipos superaron significativamente en precocidad a los materiales, CAROV4, CAROV8, CAROV11, CAROV12, CAROV14 y el testigo Cargamanto Rojo los cuales oscilaron entre 64 y 67.33 días. En general 22 de los 28 materiales evaluados presentaron un comportamiento similar. La diferencia entre genotipos precoces respecto a los tardíos se atribuye a la presencia de determinados genes que les permite obtener una respuesta a las condiciones ambientales, en especial al fotoperiodo que conduce a la reducción del tiempo desde la siembra hasta la floración. Posiblemente el origen de los genotipos tardíos es evolutivamente diferente al de los genotipos precoces y en consecuencia, puede ser distinta a la constitución genética que determina el tiempo a floración.

➤ Días a madurez de cosecha.

El análisis de varianza presentó diferencias a nivel del 1% para días a madurez de cosecha entre materiales (ANEXO G)

La comparación de promedios de Tukey (tabla 9) indica que los genotipos evaluados oscilaron entre 111.67 y 150 días a madurez de cosecha. Ninguno de los genotipos se destacó por su precocidad. En contraste las líneas CAROV12, CAROV8, CAROV11 y CAROV14 con promedios entre 148.33 y 150 días, se mostraron como los más tardíos con diferencias significativas respecto a los demás genotipos evaluados excepto con CAROV4 y CAROV8 que tuvieron un promedio de 146.67 días.

TABLA 9: Componentes de crecimiento vegetativo para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.

Genotipo	Días a floración		Días a madurez de cosecha	
CARO.V4	66,67	AB	146,67	AB
CARO.V8	65,00	ABC	146,67	AB
CARO.V11	64,33	ABC	150,00	A
CARO.V12	65,00	ABC	150,00	A
CARO.V14	67,33	A	148,33	A
G12169	53,00	E	126,67	BCD
G20817	54,00	DE	116,67	CD
G50335	53,33	E	115,00	CD
MAC4	50,67	E	125,00	BCD
MAC5	50,67	E	125,00	BCD
MAC9	55,67	CDE	121,67	CD
MAC10	55,00	CDE	123,33	CD
MAC13	53,33	E	128,33	BCD
MAC14	52,33	E	126,67	BCD
MAC18	54,00	DE	126,67	BCD
MAC20	53,00	E	123,33	CD
MAC21	53,00	E	123,33	CD
MAC34	53,33	E	126,67	BCD
MAC35	51,33	E	121,67	CD
MAC36	51,33	E	120,00	CD
MAC37	53,33	E	121,67	CD
MAC40	52,33	E	125,00	BCD
MAC43	52,33	E	111,67	D
MAC44	53,00	E	113,33	CD
MAC45	52,33	E	123,33	CD
MAC47	50,67	E	130,00	BCD
MAC49	56,67	BCDE	128,33	BCD
Cargamanto Rojo (t)	64,00	ABCD	141,67	BCD
Comparador Tukey al 5%	DMS = 10.98		DMS = 18.24	

El testigo Cargamanto Rojo con 141.67 días presento un comportamiento similar a los materiales evaluados excepto a los tres antes mencionados (CAROV8, CAROV11 y CAROV14), los cuales fueron reportados como más tardíos. Al relacionar las variables días a floración con días a madurez de cosecha se observa que los genotipos CARO.V11, CARO.V12, CARO.V14, CARO.V4, CAROV8, mantienen su condición de materiales tardíos.

3.3.2 Componentes de capacidad trepadora.

➤ Capacidad trepadora.

El análisis de varianza para la variable capacidad trepadora presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados (ANEXO H).

La comparación de promedios de Duncan (tabla 10) para esta variable, mostró a los genotipos CARO.V8 y G12119 como los mas altos y agresivos con una calificación de 1 en la escala de 1 a 9, con diferencias significativas sobre los genotipos MAC45, MAC37, MAC21, MAC9, que presentaron una capacidad trepadora menor con promedios superiores a 3.3. En general no se observó otro tipo de diferencias, debe recordarse que la escala de medida de la capacidad trepadora es inversa y los valores menores significan mayor capacidad para trepar.

La mayor parte de los genotipos incluyendo el testigo, presentaron una calificación para capacidad trepadora entre 1 y 3, lo cual indica que corresponden a genotipos de hábito IV. Los resultados sugieren que la escala diseñada para estudiar capacidad trepadora, es sensible para hábitos de crecimiento contrastantes, pero cuando los genotipos tienen hábitos similares (IVa, Ivb) su poder discriminatorio disminuye. Es posible que las pocas diferencias encontradas estén también relacionadas con el alto coeficiente de variación (46.7 %), el cual puede ser producto de la limitada experiencia de los autores para el manejo de la escala visual.

