

EVALUACION DE MATERIALES PROMISORIOS DE FRIJOL VOLUBLE  
(Phaseolus vulgaris) EN LA REGION CEREALERA DE GUAITARILLA,  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JOSE DANIEL RUBIO VILLARREAL  
VICENTE ANDRES TOVAR BASTIDAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
PASTO – COLOMBIA

2001

EVALUACIÓN DE MATERIALES PROMISORIOS DE FRIJOL VOLUBLE  
(Phaseolus vulgaris) EN LA REGION CEREALERA DE GUAITARILLA,  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JOSE DANIEL RUBIO VILLARREAL  
VICENTE ANDRES TOVAR BASTIDAS

Trabajo de Grado presentada como requisito parcial

Para optar al titulo de  
INGENIERO AGRÓNOMO

Presidente de Tesis  
OSCAR CHECA CORAL I.A, M.Sc

Copresidente de tesis  
GERMAN ARTEAGA MENESES I.A, M.Sc

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PASTO – COLOMBIA

2001

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo primero del acuerdo numero 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la universidad de Nariño.

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de Pasto, 19 de Noviembre del 2001

VICENTE ANDRES TOVAR BASTIDAS

A mis padres

Hermanos

Amigos

JOSE DANIEL RUBIO VILLARREAL

A la memoria de mi padre

Mi madre

Hermanos

Mi hijo

Mi esposa

Amigos

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Benjamín Sañudo, Ingeniero Agrónomo, por su valiosa orientación.

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño

A todos aquellos que directa o indirectamente colaboraron en el presente trabajo

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 GENERALIDADES	3
1.2 CONDICIONES DE CLIMA Y SUELOS	4
1.3 VARIEDADES	5
1.4 LABORES DE CULTIVO	9
1.4.1 Preparación del suelo	9
1.4.2 Fertilización	10
1.4.3 Manejo de malezas	12
1.4.4 Manejo de plagas del fríjol	13
1.4.5 Manejo de enfermedades del fríjol	13
1.4.6 El amarillamiento del fríjol	16
1.4.6.1 Etiología	16
1.4.6.2 Sintomatología	17
1.4.6.3 Epidemiología	18
1.4.6.4 Control	19
1.5 Cosecha y postcosecha	20
1.6 DESCRIPCIÓN DE VARIEDADES DE BOLON ROJO Y BLANCO EN NARIÑO	22
1.6.1 Características del fríjol Bolon blanco	22

1.6.2 Características del frijol Bolon rojo	23
2 DISEÑO METODOLÓGICO	25
2.1 EVALUACIÓN DE SELECCIONES DE BOLON BLANCO Y BOLON ROJO	28
2.1.1 Historial de selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	28
2.1.2 Diseño experimental	28
2.1.3 Área experimental y área útil	29
2.1.4 Siembra y fertilización	29
2.1.5 Tutorado	30
2.1.6 Labores de cultivo	30
2.1.7 Evaluaciones	31
2.1.8 Análisis estadístico	35
2.2 EVALUACIÓN DE LÍNEAS F8 RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO DEL FRÍJOL	36
2.2.1 Historial de obtención de líneas de generación F8	36
2.2.1 Diseño experimental	37
2.2.2 Área experimental y área útil	38
3.1 EVALUACIÓN DE SELECCIONES DE BOLON BLANCO Y BOLON ROJO	38
3.1.1 Ciclo de vida	38
3.1.2 Componentes de rendimiento	44
3.1.3 Análisis económico	63
3.2 EVALUACIÓN DE LÍNEAS F8 RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO	64
3.2.1 Ciclo de vida	64
3.2.2 Componentes de rendimiento	69
3.2.3 Análisis económico	86

4 CONCLUSIONES	88
5 RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	98

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Análisis de suelos de La vereda San German, Guaitarilla	27
Tabla 2: Ciclo de vida para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	40
Tabla 3: Prueba de Tukey para numero de vainas por planta en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	46
Tabla 4: Prueba de Tukey para porcentaje de vaneamiento en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	49
Tabla 5: Prueba de Tukey para numero de granos por vaina en Selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	52
Tabla 6: Prueba de Tukey para peso de 100 granos en selecciones De Bolon blanco y Bolon rojo	56
Tabla 7: Prueba de Tukey para rendimiento en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	60
Tabla 8: Ciclo de vida para líneas F8 de resistencia al amarillamiento	65
Tabla 9: Prueba de Tukey para numero de vainas por planta en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol	70
Tabla 10: Prueba de Tukey para porcentaje de vaneamiento en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol	74
Tabla 11: Prueba de Tukey para numero de granos por vaina en Líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol	77

Tabla 12: Prueba de Tukey para peso de 100 granos en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol	80
Tabla 13: Prueba de Tukey para rendimiento en líneas F8 Resistentes al amarillamiento	83

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A: Mapa de campo, para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	99
Anexo B: Mapa de campo para líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol.	100
Anexo C: Análisis de varianza para componentes de rendimiento en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo	101
Anexo D: Análisis de varianza para componentes de rendimiento en líneas F8 resistentes al amarillamiento por <u>F oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u> .	102
Anexo E: Datos de precipitación (mm), temperatura (° C) y humedad relativa (%), estación Bombona, para el municipio de Guaitarilla.	103
Anexo F: Correlación de componentes de rendimiento, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	104
Anexo G: Correlación de componentes de de rendimiento, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol por <u>F oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u> .	105
Anexo H: Presupuesto total, selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo, presupuesto de costos.	106
Anexo I: Ingresos netos, en pesos por hectárea, para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	108
Anexo J: Presupuesto total para líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol, presupuesto de costos.	109
Anexo K: Ingresos netos, en pesos por hectárea, para líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol.	111

## LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1: Plagas, daño y control en el cultivo del fríjol	14
Cuadro 2 : Enfermedades y control en el cultivo del fríjol	15
Cuadro 3: Control fitosanitario general	32

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Ciclo de vida para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	41
Figura 2: Numero de vainas por planta, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	47
Figura 3: Porcentaje de saneamiento, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	50
Figura 4: Numero de granos por vaina, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	53
Figura 5: Peso en gramos de 100 granos, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	57
Figura 6: Rendimiento en kilogramos por hectárea, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	61
Figura 7: Ciclo de vida para líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.	66
Figura 8: Numero de vainas por planta, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.	71
Figura 9: Porcentaje de vaneamiento, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.	75
Figura 10: Numero de granos por vaina, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.	78

Figura 11: Peso en gramos de 100 granos, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.	81
Figura 12: Rendimiento en kilogramos por hectárea, en líneas F8 resistentes al amarillamiento.	84

## GLOSARIO

**CAMELLON:** lomo de tierra entre dos surcos.

**CHAQUIN:** elemento para la labor de siembra, consiste en un palo delgado con punta en uno de sus extremos y con el cual se hacen los hoyos en los camellones o surcos para depositar la semilla.

**EMERGENCIA:** etapa de desarrollo vegetal, que se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo.

**LEGUMINOSA:** legumbre, planta que tiene como fruto una legumbre o vaina monocarpelar dehiscente que se abre por una división ventral.

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

TUTORADO: labor de cultivo, en la cual, se utiliza un tutor o guía, artificial o vegetal, para dar soporte a especies vegetales con tipo de crecimiento indeterminado.

VANEAMIENTO: muerte rápida de yemas, inflorescencias o frutos jóvenes. Se presenta en leguminosas cuando las vainas o legumbres no cargan semillas.

VARIEDAD: puede asimilarse al concepto de raza, son especies vegetales seleccionadas artificialmente, por ejemplo para diferenciar forma, tamaño, color, sabor en granos de frijol.

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizaron dos ensayos con frijol voluble en monocultivo bajo el sistema de enmallado, entre los meses de octubre de 1999 y mayo del 2000, en el municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño, con una altura de 2653 msnm.