TABLA 10: Componentes de capacidad trepadora para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.

Genotipo	Capacidad trepadora	Altura 1 (60 días)	Altura 2 (130)	Largo de entrenudos	Número guías planta
CARO.V 4	2,00 ABC	1,70 AB	2,25 BCD	15,43 AB	3,57 C
CARO.V 8	1,00 A	1,76 B	2,33 ABCD	14,77 AB	2,57 ABC
CARO.V11	2,33 ABC	1,67 AB	2,13 CD	15,67 AB	2,53 ABC
CARO.V12	1,33 AB	1,72 AB	2,24 BCD	19,20 A	1,90 ABC
CARO.V14	2,67 ABC	1,68 AB	2,18 CD	15,77 AB	1,90 ABC
G12169	1,00 A	1,71 AB	2,28 BCD	13,00 B	2,70 ABC
G20817	2,67 ABC	1,76 B	2,32 ABCD	14,77 AB	2,50 ABC
G50335	3,33 BC	1,78 B	2,32 ABCD	16,43 AB	1,83 ABC
MAC4	2,67 ABC	1,74 AB	2,26 BCD	15,37 AB	2,07 ABC
MAC5	3,33 BC	1,73 AB	2,29 BCD	17,77 AB	1,90 ABC
MAC9	3,67 C	1,78 B	2,33 ABCD	16,33 AB	2,30 ABC
MAC10	2,67 ABC	1,70 AB	2,21 BCD	16,50 AB	2,00 ABC
MAC13	1,67 ABC	1,72 AB	2,27 BCD	16,20 AB	2,00 ABC
MAC14	2,67 ABC	1,63 AB	2,13 CD	14,87 AB	1,73 AB
MAC18	2,00 ABC	1,71 AB	2,29 BCD	15,00 AB	3,33 BC
MAC20	2,67 ABC	1,75 B	2,29 BCD	18,07 AB	2,13 ABC
MAC21	3,67 C	1,55 A	2,03 D	16,43 AB	1,50 A
MAC34	2,00 A BC	1,78 B	2,37 ABC	16,10 AB	2,40 ABC
MAC35	3,33 BC	1,71 AB	2,16 CD	17,83 AB	1,57 AB
MAC36	3,00 ABC	1,72 AB	2,27 BCD	17,10 AB	1,90 ABC
MAC37	3,67 C	1,74 B	2,26 BCD	15,97 AB	1,63 AB
MAC40	3,00 ABC	1,76 B	2,31 ABCD	14,60 AB	2,33 ABC
MAC43	3,00 ABC	1,75 B	2,27 BCD	17,77 AB	2,67 ABC
MAC44	3,33 BC	1,77 B	2,60 A	16,77 AB	1,73 AB
MAC45	3,67 C	1,69 AB	2,27 BCD	17,83 AB	2,23 ABC
MAC47	3,33 BC	1,72 AB	2,28 BCD	17,77 AB	2,00 ABC
MAC49	3,33 BC	1,71 AB	2,24 BCD	16,63 AB	2,57 ABC
Cargamanto Rojo (t)	2,00 ABC	1,73 AB	2,51 AB	18,50 AB	2,40 ABC
Comparador Tukey al 5%	DMS = 3.91	DMS = 0.22	DMS = 0.32	DMS = 6.42	DMS = 2.59

➤ **Altura 1.**

El análisis de varianza para altura 1 presentó diferencias significativas a nivel de materiales (ANEXO H).

De acuerdo con la tabla 10 de promedios de Tukey, los genotipos fluctuaron entre 1.55 y 1.78 metros de altura. Se observaron muy pocas diferencias entre los materiales evaluados. Las líneas G50335, G20817, MAC37, MAC40, MAC43 y MAC44 con promedios entre 1.74 y 1.78 m superaron significativamente la línea MAC21 que alcanzó una altura de 1.55 m. El testigo Cargamanto Rojo no presentó diferencias significativas con ninguno de los genotipos evaluados. No se observaron mas diferencias entre los materiales estudiados.

Estos resultados sugieren que para este grupo de genotipos, la altura de planta no constituye una variable que permita un tipo de selección importante al menos en la primera lectura.

➤ **Altura 2.**

Contrario a lo observado en el vivero de frijol crema moteado, el análisis de varianza para el vivero rojo moteado presentó diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados (ANEXO H).

En la tabla 10 de comparación de promedios de Tukey, se encontró que los materiales evaluados fluctuaron entre 2.03 y 2.60 metros de altura en época de madurez de cosecha. Los genotipos CAROV8, G20817, G50335, MAC9, MAC34, MAC40, MAC44 y Cargamanto Rojo con promedios de 2.31 a 2.60, no mostraron diferencias significativas entre sí. De estos materiales la línea MAC44 con 2.60 m superó significativamente las demás líneas evaluadas. El testigo Cargamanto Rojo con 2.51 m de altura, supero significativamente a las líneas CAROV11, CAROV14, MAC14, MAC21 y MAC35 cuyos promedios fluctuaron entre 2.03 y 2.18 m.