En el primer ensayo se evaluaron dos líneas de Bolon blanco (L59, L60) y dos de Bolon rojo (L17, L43) resultantes de selecciones individuales de variedades comerciales, en comparación con variedades testigos OBN 102, Bolon rojo regional y Bolon rojo precoz. En el segundo ensayo se utilizaron líneas resistentes al hongo Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli identificadas como Puerres 1 (Bolon rojo precoz X ICA Rumichaca), Puerres 2 (ICA Rumichaca X Sangretoro), Puerres 3 (ICA Rumichaca X Guarzo voluble), L3 (OBN 102 X Bolon blanco), L4 (OBN 102 X ICA Rumichaca), L24 (Bolon rojo precoz X OBN 102), L87 (ICA Rumichaca X Conejo), L89 (Conejo X OBN 102), L106 (Mortiño X ICA Rumichaca) procedentes de hibridaciones y Bolon rojo 59 obtenido por selección individual comparándolas con los testigos OBN 102 e ICA Rumichaca. En los dos ensayos se realizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y se evaluaron las siguientes variables: ciclo de vida (días a emergencia, a floración,

a producción de vaina, a vaina llena y madurez de cosecha), componentes de rendimiento (numero de vainas por planta, numero de granos por vaina, peso de 100 granos, porcentaje de vaneamiento) y rendimiento de grano seco en kilos por hectárea.

En el ensayo de selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo, los materiales mas precoces fueron los bolones rojos con 190 días desde siembra a cosecha, entretanto la línea L60 tuvo el mejor rendimiento con 2015 kg/ha mostrando ingresos netos de \$1.804474.

Para el ensayo de líneas resistentes a F oxisporum f.sp. phaseoli, los materiales mejorados Puerres 1, 2 y 3, L3, L4, L24, L87, L89 y L106 con un periodo de 192 días de siembra a cosecha fueron los mas precoces, mientras que OBN 102 con 1935 kg/ha y L4 (grano blanco) con 1493,3 kg/ha y mostrando ingresos netos de \$1.668.848 y \$664.586 respectivamente, fueron los de mejor comportamiento.

## ABSTRACT

The present work consists of two experiments using kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) using a system of wire mesh between the months of October, 1999 and May, 2000, in the municipality of Guaitarilla, Department of Nariño, at an altitude of 2653 metros above sea level.

In the first experiment, two lines of Bolon blanco (L59, L60) and two ones of Bolon rojo (L17, L43) from individual selections of commercial varieties were evaluated, comparing witness varieties OBN 102, Regional Bolon rojo and Precocious Bolon rojo. In the second experiment, strong lines to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*, were used. These lines were identified as Puerres (Precocious Bolon rojo X ICA Rumichaca), Puerres 2 (ICA Rumichaca X Sangretoro), Puerres 3 (ICA Rumichaca X Guarzo voluble), L3 (OBN 102 X Bolon blanco), L4 (OBN 102 X ICA Rumichaca), L24 (Precocious Bolon rojo X OBN 102), L87 (ICA Rumichaca X Conejo), L89 (Conejo X OBN 102), L106 (Mortiño X ICA Rumichaca) these lines came from hybridizations and Bolon rojo 59 by being compared with OBN 102 and ICA Rumichaca, original stock. A random block design with three repetitions was carried out and the following variables were tested: life cycle (days to sprouting, flowering, sprout production and sprout yield), output components (number of

sheaths per plant, number of beans per sheath, 100-grains weight, percentage of empty sheath) and output of dried grain in kilograms per acre.

In the experiment using of Bolon blanco and Bolon rojo selections, the plants grew more rapidly the red grain emerged within 190 days period from sowing to ripeness of yield. White L60 had the best output with 2015 kg/acre showing net incomes of \$1.804.474 pesos per acre.

For the lines of E oxisporum f. sp phaseoli, the improved materials Puerres 1, 2 and 3, L3, L4, L24, L87, L89 and L106 were more precocious with 192 days from sowing to ripeness of yield, white OBN 102 with 1935 kg/acre, and the line L4 (white grain) with 1493,3 kg/acre and with net incomes of \$1.668.848 and \$664.586, pesos per acre, the best of the various strains.

# ANEXOS

## INTRODUCCION

El frijól en Colombia se cultiva en todo el territorio nacional figurando como principales productores Antioquia, Nariño, Huila, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca y Tolima, los cuales aportan mas del 50% de la producción nacional. El área sembrada alcanza las 135.000 hectáreas, estimándose que el 93% de los cultivos están ubicados en la zona Andina, el 5,6% en los valles interandinos y el 1,4% en la región del caribe (Maldonado y Moya, 1997, 1).

En Nariño, como en otras regiones cerealistas del país, los cultivos como el trigo y la cebada han ido poco a poco perdiendo importancia, ya sea por la falta de una política adecuada en favor del agricultor o por bajos rendimientos, por lo cual se buscan alternativas adecuadas y rentables que puedan utilizarse como sustitutos de los cereales, destacándose así el frijól voluble, que con un adecuado manejo bajo el sistema de enmallado, puede dar rendimientos de hasta tres toneladas de grano seco por hectárea (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 9).

Mediante un programa de mejoramiento del frijól voluble, la Universidad de Nariño con su Facultad de Ciencias Agrícolas, ha venido trabajando principalmente en la obtención de materiales con resistencia al amarillamiento ocasionado por el hongo

Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli, mediante programas de hibridación y selección individual, buscando así la aceptación por parte de los agricultores, en diferentes municipios cerealistas, entre los cuales esta el municipio de Guaitarilla, en donde el frijol para el año 2000 ocupó un área sembrada de 150 hectáreas, de las cuales se cosecharon 145 y se produjeron 135 toneladas de grano seco.

Por tanto, mediante ensayos de validación y de transferencia, se espera obtener la información necesaria para iniciar un programa de promoción comunitaria y lograr la aceptación de materiales promisorios.

El presente trabajo se realizó cumpliendo los siguientes objetivos:

Evaluar el ciclo de cultivo y rendimientos, bajo el sistema de enmallado, de dos líneas de frijol Bolon Rojo y dos líneas de frijol Bolon Blanco obtenidos por selección individual, e igualmente diez líneas de frijol de la generación F8 obtenidas por hibridación, comparativamente con variedades regionales.

Realizar un análisis económico para todos los materiales en estudio, mostrando cuales son los más promisorios para el agricultor del municipio de Guaitarilla.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 GENERALIDADES

Anualmente Colombia importa 35000 toneladas de frijol y por las cuales se paga 20 millones de dólares a Canadá, China y Estados Unidos. Ello implica que se necesitaría 33000 nuevas hectáreas sembrada en frijol para suplir estas necesidades y con solo \$2.800.000 de inversión se obtendría un rendimiento del 20% de la inversión inicial (Domínguez, 2001, 2-4).

Angulo (1994, 4) menciona que de las especies cultivadas en Nariño, el frijol común (Phaseolus vulgaris L), es una alternativa rentable en este departamento y ocupa un área de 25000 hectáreas, sembradas por pequeños y medianos productores, en climas frío y medio y en zonas de ladera. Del área cultivada, el 40% corresponde a variedades de tipo voluble o de enredadera, en su mayoría regionales, sembradas en altitudes entre 2400 y 2950 msnm, en los sistemas de asociación con variedades regionales de maíz (85%) y en monocultivo (15%).

El máximo rendimiento experimental de algunos cultivares de fríjol se estima en mas de 5000 kg/ha en condiciones optimas de producción en monocultivo, pero los rendimientos más altos obtenidos por los agricultores rara vez alcanzan los 2500kg/ha. Esta diferencia con frecuencia se atribuye a las perdidas ocasionadas por enfermedades, insectos, condiciones edáficas y condiciones climáticas adversas, sistemas de cultivo, manejo agronómico y niveles de insumo aplicados por los agricultores, cultivares utilizados, etc (Singh, 1985, 109).

## 1.2 CONDICIONES DE CLIMA Y SUELOS

Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 9) mencionan que el fríjol voluble se cultiva en Nariño en regiones con alturas que van de 2000 a 2900 metros sobre el nivel del mar, con una buena distribución de lluvias en las épocas de germinación a formación de guía, del inicio de la floración hasta la formación de las primeras vainas y durante el llenado de grano. También son necesarias épocas abrigadas durante la emergencia de las plantas, en el inicio del envolvimiento de la guía en el tutor, en la floración y durante la madures fisiológica de las plantas. Además el fríjol voluble es sensible a las bajas temperaturas durante las fases de crecimiento, por lo que las heladas que se presentan en Noviembre y en Enero, pueden llegar a ocasionar perdidas totales.

Ospina et al. (1995, 132) menciona que regiones con regímenes de lluvias entre 1200 – 2000 mm/año bien distribuidos son adecuados para la producción de fríjol.

Los suelos sueltos, profundos y con buen contenido de materia orgánica son los más adecuados para el cultivo del fríjol de enredadera. Sin embargo, en suelos pesados también se logra un buen desarrollo de las plantas, con una capacidad normal de la producción, siempre que se corrijan excesos de humedad cerca de la zona radical; ello se logra, sembrando las semillas en el lomo de los camellones, (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 9).

El pH óptimo para el desarrollo del fríjol y la buena adquisición de nutrientes esta en el rango de 5,4 a 7 que equivale a decir: ligeramente ácido a neutro (Ospina et al. 1980 citados por Pardo y Benítez, 1998, 17).

### 1.3 VARIEDADES

Cruz y Timana (1996, 138) realizaron un estudio de descripción de 23 materiales de fríjol voluble en el Centro de Investigación de Obonuco de Corpoica a una altura de 2710 msnm, encontrando que los materiales como Mortiño, Sangretoro y Cargamanto mostraron un tipo de planta con habilidad trepadora moderada y color de testa de la semilla de dos colores; algunos como, Conejo y Bolon Rojo se

distinguieron por ser los más precoces a floración con 98 a 100 días y a madurez con 232 días; otros como Bolon blanco, Vaca, Mortiño, Liborino Redondo y Sangretoro grande se destacaron por tener los mayores rendimientos, sobresaliendo Liborino redondo con 5010 kg/ha.

En las regiones trigueras de Nariño, según Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 9), se cultivan variedades como:

- Bolon blanco: es una variedad de grano blanco, grande y ovalado; flor blanca; crecimiento agresivo con la mayor carga de vainas en la parte superior de la planta; tolerante a la roya pero susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; el rango de adaptación en altura es de 2400 a 2700 msnm; característica de las áreas medias y el ciclo de vida va desde los 180 a 250 días.
- ICA Rumichaca: presenta grano mediano, redondo y rojo con pintas crema; flor blanca; crecimiento moderado con carga de vainas en toda la planta; tolerante al amarillamiento, roya y antracnosis; amplio rango de adaptación desde los 2000 a 2700 msnm; el ciclo de vida dura entre 150 y más de 250 días según la altura en que se siembre.
- Vaca: material de grano grande arriñonado, blanco con puntos y manchas negras; flor lila; crecimiento agresivo con carga de vainas en la parte alta de la planta; tolerante a la roya pero susceptible a antracnosis, mancha

anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; es una variedad de altura, se adapta entre los 2700 y 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.

- Conejo: variedad de grano grande ovalado, crema con pintas cafés; flor lila; crecimiento moderado y de carga de vainas en toda la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; el rango de adaptación va de los 2700 a 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.
- Sangretoro: presenta grano grande arriñonado, rojo con pintas cremas; flor lila; crecimiento agresivo y con carga de vainas en la parte alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo de halo; se adapta entre 2400 y 2700 msnm y el ciclo de vida abarca entre los 180 y 250 días.
- Bolon rojo: variedad de grano grande redondo y rojo; flor lila; de crecimiento agresivo y carga de vainas en la parte alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; se adapta en las áreas bajas y medias entre los 2000 y 2700 msnm y el ciclo de vida dura entre 150 y 250 días según la altura en que se siembre.
- Cargamanto de Nariño: presenta grano redondo, blanco con pintas moradas y negras; flor morada; crecimiento agresivo con carga en la parte

alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; se adapta entre los 2700 y 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.

- Frijol ICA 0.3.2: material de grano grande ovalado y morado con pintas crema escarlata; flor morada; crecimiento agresivo de carga de vainas en la parte alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; se adapta entre los 2700 y 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.
- Mortiño: presenta grano grande redondo y moradon parduzco con pintas cremas; flor morada; crecimiento agresivo de carga de vainas en la parte alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; se adapta entre los 2700 y 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.
- Mantonegro: variedad de grano grande redondo y morado de pintas crema; flor morada; crecimiento agresivo con carga de vainas en la parte alta de la planta; susceptible a antracnosis, mancha anillada, amarillamiento y añublo bacterial de halo; se adapta en áreas de altura entre los 2700 y 2900 msnm y el ciclo de vida es mayor de 250 días.

Se han realizado estudios de caracterización con estas variedades, para demostrar su potencial en zonas de clima frío y promover programas de

mejoramiento, con el fin de obtener materiales con características favorables al agricultor.

#### 1.4 LABORES DE CULTIVO

**1.4.1. Preparación del suelo.** El acondicionamiento o preparación de los suelos para el cultivo del frijol se realiza en forma manual. Entre las labores realizadas se pueden mencionar la roza, limpia del terreno o control de la vegetación existente, mediante la tala de arbustos y su incorporación al suelo. En terrenos previamente cultivados se adecua el área de los surcos. Cuando la topografía lo permite se emplea el arado tirado por bueyes o por mulares y en ocasiones se efectúa la preparación mecánica empleando arado de discos operado mediante tractor (Maldonado y Moya, 1997, 4).

La preparación del suelo debe hacerse cerca de la época de siembra, tratando de reducir el número de operaciones de labranza y evitando en lo posible el uso de implementos de volteadura, por lo que se aconseja volver a trabajar con el arado de chuzo (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 11).

Thurston (1992, 2) dice que para zonas de alta precipitación, el mejor método de siembra para frijol se realiza bajo cobertura (frijol tapado), siendo ideal para la

obtención de un alimento ecológico por el nulo movimiento de suelo que se realiza para el cultivo. 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 Choco, 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.

1.4.2. **Fertilización.** Según Flor (1985, 288) para la fertilización en frijol se tienen en cuenta los siguientes criterios:

- la cantidad de nutrimentos que tiene el suelo
- Los requerimientos nutricionales del cultivo; los conceptos de exportación y potencial de producción
- La eficiencia del fertilizante en el suelo
- El aspecto económico de la fertilización

Los requerimientos nutricionales del cultivo del frijol según Ospina et al (1995, 132) y para una producción de 2.5 Toneladas de grano seco por hectárea son: 10.5 kg de nitrógeno, 10 kg de  $P_2O_5$ , 120 kg de  $K_2O$  y 10 kg de  $MgO$ .

El Programa de Investigación y Transferencia de tecnología de Frijol PITTA – frijol (1999, 4) habla que el nitrógeno es un elemento muy importante en el frijol pero se debe recordar que el cultivo es capaz de tomarlo del aire mediante los nódulos de

la raíz. También necesita cantidades pequeñas de fósforo; sin embargo, este elemento, en la mayoría de los casos, no se encuentra disponible en el suelo. En síntesis los requerimientos de NPK se rigen por la relación 1:3:1 por lo cual generalmente se aplican fertilizantes con esas cantidades.

Barrera (1994, 448) dice que una recomendación general de fertilización en la zona Andina para frijol es de 15 – 25 kg/ha de Nitrógeno, 100 – 150 kg/ha de  $P_2O_5$  y 75 – 100 Kg/ha de  $K_2O$ , teniendo en cuenta la acidez de los suelos de esta zona.

En el Departamento de Nariño, Rosero (1985, 47), en un estudio de fertilización en frijol en el Altiplano de Pasto, utilizó diferentes niveles de fertilizante de fórmula comercial 13-26-6 en dosis de 0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha, obteniendo los mejores resultados de producción con las dosis de 300 y 400 kg/ha.