Si se compara la primera lectura con la segunda, se observa que en la segunda lectura se presentaron mayores diferencias. Lo anterior sugiere que es posible que los genes de altura en algunos genotipos se manifiesten de manera más tardía. Igual que en la evaluación de los genotipos de frijol de grano rojo, las diferencias en altura entre los materiales estudiados se atribuye fundamentalmente a una acción genética heredable (Hamad. 1975, Ortiz de la Cruz 1989).

Es necesario tener en cuenta que la altura es un factor importante en la producción de frijol voluble, que puede tener efecto sobre los componentes de rendimiento y sobre el rendimiento final. Esto se cumple cuando hay en el grupo de evaluación genotipos contrastantes para el carácter altura de planta.

➤ **Largo de entrenudos.**

El análisis de varianza para esta variable presentó diferencias al 1% entre genotipos evaluados (ANEXO H).

La comparación de promedios de Tukey (tabla 10) para largo de entrenudos, presentó al I genotipo CARO.V12 con 19.20 cm mostró diferencias significativas respecto al genotipo G12169 con 13 centímetros. No se presentaron diferencias significativas entre los demás materiales evaluados.

En general se puede mencionar que la variación genotípica fue mínima, lo cual sugiere muy poca variabilidad genética para este carácter dentro de los genotipos analizados. Lo anterior tiene mucha semejanza con los resultados observados en los viveros de frijol Rojo y Crema moteado. Los resultados indican que en los tres viveros, la variable largo de entrenudos es muy poco discriminadora y no constituye un factor importante de selección.

➤ **Número de guías planta.**

El análisis de varianza presentó diferencias a nivel del 1% para la variable número de guías entre materiales (ANEXO H).

En la tabla 10 encontramos los promedios para número de guías por planta, según la prueba de comparación de Tukey el genotipo CARO.V4 con un número de de 3,57 guías, mostró diferencias significativas sobre los genotipos MAC 21, MAC35 y MAC37, con promedios entre 1.50 y 1.73 guías por planta. No se observo otro tipo de diferencias entre los materiales. El testigo comercial Cargamanto Rojo no presentó diferencias con ninguno de los genotipos evaluados, lo cual sugiere que entre las líneas estudiadas es posible no exista ninguna que sirva de fuente genética para aumentar el promedio de este carácter en el testigo regional.

Igual que en largo de entrenudos, el número de guías en los tres viveros estudiados (Rojos, Crema moteado, Rojo moteado), fue muy poco variable mostrando estreches en la base genética para este carácter.

3.3.3 Componentes de rendimiento.

➤ **Largo de vainas.**

El análisis de varianza muestra que no se presentaron diferencias significativas a nivel de materiales respecto a esta variable, el cual osciló entre 14.80 y 10.83 cm (ANEXO I).

El resultado sugiere poca variabilidad para este carácter entre los materiales evaluados o en su defecto no existieron condiciones ambientales para que los genes responsables de este carácter, manifiesten su potencial para permitir diferencias entre los genotipos evaluados. Estos resultados indican que para el carácter largo de vainas se observó menor variabilidad en el vivero de frijoles Rojos moteados, que en los viveros de frijol Rojos y Cremas moteados antes evaluados.

➤ **Número de vainas en racimo.**

El análisis de varianza para número de vainas por racimo presentó diferencias significativas a nivel de 5% entre materiales (ANEXO I).

Según la comparación de promedios de Duncan (tabla 11) el número de vainas por racimo osciló entre 1.53 y 3.40.El genotipo MAC 43 se destacó por presentar un alto promedio con 3.40 vainas por racimo. Este genotipo superó

TABLA 11: Componentes de rendimiento para 27 genotipos de frijol voluble de color rojo moteado.

Genotipo	Vainas Racimo		Peso de 100 semillas		Rendimiento kg/ha	
CARO.V 4	2,00	BCD	65,89	A	1001,78	C
CARO.V 8	1,53	D	74,01	A	1008,87	C
CARO.V11	1,77	CD	62,40	AB	969,40	C
CARO.V12	2,33	ABCD	69,93	A	976,80	C
CARO.V14	2,33	ABCD	67,52	A	801,93	C
G12169	1,67	CD	47,43	AB	1225,10	C
G20817	2,87	ABC	56,68	AB	2280,55	AB
G50335	2,67	ABCD	60,18	AB	1631,34	ABC
MAC4	2,20	BCD	64,29	AB	1499,96	ABC
MAC5	1,77	CD	62,87	AB	1764,90	ABC
MAC9	2,13	BCD	71,15	A	1327,55	BC
MAC10	2,23	BCD	71,45	A	1598,40	ABC
MAC13	2,10	BCD	69,08	A	1330,99	BC
MAC14	2,60	ABCD	65,21	AB	1265,40	C
MAC18	1,97	BCD	68,19	A	1396,47	ABC
MAC20	2,33	ABCD	63,65	AB	1554,00	ABC
MAC21	2,07	BCD	68,91	A	1320,80	BC
MAC 34	3,00	AB	66,89	A	1565,15	ABC
MAC 35	2,43	ABCD	63,71	AB	1520,36	ABC
MAC36	1,97	BCD	60,58	AB	1496,48	ABC
MAC37	2,00	BCD	61,77	AB	1468,23	ABC
MAC40	1,77	CD	64,13	AB	1382,45	ABC
MAC43	3,40	A	34,36	B	2300,73	A
MAC44	2,00	BCD	63,27	AB	1540,13	ABC
MAC45	2,20	BCD	65,44	A	1422,82	ABC
MAC47	2,77	ABC	65,56	A	1278,13	C
MAC49	2,10	BCD	71,19	A	1620,65	ABC
Cargamnto (t)	1,67	CD	72,33	A	1375,39	ABC
Rojo						
Comparador DMS = 2.05			DMS = 19.17		DMS = 1035	
Tukey al 5%						

significativamente al 64.28 % de los materiales evaluados, incluyendo entre ellos al testigo Cargamanto Rojo que alcanzó un promedio de 1.67 vainas por racimo. No obstante lo anterior, las líneas CAROV12, CAROV14, G20817, G50335, MAC14, MAC20, MAC34, MAC35, MAC43 y MAC47 con promedios entre 2.33 y 3.00 vainas por racimo, no presentaron diferencias con el genotipo MAC43. de estos materiales, la línea MAC34 con un promedio de 3.00 vainas por racimo también logró superar al testigo local Cargamanto.

Lo anterior sugiere que los genotipos MAC43 y MAC34, con buen promedio para esta característica deben ser tenidos en cuenta para futuras evaluaciones en el mejoramiento de frijol voluble.

➤ **Número de granos por vaina.**

El análisis de varianza para número de granos por vaina no presentó diferencias significativas entre genotipos evaluados cuyos promedios oscilaron entre 5.8 y 6 granos por vaina (ANEXO I).

Lo anterior indica que la expresión de este carácter, fue similar para los materiales evaluados y no permitió observar diferencias notables entre ellos. Este resultado contrasta con el encontrado en los viveros de frijol Rojos y Crema moteado, en los cuales se observó mayor variabilidad para este carácter con diferencias significativas entre las líneas evaluadas.

➤ **Peso de 100 semillas.**

El análisis de varianza para peso de 100 semillas presentó diferencias a nivel del 1% entre tratamientos (ANEXO I)

La tabla 11 de promedios de Tukey muestra que el peso de 100 semillas osciló entre 74,01 y 34,36. No obstante, existen muy pocas diferencias entre los materiales estudiados. La línea MAC43 con un peso promedio de 100 semillas de 34.36 gramos fue superada por el 50 % de las líneas evaluadas incluyendo el testigo Cargamanto Rojo. Ninguno de los genotipos superó al testigo, demostrando que no existe en este grupo de materiales evidencia de expresión genética, que permita seleccionar individuos para aumentar el peso de la semilla en el testigo comercial. Este resultado obtenido en el grupo de frijoles de color Rojo moteado, contrasta con las evaluaciones realizadas para los frijoles Rojos y Cremas moteados entre los cuales se observó mucho más variabilidad genética para este carácter.

Es importante tener en cuenta que el peso de la semilla está relacionado con el tamaño de la misma y que su expresión depende en alto grado de los genes mayores que gobiernan este carácter, pero también influye las condiciones

ambientales en la época de llenado de grano y la adaptación que el material presente en la región de estudio, Mosquera y Ruiz (1986) en trabajos realizados en frijol voluble sugieren que el peso de la semillas es una característica genética que no es afectada por el sistema de cultivo

➤ **Rendimiento en kg/ha.**

El análisis de varianza presentó diferencias a nivel del 1% entre tratamientos para esta variable (ANEXO I).

La prueba de medias de Tukey (tabla11), indica que el rendimiento estuvo comprendido entre 2300.73 y 801.93 kg/ha. Los genotipos MAC43 con 2300.73 y G20817 con 2280,55 kg/ha presentaron diferencias significativas sobre los materiales MAC47, MAC13, MAC9, MAC14, G12169, CARO.V8. CARO.V4 CARO.V12. CARO.V11. CARO.V14, los cuales oscilaron entre 1330.99 y 801.93 kg/ha.