En otro estudio, Ortega (1991, 59), en un suelo de Buesaco, Departamento de Nariño, evaluando la respuesta del frijol a la fertilización química y orgánica, combinó un fertilizante de la fórmula 10-30-10 con un lombricomposto, concluyendo que dosis de 100 y 150 kg/ha de fertilizante aplicadas junto con 4 ton/ha de lombricomposto, mostraron los mayores rendimientos en grano seco de frijol.

Para la zona cerealera, Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 16) recomiendan un abonamiento en el momento de la siembra con fertilizantes de tipo 10-30-10, 13-

26-6 o Fosfato Diamonico (18-46-0) en regiones altas y 15-15-15 o 18-18-18 o Fosfato Diamonico en regiones bajas con dosis de 50 kg/ha de Fosfato Diamonico o 75 kg/ha de los abonos compuestos, además como fuente de elementos menores se utiliza Agrimins en dosis de 10 kg/ha, depositando el fertilizante en el mismo sitio de la semilla o haciendo el hueco a un lado. El reabone se recomienda hacerlo entre 30 y 45 días después de la siembra del fríjol con 50 kg/ha de 15-15-15 o 18-18-18 si en la siembra se utilizo 10-30-10 o 13-26-6, en el caso contrario, si se emplearon los primeros en la siembra, el reabone se hará con 50 kg/ha de los abonos de tipo 10-30-10 o 13-26-6. En el caso de que el Fosfato Diamonico haya sido utilizado en la siembra, se recomienda la aplicación en reabone de 10 kg de Urea más 20 kg de Nitrato de potasio por hectárea.

**1.4.3. Manejo de malezas.** El cultivo del fríjol debe mantenerse libre de malezas en el primer mes de desarrollo con desyerbes manuales, y en el momento de la floración y la fructificación. Se pueden usar productos a base de Linuron como Afalon en dosis de 50 a 75 gr/bomba o 1 a 1,5 kg/ha, recomendándose la mayor dosis en suelos pesados (Ospina et al. 1995, 133).

Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 17) afirman que para el fríjol voluble en monocultivo se aconseja la aplicación preemergente de la mezcla Afalon (Linuron), 50 – 75 gr/bomba mas Dual (Metolaclor), 100 cc/bomba, dos días después de la siembra y cuando el suelo tenga humedad adecuada, siendo efectiva para el

control preemergente de malezas de hoja angosta y ancha. A los 30 días después de la siembra del frijol y al iniciar la formación de los primeros botones florales, se aconseja deshierbas manuales, cumpliéndose estas labores cuando el suelo tenga una humedad adecuada. Después de la producción mayor de flores es conveniente hacer una tercera deshierba. Sin embargo esta labor puede realizarse químicamente, con el herbicida Gramoxone (Paraquat), 100 cc/bomba, empleando una pantalla protectora, para dirigir el chorro únicamente a las calles.

**1.4.4. Manejo de plagas del frijol.** Las plagas y su control en el cultivo del frijol según: Orozco citado por Fernández y Rosero (1981, 5), González (1986, 210 y 213); Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 18 y 19); Fernández y Rosero (1981, 6) y Ospina et al (1995, 133), se resumen en el cuadro 1.

**1.4.5. Manejo de las enfermedades del frijol.** Las enfermedades más importantes del cultivo del frijol, según Tamayo (1995, 5 y 25); Campos (1987, 58); Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 22) y Ospina et al (1995, 133), se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 1.** Plagas, daño y control en el cultivo del frijol.

PLAGA	DAÑO	CONTROL
Trozadores <u>Agrotis ipsilon</u>	Cortando y perforando plántulas.	Sebos a base de Sevin PM85 (Carbaryl) y aspersiones a la base de la planta con Lannate (Metomyl) 50 cc/bomba.
Masticadores del follaje o cucarroncitos de hojas <u>Diabrotica</u> spp <u>Ceretoma</u> spp	Defoliación, perforaciones y muescas en bordes de hojas.	Riego oportuno, eliminación de malezas, aspersiones con Carbaryl PM 85 (Carbaryl) 1.0-1.3 kg I.A/ha.
Chupadores del follaje <u>Empoasca fabae</u> <u>Empoasca krameri</u>	<u>E fabae</u> , enanismo y vaneamiento. <u>E krameri</u> , amarillamiento de plantas y secamiento temprano.	Aplicación de Lannate (Metomyl) 40-50 cc/bomba o Kevin (Carbaryl) 75-100 gr/bomba. En producción de vainas Karathe (Lambda-cihalotrina) 15 cc/bomba.
Minadores <u>Agromyza</u> sp.	Parqueo y minado de hojas, reduciendo área foliar.	Aplicaciones de Evisect (Thiocyclan-hidrogenoxalato) 15-25 gr/bomba.
Afidos <u>Aphis</u> spp	Deformación de hojas y transmisión del virus del mosaico común.	Aplicaciones con Perfektion (Dimetoato) 1 lt/ha.
Mosca blanca <u>Trialeurodes vaporariorum</u> .	Chupa savia, amarillamiento de hojas, transmite el virus del moteado clorótico.	Aplicación de Lannate (Metomyl) 50 cc/bomba para huevos y estados inmaduros. Para una nueva explosión Perfektion o Sistemín (Dimetoato) 50 cc/bomba.
Gusano de la semilla <u>Delia</u> sp	Perforación de semillas y consumo del embrión.	Tratar la semilla con Force (Teflutrina) 1 cc/kg de semilla.
Gorgojo <u>Acanthoscelides obtetus</u> .	Perforación de granos.	Tratar granos con aceite de cocina 1cc/kg de semilla.

Fuente: Este estudio.

**Cuadro 2.** Enfermedades y control en el cultivo del frijol

ENFERMEDAD	CONTROL
Antracnosis <u>Colletotrichum lindemutianum</u> y Mancha anillada <u>Ascochyta phaseolorum</u>	Tratar semilla con Benlate (Benomyl) o Bavistin (Carbendazim) 2 gr o 2 cc/kg de semilla, se aplica los mismos en primeras plantas afectadas 20 gr o 20 cc/bomba. Si hay renuevo infeccioso Anvil (Hexaconazol) 50cc/bomba o Store (Difenoconazol) 25 cc/bomba.
Roya <u>Uromyces phaseoli</u>	Dhitane M45 o Manzate 200 (Mancozeb) 100 gr/bomba. Protestante Anvil (Hexaconazol) 50cc/bomba en 50% de área foliar afectada.
Cenicilla <u>Erysiphe polygoni</u>	Elosal SC 1.5 a 3.0 cc/bomba.
Virus del Mosaico	Variedades resistentes y semilla sana
Añublo bacterial de halo <u>Pseudomonas syringae</u> pv <u>phaseolicola</u> .	Oxicloruro de cobre 50% 5.0-7.5 gr/litro o Kocide 101 6.0 gr/litro en frecuencias de 8 días.
Moho blanco <u>Sclerotinia sclerotiorum</u>	Benlate 50WP 0.5 gr/lit o Rovral PM50 1.0 gr/lit o Mertec 450 SC 1.0 cc/lit en época de floración.

Fuente: Este estudio

1.4.6. **El amarillamiento del frijol.** Sañudo y Zúñiga (1982, 3) mencionan que el amarillamiento del frijol es una enfermedad severa en algunas regiones frías al sur del departamento de Nariño, por ocasionar pérdidas mayores del 80% en la producción de las variedades volubles Mortiño, Sabanero y Cargamanto Ecuatoriano, sin que hasta el momento exista un control químico efectivo.

Harter, citado por Velandia (1990, 3) indica que la enfermedad del frijol llamada comúnmente amarillamiento o marchitamiento, fue mencionada por primera vez por Harter en 1929 en el Valle de Sacramento (California). Posteriormente, entre 1929 y 1933, Kendrick y Snyder realizaron estudios etiológicos concluyendo que Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli era el agente causal de esta enfermedad.

En Colombia la enfermedad fue registrada por primera vez por Cardona en 1904 en el departamento de Antioquia, y luego autores como Checa, Sañudo, Barros y Barreto, citados por Velandia (1990, 3) confirmaron su presencia en otros departamentos.