El testigo Cargamanto Rojo no superó ni fue superado por ninguna de las líneas evaluadas. Lo anterior significa que bajo las condiciones de la localidad de la vereda Cajabamba del municipio de Consacá, no se encontró ningún genotipo con rendimientos significativamente superior al testigo. Sin embargo a pesar de que los genotipos MAC43 y G20817 no superaron al testigo a nivel del 0.05 de probabilidad es posible que usando un nivel de probabilidad menos exigente como el 0.1 si lo hubiesen logrado, por lo tanto sería interesante tenerlos en cuenta para futuras evaluaciones.

Es importante considerar que el rendimiento es un carácter complejo que es gobernado por muchos genes y que interactúa con el ambiente, lo cual hace que el carácter presente entre intermedia y baja heredabilidad en la mayor parte de los casos. Lo anterior sugiere la necesidad de probar los genotipos en distintos ambientes, porque es posible que muchos genes para rendimiento que no se manifestaron en la presente zona de estudio, puedan expresarse en otras localidades quizás con menor altura y se pueda conseguir dentro de este grupo, algún material que a futuro se constituya en una nueva alternativa de producción.

➤ **Correlaciones entre componentes de rendimiento.**

En la tabla 12 se observan las correlaciones lineales de Pearson obtenidas entre las variables, número de vainas por racimo, peso de 100 semillas y rendimiento. Los resultados indican que la correlación lineal entre el peso de la semilla y el número de vainas por planta es altamente significativa con un coeficiente de –

0.43, y que sugiere que en un grado intermedio el incremento en el número de vainas por racimo contribuye a la reducción en el peso de la semilla.

Por otra parte el peso de 100 semillas presentó una correlación altamente significativa con el rendimiento con un coeficiente de -0.54 , que indica que dicha correlación tiene un valor intermedio, y que de alguna manera en los materiales evaluados, cuando se incrementa el peso de la semilla, se produce un sacrificio en el rendimiento. De otro lado el número de vainas por racimo tiene una correlación directa con el rendimiento altamente significativa, con un coeficiente de 0.53 que sugiere el incremento en el rendimiento con el aumento del número de vainas por racimo.

TABLA 12: Análisis de correlación rendimiento vs componentes de rendimiento para 27 materiales de frijol voluble de color rojo moteado.

	Vainas racimo	Peso 100 Semillas	Rendimiento
Vainas racimo	1	-0.43553 0.0205*	0.53305 0.0035**
Peso 100 semillas		1	-0.54248 0.0029**
Rendimiento			1

ns = no hay diferencias

* = diferencias significativas

** = diferencias altamente significativas

3.4 SELECCIÓN DE GENOTIPOS.

Con base en los resultados de la evaluación realizada para los tres viveros estudiados, y teniendo en cuenta las diferentes variables analizadas y su comparación frente a los testigos, se seleccionaron para futuros trabajos de mejoramiento los siguientes genotipos.

Vivero de granos rojos: se seleccionaron los genotipos G50330 por su alto número de granos por vaina (8.3) y por su alto rendimiento (2050.73 kg/ha), MAC27 por alto peso de 100 semillas (76.95 gramos), MAC23 por su alto número de vainas por racimo (3.98) y G685 por el alto número de granos por vaina(8.47). Todos los genotipos de este vivero pueden ser usados como fuente de genes para precocidad porque superaron al testigo entre 30 y 42.77 días.

Vivero de granos crema moteado: ninguna de las líneas hizo meritos para selección por componentes de rendimiento al no superar al testigo Cargamanto antioqueño. Sin embargo las líneas G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6 y G20765 pueden ser fuente de genes en precocidad al reducir su ciclo en 21.66 y 27.33 días respecto al testigo.

Vivero de granos rojo moteado: en el vivero rojo moteado no hubo diferencias con el testigo Cargamanto rojo en la mayoría de variables evaluadas, la única posibilidad de selección fue para los genotipos MAC43 y MAC34 por su alto número de vainas por racimo (3.4 y 3.0 respectivamente).