1.4.6.1. **Etiología.** El hongo Fusarium oxysporum se caracteriza por tener clamidiosporas sin septas, que miden de 6 – 15 micras de largo y 2 – 4 micras de ancho. Las microconidias son alargadas con 2 – 3 septas y con un tamaño de 25 – 35 micras de largo y de 3 – 6 micras de ancho (IICA, citado por Benavides, 2000, 5).

El hongo Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli crece bien en P.D.A., produciendo un micelio abundante, de color blanco crema con ligeras tonalidades violáceas, formando masas de microconidias en esporodoquios en un periodo de un poco mas de 10 días al igual que microesclerocios globosos de color negro en la superficie del agar (Ledesma y Rendón, 1980, 5).

El hongo puede penetrar tanto por las raíces como por el hipocotilo ( generalmente se inicia cerca del extremo apical de la raíz); no obstante, también puede penetrar a través de las heridas que se produzcan en otras partes de la raíz o del tallo y expongan el tejido vascular, ya que las aberturas naturales como los estomas del hipocotilo no son lugares de importancia para la penetración del hongo (López y Muller citados por Benavides, 2000, 5).

1.4.6.2. **Sintomatología.** La enfermedad generalmente se manifiesta en la época de floración, como un marchitamiento y flacidez de las hojas inferiores, progresando rápidamente hacia la parte superior de la planta, aborto florar y secamiento de las hojas formadas. Al final se produce la muerte de la planta, después de una defoliación severa (Sañudo, 1986, 221).

Los síntomas se desarrollan de manera unilateral como consecuencia de la infección de los vasos del xilema y su disposición en el sistema vascular. Los tejidos de tallos y pecíolos marchitos muestran un color rozado-naranja debido a la

producción de masas de esporas del patógeno (Abawi y Pastor-Corrales, citados por Realpe y Navia, 1997, 4).

Cerón (1996, 14) habla también de la sintomatología, dice que antes de la floración se presenta clorosis de las hojas, la enfermedad avanza rápidamente causando secamiento de tallos y hojas provocando así que la planta muera antes de la formación de vainas, además en el interior del tallo y raíces se observa una coloración rojiza. En condiciones avanzadas de la enfermedad, se presentan pudriciones secas y taponamiento del sistema vascular.

1.4.6.3. **Epidemiología.** La aparición de los síntomas iniciales de Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli en el frijol depende de la cantidad y severidad de los focos de infección, así como las condiciones ambientales, especialmente la temperatura (Abawi y Pastor-Corrales citados por Velandia, 1990, 6).

El CIAT citado por Velandia (1990, 7) afirma que el hongo se disemina fácilmente a través de conidias localizadas tanto en la testa como en el interior de la semilla.

El hongo puede ser diseminado por medio de esporas localizadas en la testa de la semilla o bien por suelo infectado que llegue a contaminar las semillas, y permanecer activo de una cosecha a otra (CIAT, 1980; Ledesma y Rendón, 1980 citados por Benavides, 2000, 6).

1.4.6.4. **Control.** Pastor-Corrales y Abawi citados por Realpe y Navia (1997, 9) hablan que el control del amarillamiento del fríjol causado por F. oxysporum debe encaminarse hacia un manejo integrado utilizando diferentes medidas profilácticas, culturales y genéticas que permiten minimizar el inóculo del suelo, así como también incorporar genes de resistencia a las variedades comerciales.

Para el control de esta enfermedad, se recomienda el cultivo de variedades tolerantes como ICA Rumichaca, así como el establecimiento e incorporación de abonos verdes al semestre anterior a la siembra del fríjol, para restituir la fertilidad orgánica de los suelos y aumentar las poblaciones de microorganismos antagónicos (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 22).

Investigaciones en resistencia mostraron que los materiales de fríjol OBN 102 y OBN 103 fueron resistentes a Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli con 0.0% de marchitamiento, al contrario de la variedad Mortiño que fue altamente susceptible con un 100% de marchitamiento (Guerrero y Angulo, 1991, 17).

Sañudo y Zúñiga (1982, 3) observaron que plantas de la variedad Potosí 1 inoculadas con este patógeno, después de ser afectadas por un secamiento de las raíces existentes, especialmente de la raíz principal y con una detención temporal del crecimiento aéreo, se recuperan produciendo nuevas raíces laterales y los haces vasculares toman un color violáceo impidiendo el progreso del hongo.

Evaluaciones realizadas por Realpe y Navia (1997, 79) determinaron que la línea OBN 102 proveniente del cruzamiento G-12667 X G-12724 fue resistente a (Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli) en invernadero y en campo. Las líneas TIB 3042 X OBO-V-12-10, TIB 3042 X OBO-V-12-09 y OBN-V-5 X G-12669-03 fueron resistentes en condiciones de campo, pero no en invernadero. La línea RDA 3 X TIB 3042-04 fue resistente al hongo en condiciones de invernadero y mostró moderada resistencia en condiciones de campo. La línea L-32980-1-41 X ZAV-17-03-01-10 reaccionó como tolerante al patógeno.

Benavides (2000, 57), en un estudio de componentes de rendimiento de líneas resistentes al amarillamiento del frijol y utilizando un lote infectado naturalmente por este hongo, concluyo que las líneas de grano blanco L60, L63, L64 y OBN 102 fueron las mas resistentes al ataque de (Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli), con promedios entre 3,20 y 5,67% de plantas muertas, mientras que los materiales seleccionados a partir de la variedad bolon rojo (L45, L17, L43 y L19), presentaron un porcentaje de plantas muertas entre 7,45 y 9,80%, mostrando mayor resistencia al hongo que la variedad bolon rojo la cual presento 25,17% de plantas muertas siendo la mas susceptible.

**1.5. Cosecha y postcosecha.** La cosecha de las variedades volubles de frijol se realiza mediante la recolección manual de las vainas de acuerdo con su estado de madurez; por lo tanto, se requieren varios pases. Se debe evitar dejar vainas

secas ya que naturalmente se presenta la apertura de las mismas (dehiscencia) y la pérdida de los granos. Tampoco se deben recoger vainas inmaduras, pues los granos aun no alcanzan su coloración y se dificultan las labores de almacenamiento, trilla, secamiento y empaque (Maldonado y Moya, 1997, 8).

Las vainas cosechadas se colocan a secar en patios de cemento hasta que se observe que se abren; entonces se procede a hacer trilla por paloteo. Una vez retirados los residuos vegetales grandes, se procede al venteo y los granos se pasan a través de mallas de 3 X 3 o 4 X 4, para retener material grueso en la primera malla. Este se los somete a secamiento al sol o al aire sobre carpas de cabuya, hasta cuando al morder varios granos, desaparezca la huella de los dientes (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 26).

El grano debe venir del campo con un contenido de humedad alrededor de 14%. De ser mayor se presenta el ataque de hongos. Si por el contrario el grano esta muy seco, se deteriora durante el trillado. Después de la cosecha es conveniente realizar el trillado en el menor tiempo posible, con el fin de evitar la infestación del grano por gorgojos. Estas labores se deben realizar en lugares limpios, bien ventilados, en tarimas, pisos firmes o en bandejas de madera de manera que facilite la manipulación y el traslado del grano (Maldonado y Moya, 1997, 8).

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES DE FRÍJOL BOLON ROJO Y BOLON BLANCO CULTIVADAS EN NARIÑO

Entre las variedades más conocidas están el Bolon rojo y el Bolon blanco, y las características mencionadas por Angulo (1994), son las siguientes:

### 1.6.1. Características del Fríjol Bolon blanco

Altitud aconsejable de cultivo:	2400 – 2850 msnm
Habito de crecimiento:	Voluble tipo 4b
Días a floración:	127
Color de la flor:	Blanca
Días a formación de vainas:	144
Días a madures fisiológica:	262
Altura de planta (cm):	235
Numero de nudos del tallo principal:	17
Distancia entre los nudos (cm):	18
Numero de vainas por planta:	47
Numero de semillas por vaina:	4
Peso de 100 semillas (gr):	79
Tamaño de la semilla:	Grande
Forma de la semilla:	Ovalada

Color de la semilla:	Blanca
Rendimientos en monocultivo kg/ha:	2800
Enfermedades:	susceptible a antracnosis y marchitamiento y tolerante a la roya.

### 1.6.2 Características del Fríjol Bolon rojo

Altitud aconsejable:	2000 – 2800 msnm
Habito de crecimiento:	Voluble tipo 4b
Días a floración:	121
Color de la flor:	Lila
Días a formación de vainas:	133
Días a madure fisiológica:	230
Altura de la planta (cm):	212
Numero de nudos del tallo principal:	18
Distancia entre los nudos (cm):	18
Numero de vainas por planta:	27
Numero de semillas por vaina:	4
Peso de 100 semillas (gr):	85
Tamaño de la semilla:	Grande
Forma de la semilla:	Redonda
Color de la semilla:	Rojo

Rendimientos en monocultivo kg/ha: 1800

Enfermedades: susceptible a antracnosis, roya y marchitamiento.

## 2. DISEÑO METODOLOGICO

El presente trabajo se realizó en la vereda San German del municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño, localizado al sur occidente de la ciudad de San Juan de Pasto, a una distancia de 73 kilómetros. Esta a una altura de 2653 msnm, la precipitación para el periodo de estudio (8 meses) fue de 1252 mm y presento una temperatura promedio de 7.35° C (IDEAM, 2001, 1 y 2). Según la posición astronómica el municipio se encuentra a los 1° 08` de latitud norte y 77° 33` de longitud oeste de Greenwich. Tiene un área de 121 km cuadrados equivalentes a 12100 hectáreas (IGAC, 1996, 410). La región donde se realizaron los ensayos, se localizó a una distancia de 1 km. de la zona urbana del municipio.

El municipio de Guaitarilla se caracteriza por tener una topografía montañosa, de relieve fuertemente ondulado conformado por derivados de cenizas volcánicas. Existen también suelos asociados con afloramientos rocosos, los cuales se encuentran ubicados en la parte baja del municipio (Delgado y Jojoa, 1994, 21).

Según resultados del análisis de suelos obtenidos por el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Nariño (1999), en la vereda San German, sitio de estudio, se muestra bajos contenidos de fósforo debido probablemente a que los materiales

que forman parte del suelo in situ son cenizas volcánicas y arcillas como la alófana que realizan procesos de fijación o retención del fósforo, promoviendo carencias de este elemento afectando al cultivo del frijol con la poca ramificación, retardo de la floración, reducción de la producción de semillas y poco desarrollo de las raíces secundarias incidiendo en la normal toma de nutrientes, por tanto el buen desarrollo de la planta y su rendimiento pueden disminuir.

El pH fuertemente ácido restringe la toma de nutrientes y el buen desarrollo de raíces, la materia orgánica en contenido medio refleja la pobreza del suelo en elementos, aunque en elementos móviles como potasio y nitrógeno el suelo sea rico la retención y adecuado abastecimiento a la planta queda restringido por la poca presencia de coloides orgánicos.

Los microelementos como hierro, cobre, zinc y boro muestran contenidos bajos incidiendo en la fotosíntesis, adecuada absorción de agua y tolerancia a la entrada de patógenos debido a participan en formación de barreras que las células vegetales construyen como respuesta a la presencia de estos agentes. Los bajos contenidos de materia orgánica que presentan los suelos de San German, como también su alta acidez no permiten la adecuada utilización de estos elementos (Tabla 1).

En el presente estudio, las variaciones climáticas como precipitaciones promedio mensuales de 156.3 mm, igualmente temperaturas de 7.35 °C y humedad relativa

Tabla1. Análisis de suelos de la vereda de San German,  
Guaitarilla

COMPONENTE	RESULTADO	INTERPRETACION
pH	5,4	Fuertemente ácido
M. O	6,9 %	Media
D.a	1,0	
Fósforo Bray II	11 ppm	Bajo
C.I.C.	23.4 meq/100gr	Alta
Calcio	7,3 meq/100gr	Medio a alto
Magnecio	2,0meq/100gr	Bajo a medio
Potasio	1,69meq/100gr	Alto
Hierro	13,92 ppm	Bajo
Manganeso	9.50 ppm	Medio
Cobre	0,60 ppm	Bajo
Zinc	0,94 ppm	Bajo
Boro	0,12 ppm	Bajo nivel critico
Textura	Ar – A	Arcillo arenoso
Nitrogeno Tot	0,30 %	Rico

Fuente: Laboratorio de suelos UDENAR, 1999

de 84%, que favoreció enfermedades como antracnosis y mancha anillada, junto con los bajos contenidos de nutrientes, incidieron en los resultados.

## 2.1 EVALUACIÓN DE SELECCIONES DE BOLON BLANCO Y BOLON ROJO

**2.1.1. Historial de selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.** Las líneas L17, L43 y Bolon rojo precoz de grano grande, ovoide y rojo intenso, así como las líneas de grano mediano, ovoide y blanco, son el resultado de un trabajo iniciado en 1996 con la evaluación de 874 selecciones individuales de variedades comerciales, las cuales fueron recolectadas por tener posible resistencia a E. oxysporum y a la vez se probaron bajo invernadero con inoculación artificial del patógeno. Se obtuvo, posteriormente, 78 selecciones resistentes, las cuales se establecieron en 1997 en una zona del municipio de Tuquerres, la cual tendría alta incidencia del amarillamiento, determinándose luego 5 líneas de grano rojo y 4 de grano blanco, que nuevamente se sembraron en 1998 en la misma región, obteniéndose como promisorios, los materiales objeto de evaluación.

**2.1.2. Diseño experimental.** Se trabajó con un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a los

testigos OBN 102 (grano blanco), Bolon rojo regional, Bolon rojo precoz (selección masal), y las selecciones individuales resistentes a Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli, L17 (grano rojo), L43 (grano rojo), L59 (grano blanco) y L60 (grano blanco).

**2.1.3. Área experimental y área útil.** Se preparó un lote de 45 metros de largo por 34 metros de ancho, en el cual se trazaron tres bloques de 34 metros de largo por 14 metros de ancho, con separación entre ellos por calles de 1,5 metros de acuerdo al mapa de campo (Anexo A). En cada bloque se tuvieron 35 surcos de 14 metros de longitud y separados a un metro, para establecer los siete materiales, cada uno con cinco surcos, sin separación entre tratamientos. La distribución se hizo aleatoriamente en cada bloque. El área útil de la parcela correspondió a una superficie de 42 m<sup>2</sup> y estuvo constituida por los tres surcos centrales.

**2.1.4. Siembra y fertilización.** El sistema de siembra y de fertilización fue a chaquin, con una distancia entre sitios de un metro, con tres semillas por sitio. Se trabajó con una fertilización básica de 100 kg/ha de 13-26-6 mas 10 kg/ha de AGRIMINS como fuente de elementos menores. Además como complemento se aplico una aspersión nutritiva por vía foliar compuesta por 50gr de Urea, 50gr de

Sulfato de amonio, 100gr de Nitrato de potasio, 50gr de Secuestrante (Fosfato Diamonico), 20gr de Sulfato de magnesio, 100 cc de leche sin hervir de un día para otro y 100 cc de miel de purga que se diluyo previamente para llevarla a la bomba (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 12).

**2.1.5. Tutorado.** Se realizó un tutorado de alambre bajo el sistema de enmallado, colocando postes de guadua de 2,5 m de longitud enterrados a una profundidad de 0,50 m y a distancias de 6 m de periferia e internamente. Posteriormente los postes se unieron en la parte superior con alambre galvanizado No 12 y a lo largo de cada surco se dispuso alambre No 14 amarrado al interior. Como tutor del frijol se utilizo hilo de polipropileno, con el cual se amarro por un extremo de la parte superior de la planta que se encontraba iniciando y por el otro en el alambre de la parte superior, según las recomendaciones de Sañudo, Checa y Arteaga (1999, 14).