4 CONCLUSIONES

1. En los genotipos de grano rojo el 75% de las líneas evaluadas fueron más precoces que el testigo Bolón Rojo con una diferencia superior a 13 días a floración, destacándose G20819 que superó al testigo Bolón Rojo en 23.7 días. En días a madurez de cosecha todos los genotipos mostraron mayor precocidad que el testigo con diferencias entre 35 y 43 días. En los genotipos de grano crema moteado seis líneas superaron en precocidad al testigo Cargamanto antioqueño, en días a madurez de cosecha con diferencias entre 21.66 y 27.33 días. Ninguna de las líneas de grano rojo moteado superaron al testigo.
2. En los tres ensayos, la capacidad trepadora, largo de entrenudos y altura no mostraron diferencias importantes entre los genotipos evaluados que pudieron tenerse en cuenta para algún tipo de selección.
3. En el largo de vainas para los viveros de grano rojo y crema moteado, se encontró diferencias entre los genotipos evaluados, pero ninguna de las líneas superó a los testigos Bolón rojo y Cargamanto antioqueño respectivamente, en el vivero rojo moteado no hubo diferencias para este carácter.
4. En el número de vainas por racimo, se destacó para el vivero de grano rojo la línea MAC23 con 3.98 vainas por racimo superando al testigo Bolón rojo con 1.80 vainas por racimo. Mientras que en el vivero de grano rojo moteado, las líneas MAC43 y MAC34 con promedios de 3.4 y 3.0 superaron al testigo Cargamanto rojo (1.67). Entre los crema moteado no hubo diferencias para este carácter.
5. Las líneas G685 y G50330 con 8.7 y 8.3 granos por vaina, superaron significativamente al testigo Bolón rojo (6.47). el testigo Cargamanto antioqueño con 7.6 granos por vaina supero significativamente al 25% de los genotipos de color crema moteados. Entre los genotipos Rojo moteado no hubo diferencias para esta variable.
6. En el peso de 100 semillas MAC27 con 76.95 gramos superó al testigo Bolón rojo con 72.9 gramos. En los genotipos de grano crema moteado ninguna de las líneas evaluadas superó al testigo Cargamanto antioqueño, que alcanzo un peso de 63.44 gramos. Igual ocurrió en los genotipos de grano rojo moteado los cuales no superaron al testigo Cargamanto Rojo que obtuvo 72.33 gramos.

7. En el vivero de grano rojo se destacó por rendimiento el genotipo G50330 que supero al rendimiento del testigo en un 35%. No se observaron diferencias significativas entre las líneas de grano crema moteado y rojo moteado con sus respectivos testigos.

8. Para los tres viveros, la correlación lineal de Pearson, presentó coeficientes intermedios (47.1) y significativos, con valores positivos y negativos que sugirieron la compensación entre componentes de rendimiento la cual dificulta el mejoramiento genético de esta especie.

5. RECOMENDACIONES.

1. Realizar nuevas evaluaciones de los genotipos estudiados, para observar su comportamiento en diferentes ambientes, en especial en zonas de menor altura.
2. Incluir en los programas de mejoramiento de frijol de la Universidad de Nariño, los genotipos de grano rojo G50330, G685, MAC27, MAC23 por sus componentes de rendimiento. Los genotipos de grano crema moteado G15438, MAC8, MAC39, MAC1, MAC6 y G20765 por su precocidad. Y los genotipos de grano rojo moteado MAC43 y MAC34 por su alto número de vainas por racimo.
3. Evaluar el comportamiento de materiales promisorios a diferentes dosis de fertilización y densidad de siembra.
4. Realizar una nueva siembra con las líneas promisorias para evaluar la incidencia de plagas y enfermedades en clima medio.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, M. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. September – October 1967. crop science. 1967. Vol. 7: 505 – 510.

AGUIRRE, A. y PESKE, L. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. Cali. Colombia, 1982. 248p.

ANGULO, Néstor. Frijol informe anual 1991B- 1992 A. Instituto Colombiano Agropecuario. División de producción de cultivos. Sección de leguminosas Regional 5 CORPOICA Obonuco, Pasto.1992. 43p.

BLAIR, M. And CHECA, O. 2001. Development of mid – elevation, commercial – tipe, Andean climbing beans. CIAT 2001. IP – 1 Annual Report 2000. CIAT, Cali, Colombia.

BLISS, F.A.. Inheritance of growth habit and time of flowering in beans *Phaseolus vulgaris* L. .J . Amer- Soc. Hor. 1971 Sci 93; 715 –717.

BURBANO, J y DAZA, D. Evaluación del comportamiento agronómico de trece líneas mejoradas de frijol voluble (*phaseolus vulgaris*) en asocio con dos variedades de maíz en una zona del altiplano de Pasto. Colombia 2003. 100p Tesis de grado (ingeniero agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Frijol investigación y producción. Cali, Colombia, CIAT, 1985. 415 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Resúmenes analíticos sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Cali, Colombia, CIAT. 1990. 118P.

CHECA, Oscar. Herencia de la capacidad trepadora del frijol voluble y su relación con el rendimiento. Tesis Ph . D. Universidad Nacional de Colombia.2005. 250p.

DETONGNON, J. Inheritance of stem elongation tendency in determinate forms of *Phaseolus vulgaris* L. Thesis Ph D. Corvallis Oregon, State University. 1985. 250p.