#### **2.1.6. Labores de cultivo**

**2.1.6.1. Preparación del terreno.** Se realizaron dos pases de rastra para sacar excesos de residuos del cultivo de trigo anterior, una arada para incorporar los

sobrantes de tamo y una surcada para establecer el cultivo, todas estas labores se realizaron con yunta de tiro animal.

**2.1.6.2. Control de malezas.** El control de malezas se baso en deshierbas manuales, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Posteriormente se retardo una última deshierba hasta que cesaron las lluvias para evitar un amarillamiento prematuro, realizándose entonces a los 170 días; después no se aplico ningún otro tipo de control por considerarse que las malezas presentes no afectaban la producción final del cultivo.

**2.1.6.3. Control de plagas y enfermedades.** El control de plagas y enfermedades comunes se realizó como lo muestra el cuadro 3.

### **2.1.7. Evaluaciones**

**2.1.7.1. Ciclo de vida.** Se realizo bajo la metodología propuesta por el CIAT (1985):

**Cuadro 3.** Control fitosanitario general.

PROBLEMA FITOSANITARIO	CONTROL	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA
Tierreros y trozadores	Aplicación de Lannate (Metomyl) 20 cc/bomba	30
Cucarrones comedores de hojas	Aplicación de Karathe (Lambda-cihalotrina) 15 cc/bomba	80
Antracnosis y Mancha anillada	Aplicación de Tecnomil (Carbendazim) 20 gr/bomba	85 y cada 7 dias

Fuente: Este estudio

2.1.7.1.1. **Días de siembra a emergencia.** Se determinaron, cuando más del 50% de las plantas de los tres surcos centrales emergieron (CIAT, 1985, 66).

2.1.7.1.2. **Días de siembra a floración.** Se determinaron cuando más del 50% de las plantas de los tres surcos centrales tuvieron el primer botón floral (CIAT, 1985, 70).

2.1.7.1.3. **Días a inicio de producción de vainas.** Se registraron cuando más del 50% de las plantas de los surcos centrales tuvieron la primera vaina con flor desprendida (CIAT, 1985, 74).

2.1.7.1.4. **Días a vaina llena.** Se determinaron cuando más del 50% de las plantas de los tres surcos centrales tuvieron la primera vaina totalmente desarrollada y con los granos formados (CIAT, 1985, 76).

2.1.7.1.5. **Días a madurez de cosecha.** Para esta variable los datos se registraron cuando más del 50% de las plantas de los tres surcos centrales tuvieron la primera vaina seca (CIAT, 1985, 78).

2.1.7.2. **Componentes de rendimiento.** En la época de cosecha, se contó el número total de vainas, el número de vainas llenas y el número de vainas vanas en diez plantas de los surcos centrales de cada parcela, para obtener los promedios por planta y porcentajes de vaneamiento.

Para obtener el porcentaje de vaneamiento se contaron las vainas totales por planta determinándose el número de vainas vanas de cada una, calculando luego el promedio por parcela y aplicándose la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de vaneamiento} = \frac{\text{vainas vanas}}{\text{vainas totales}} \times 100$$

Además se tomaron al azar 50 vainas, para hacer el desgrane, contando los granos para sacar los promedios por vaina. De estos granos se tomaron 100 para efectuar su pesaje (Ligarreto 1993, 34).

**2.1.7.3. Rendimiento.** Se recolectó la totalidad de vainas de los tres surcos centrales de cada parcela, dejándolas secar por una semana, para luego realizar la trilla, limpieza y nuevo secamiento del grano durante una semana, hasta cuando al morder varios granos desaparezca la huella de los dientes (14% de humedad), posteriormente se realizó el pesaje de grano para el cálculo de rendimiento (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999, 26).

La fórmula utilizada para obtener el rendimiento fue:

$$RF = \frac{RP \times (100 - HM)}{AC \times 86} \times 10000m^2$$

Donde:

RF = Rendimiento

RP = Rendimiento parcela útil (kg.)

AC = Área parcela útil (m<sup>2</sup>)

HM = porcentaje de humedad (14%)

100 y 86 = Constantes

10000 m<sup>2</sup> = Área de la hectárea

**2.1.8. Análisis estadístico.** Los diferentes datos obtenidos se interpretaron estadísticamente de acuerdo con el análisis de varianza y pruebas de significancia de Tukey para este ensayo. Además se realizó un análisis de correlación para determinar relaciones entre las variables de ciclo de vida y de igual forma entre las variables de componentes de rendimiento.

**2.1.9. Análisis económico.** Se hizo bajo la metodología del presupuesto total como plan físico y financiero a través del cual se hace una estimación de los ingresos netos esperados de una explotación para un periodo dado, analizando los efectos de los cambios alternativos en los ingresos netos de la producción, según el Acosta et al (1991, 170).

Se estimaron los costos variables, fijos e indirectos de producción, los ingresos efectivos y la inversión de capital para determinar la utilidad neta por la diferencia entre ingresos menos egresos.

Los factores que provocaron variaciones, dentro del análisis económico, fueron precio de semilla, el número de jornales para cosecha y los valores de transporte y empaques, estos últimos determinados por la producción de cada uno de los materiales en estudio. Además, los equipos (herramientas y bomba aspersora), así como el sistema de enmallado, toman el valor de depreciación a tres años para ser incluidos dentro del presupuesto de costos, como costo fijo e insumo respectivamente.

## 2.2 EVALUACIÓN DE LÍNEAS F8 RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO DEL FRÍJOL (Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli)

**2.2.1. Historial de obtención de líneas de generación F8.** Los materiales de las líneas F8 se obtuvieron a partir de un programa de cruzamientos iniciados en 1990 en el cual se pretendió mejorar el tamaño del grano buscar precocidad y mayor tolerancia a problemas fitosanitarios

Las líneas F8 objeto de evaluación tienen las siguientes características de grano:

Grano rojo ovoide: Puerres 1 (Bolon rojo precoz X ICA Rumichaca), L24 (Bolon rojo precoz X OBN 102) y la línea Bolon rojo 59 que procede de selección individual de Bolon rojo.

Grano blanco ovoide: L3 (OBN 102 X Bolon blanco) y L4 (OBN 102 X ICA Rumichaca).

Grano rojo vetas blanco cremas ovoide: Puerres 2 (ICA Rumichaca X Sangretoro): Puerres 3 (ICA Rumichaca X Guarzo voluble), L87 (ICA Rumichaca X Conejo).

Grano blanco crema vetas cafés ovoide: L89 (Conejo X OBN 102).

Grano morado oscuro vetas blancas: L106 (Mortiño X ICA Rumichaca).

En 1998, se evaluaron en invernadero 84 líneas F8 con inoculación artificial de Fusarium oxysporum, obteniéndose 9 materiales, además de la línea Bolon rojo 59 de selección individual, los cuales se evalúan en el presente estudio.

**2.2.2. Diseño experimental.** Se estableció un diseño de bloques al azar con doce tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos corresponderán a los testigos ICA Rumichaca y OBN 102 comparativamente con las líneas F8: L3, L4, L24, L87, L89, L106, Bolon rojo 59, Puerres 1, Puerres 2 y Puerres 3.

**2.2.3. Área experimental y área útil.** Se preparó un lote de 25 metros de largo por 15 metros de ancho, en el cual se trazaran tres bloques de 25 metros de largo por 4 metros de ancho, con separación entre ellos por calles de 1,5 metros, de acuerdo al mapa de campo (Anexo B). Cada bloque tuvo 26 surcos de 4 metros de longitud y con separación de un metro entre ellos. Los dos surcos extremos se sembraron con la variedad ICA Rumichaca para evitar efectos de borde, en tanto que en los 24 surcos restantes se distribuyeron al azar los 12 materiales, cada uno con dos surcos.

El área útil la constituyo los dos surcos de la parcela que completan un área total de 4 m<sup>2</sup>.

En el área experimental se hicieron tanto la siembra como la fertilización, labores de cultivo y control fitosanitario, evaluaciones con la toma de datos durante el ciclo de vida, componentes de rendimiento y producción, trabajando con los surcos de la parcela, lo mismo que los análisis estadístico y económico, todo de manera similar al primer ensayo de este trabajo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN DE SELECCIONES DE BOLON BLANCO Y BOLON ROJO

3.1.1. **Ciclo de vida.** (Figura 1) Los resultados obtenidos para ciclo de vida se aprecian en la Tabla 2.