ENRIQUEZ, M. 1997. manejo postcosecha de cereales y leguminosas. Convenio SENA-SAC FENALCE, fondo nacional de leguminosas. Boletín informativo p62.

FERNÁNDEZ, Fernando, GEPTS, Paul y SCHOONHOVEN, Art. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. En : Frijol: investigación y producción. Cali, CIAT, 1985. P65-78.

FERNÁNDEZ.F, y ROSERO. D, Evaluación de 100 variedades de frijol voluble en el municipio de Pasto (Nariño). Pasto, Colombia, 1981, 22p. tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias agrícolas.

FLOR. C. A. Revisión de algunos criterios sobre recomendación de fertilizantes en frijol. En investigación y producción CIAT. Cali. Colombia. 1985. p 61-70.

GONZALEZ, G. Plagas del frijol. Memorias del curso seminario sobre aspectos fitosanitarios en trigo, cebada y frijol. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1986. pg 208- 220.

GUERRERO, S y TORRES, N. Comportamiento agronómico de doce variedades regionales de frijol voluble de clima frío en dos sistemas de cultivo en una zona del departamento de Nariño. Pasto, Colombia 1986. 98p tesis de grado (ingeniero agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

HAMAD, I.A. Inheritance of yield. Yield components, numbers of days to flowering, plant height an incidence of interlocutor cavation of pods in snap beans *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Ph. D. The University of Wisconsin – Madison, 1975. 118p.

KORNEGAY ,J, WHITE J. W. y ORTIZ DE LA CRUZ, O. Grown habit and gene pool effect on inheritance of yield in common bean. 1992. Europhytica 62:171 – 180.

LAMPRECHT, H. 1947 The Inheritance of the slender – type of *Phaseolus vulgaris* and some other results. Agri. Hortique Genetica 5 (3 – 4) 72 – 84.

LOPEZ, M. Frijol investigación y producción ;referencia de cursos de capacitación dictado por el CIAT. Colombia ,1985, 416p.

MASSAYA, P. & D. H. WALLACE. Effects of short days on stem elongation in some indeterminate dry bean cultivars adapted to the tropics. Annu. Rpt Bean improv. Copp1986. 29: 1 – 3.

MOSQUERA, Jairo y RUIZ, Marco. Evaluación de diez materiales de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.) en una zona de clima medio del departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1986, 67 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

OBANDO. L. El fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en agro ecosistemas de Nariño , Colombia. En Curso internacional sobre el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L) en zonas de ladera de la región Andina. Profrisa, Rionegro, Antioquia, Colombia.1992. P51-64.

ORTIZ DE LA CRUZ, O. Estudio de heredabilidad del hábito de crecimiento y otros caracteres morfológicos en fríjol. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional. Palmira – Valle. Colombia. 1989. 120p

RAMALHO, M. A. P., Dos Santos, J.B. ZIMMERMANN, M.J. Genética cuantitativa en plantas autógamas. Aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Universidade Federal de Goias. 1993. 120p.

RIOS. M, y QUIROZ, J. El fríjol su cultivo, beneficios y variedades. FENALCE, agosto de 2002. 180p.

RUBIO, D. y TOVAR, V. Evaluación materiales promisorios de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L) Resistente a *Fusarium Oxisporum* ,fsp *phaseoli* en la región cerealera de Guaitarilla. Departamento de Nariño.(Tesis Ingeniero Agrónomo). San Juan de Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias agrícolas. 2001, 94 p.

SAÑUDO, Benjamín. CHECA, Oscar y ARTEAGA, German. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto, produmedios, 1999. 98p.

SINGH., S.P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Annu. Prt. Bean Improv. Copo. 25:92-95.

THURSTON, David. Historial de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina, EE.UU, 1992 .220p.

VOYSEST, O. Mejoramiento genético del fríjol *Phaseolus vulgaris* L. legado de variedades de América latina. CIAT. Cali Colombia. 2000.1930 –1990p.

WELSH. W., BUSHULK, W. ROCCA W. y SINGH S. P. 1995. Characterization of agronomic traits and markers of recombinant inbred lines from intra and interracial populations of *Phaseolus vulgaris* L. Theor. Appl. Genet. 91: 169 – 177.

WHITE, J. W & GONZALES, A. 1990. Characterization of the negative association between seed size among genotypes of common bean. *Field Crops Res.* 23:159 – 175.

WHITE, J. W. Effect of growth habit on yield of large seeded bush cultivars of common bean. *Field Crops. 1992. Research*, 29. 151 – 161 p.

WHITE. J.W, S.P. SING. Effect of seed size and photoperid response on crop growth and yield of common bean. *Field crops.1992. Res . 28: 295-307*

ANEXOS

ANEXO A. Análisis de varianza para las variables periodo reproductivo para 20 líneas de frijol voluble de color rojo (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Días a Floración	Días a madurez De cosecha	F tabulado	
				5%	1%
Bloques	2	37.825 NS	22.333 NS	3.23	5.18
Tratamiento	20	96.644 **	263.243 **	1.84	2.37
Error	40	14.542	1.083		
Coeficiente de Variación(%)		14.08	8.97		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO B. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora de 20 líneas de frijol voluble de color rojo (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Capacidad trepadora	Altura 1	Altura 2	Largo entrenudos	Número guías	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	1.921 *	0.005 NS	0.011 NS	7.235 NS	0.034 NS	3.23	5.18
Tratamiento	20	4.111 **	0.062 **	0.133 **	6.816 NS	0.346 **	1.84	2.37
Error	40	0.554	0.026	0.040	5.373	0.116		
Coeficiente de Variación (%)		42.46	11.50	12.90	16.01	24.1		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO C. Análisis de varianza para las variables de producción para 20 líneas de frijol voluble de color rojo(cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Largo vainas	Vainas racimo	Granos/vaina	Peso 100semillas	Rendimiento	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	2.075*	1.379*	0.795 *	0.347 NS	244628 NS	3.23	5.18
Tratamiento	20	4.593 **	0.743 **	2.423 **	593.914 **	246925 *	1.84	2.37
Error	40	0.613	0.282	0.336	0.909	121197		
Coefficiente deVariación (%)		10.97	30	14.50	34.10	26.16		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO D. Análisis de varianza para las variables de periodo reproductivo para 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Dias a Floración	Dias madurez a De cosecha	F tabulado	
				5%	1%
Bloques	2	477.815 **	112.583 *	3.13	4.92
Tratamiento	35	13.876 NS	63.542 **	1.36	1.56
Error	70	15.652	33.507		
Coficiente de Variación (%)		9.64	5.28		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO E. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora para 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Capacidad trepadora	Altura 1	Altura 2	Largo entrenudos	Número guías	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	0.009 NS	0.018 NS	0.127 **	1.267 NS	0.641 NS	3.13	4.92
Tratamiento	35	1.662 **	0.005 NS	0.016 NS	5.669 *	0.251 NS	1.36	1.56
Error	70	0.676	0.006	0.012	4.073	0.254		
Coeficiente de Variación (%)		30.10	4.59	5.51	13.62	20.6		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO F. Análisis de varianza para las variables de producción de 35 líneas de frijol voluble de color crema moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Largo vainas	Vainas racimo	Granos vaina	Peso100 semillas	Rendimiento	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	21.570 NS	0.64 NS	0.273 NS	133.574 *	146973 NS	3.13	4.92
Tratamiento	35	13.195**	0.25 NS	1.405 **	285.116**	233702 **	1.36	1.56
Error	70	8.134	0.254	0.373	38.143	141678		
Coeficiente de Variación(%)		23.32	79.5	13.58	17.1	26.18		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO G. Análisis de varianza para las variables de periodo reproductivo de 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Dias a Floración	Dias madurez De cosecha	F tabulado	
				5%	1%
Bloques	2	6.25 NS	48.512 NS	3.17	5.01
Tratamiento	27	87.779 **	372.663 **	1.43	1.66
Error	54	10.324	28.450		
Coefficiente de Variación(%)		10.70	9.26		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO H. Análisis de varianza para componentes de capacidad trepadora para 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Capacidad Trepadora	Altura 1	Altura 2	Largo entrenudos	Número guías	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	4.000 *	0.013 *	0.678**	1.779 NS	0.752 *	3.17	5.01
Tratamiento	27	1.913 *	0.007 *	0.035 **	5.902 **	1.602**	1.43	1.66
Error	54	1.308	0.003	0.009	3.533	0.574		
Coefficiente de Variación (%)		46.7	3.38	6.07	12.60	37.88		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)

ANEXO I. Análisis de varianza para las variables de producción de 28 líneas de frijol voluble de color rojo moteado (cuadrados medios)

Fuente Variación	GL	Largo Vainas	Vainas/ racimo	Granos/ vaina	Peso 100 semillas	Rendimiento	F tabulado	
							5%	1%
Bloques	2	0.556 NS	0.218 NS	1.072 NS	76.204 NS	4614.87 NS	3.17	5.01
Tratamiento	27	2.639 NS	0.575 *	0.935 NS	189.098**	340752 **	1.43	1.66
Error	54	1.943	0.360	0.899	31.453	91602.3		
Coeficiente de Variación(%)		11.20	30	15.83	14.25	28.96		

NS = no hay diferencias

* = diferencias significativas (5%)

** = diferencias altamente significativas (1%)