3.1.1.1. **Días de siembra a emergencia.** Los tratamientos tuvieron una duración entre 14 y 15 días, demostrando una similitud entre las líneas y variedades en estudio sin presentar diferencias significativas entre materiales.

Para Benavides (2000, 25), los bolones blancos y los bolones rojos no presentaron diferencias significativas entre promedios que van desde los 12 a los 13 días desde la siembra hasta la emergencia en una evaluación a 2800 msnm.

Tabla 2. Ciclo de vida para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

MATERIAL	COLOR	DIAS A				
		EMERGENCIA	FLORACION	PRD. VAINA	VAINA LLENA	COSECHA
L17	ROJO	15	95	110	140	205
L60	BLANCO	15	95	110	140	205
BRR (T)	ROJO	15	95	110	140	205
OBN 102 (T)	BLANCO	15	95	110	140	205
L43	ROJO	14	88	103	133	190
L59	BLANCO	14	88	103	133	190
BRP (T)	ROJO	14	88	103	133	190

Fuente: Este estudio

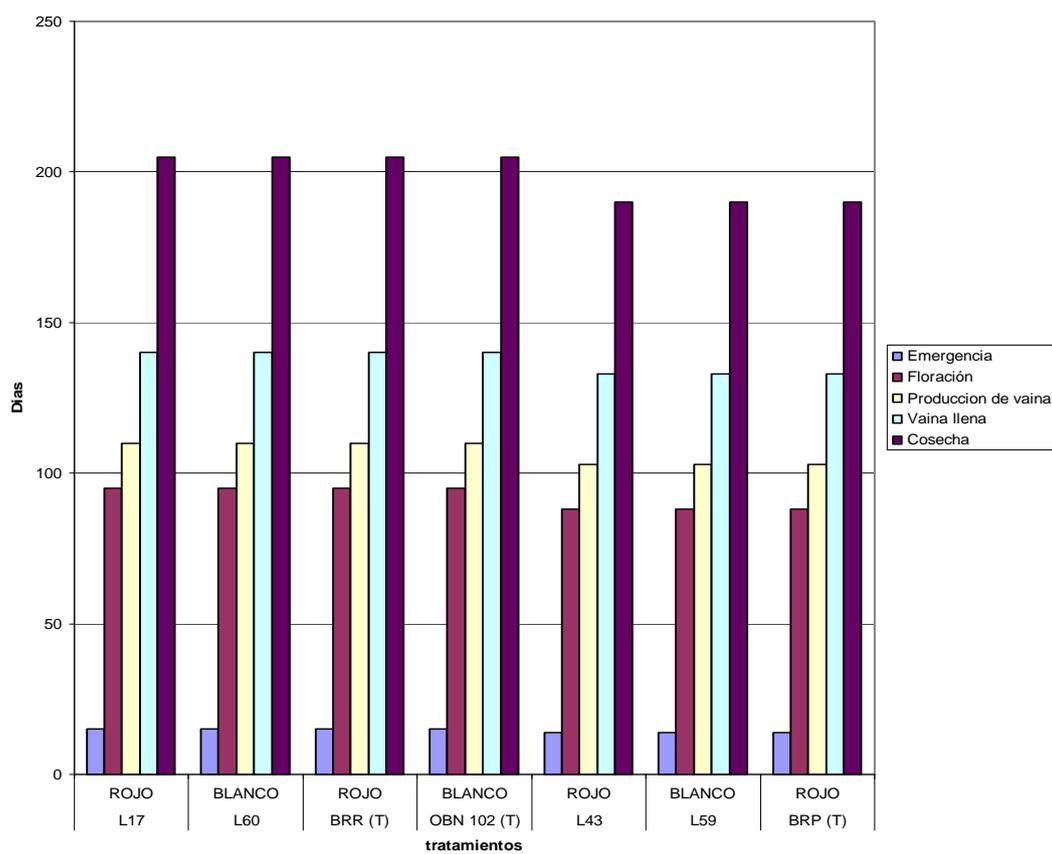


Figura 1. Ciclo de vida para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

Fuente: Este estudio

Estos resultados están posiblemente relacionados con la adecuada disponibilidad de agua en el suelo, que permitió la emergencia de los materiales dentro del tiempo normal para el frijol voluble en clima frío.

3.1.1.2. **Días a floración.** Bolon rojo regional, OBN 102, L17 y L60 mostraron una duración de 95 días en este periodo, mientras que L59, L43, y Bolon rojo precoz manifestaron solo 88 días.

Al reducirse este periodo en el Bolon rojo precoz se distingue esa habilidad genética de precocidad inherente en este material, mientras que las líneas roja (L43) y blanca (L59) muestran la precocidad como una ventaja a tener en cuenta para cultivos posteriores.

En un estudio en el municipio de Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 23) mostraron que los bolones rojos L43, Bolon rojo precoz y L17, cumplen esta etapa entre 84,66 y 92 días mientras que los blancos L59, L60 y OBN 102, lo hacen entre 92 y 93,66 días. Bolon rojo regional fue tardío con 96,66

Por tanto se concuerda con la precocidad de los bolones rojos en estos trabajos, mostrando así una característica propia de estos materiales.

**3.1.1.3. Días a producción de vaina.** La duración de 110 días en este periodo corresponde al grupo de Bolon rojo regional, OBN 102, L17 y L60, la duración de 103 días fue manifestada por L59, L43 y Bolon rojo precoz, debido a la diferencia que ejercieron con la floración adelantada y que predominara en las otras etapas en evaluación.

En Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 24) mostraron que los bolones rojos L43 y Bolon rojo precoz, terminan este periodo entre 113 y 114,33 días mientras que los blancos L60, OBN 102 y L59, lo hicieron entre 117,66 y 123,33 días. Concordando los dos estudios con el presente trabajo en la precocidad de los materiales rojos.

**3.1.1.4. Días a vaina llena.** El grupo de Bolon rojo regional, OBN 102, L17 y L60 mostraron un periodo de 140 días, en cambio el grupo de L59, L43 y Bolon rojo precoz solo duro 133 días.

Entretanto Benavides y Tacan (2001, 24), en un estudio en Córdoba, encontraron que los bolones rojos L43, L17 y Bolon rojo precoz, mostraron una duración entre 141,33 y 143 días y periodos que van de 147,66 a 155,33 días para los bolones blancos L60, L59 y OBN 102. Concordando con el presente trabajo en que los bolones rojos necesitan menor tiempo para llegar a llenado de vainas.

**3.1.1.5. Días a madures de cosecha.** El grupo de Bolon rojo regional, OBN 102, L17 y L60 este periodo duro 205 días, mientras que para L59, L43 y Bolon rojo precoz solo duro 190 días.

Para Benavides y Tacan (2001, 26), en el municipio de Córdoba, encontraron que este periodo para los bolones rojos L43, L17 y Bolon rojo precoz, se estableció entre 180.33 y 190 días y para los bolones blancos L59, L60 y OBN 102, se cumplió entre 200.66 a 207 días.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo dieron como precoces a los bolones rojos por alcanzar madurez de cosecha en menor tiempo que los bolones blancos, demostrando finalmente que esta característica favorece al agricultor en el cultivo del fríjol para obtener rendimientos en un tiempo mas corto.

### **3.1.2. Componentes de rendimiento.**

**3.1.2.1. Numero de vainas por planta.** (Figura 2) Para el análisis de varianza hay diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo C). Según la prueba de comparación de medias de Tukey, las líneas de grano blanco: L60, L59 y OBN 102 con 41,7, 40,6 y 40,3 vainas/planta respectivamente, presentan diferencias significativas con respecto a la variedad Bolon rojo precoz con 11 vainas/planta y

con Bolon rojo regional con 16,1 vainas/planta. Hay también diferencias significativas entre la línea L60 y las líneas de grano rojo L43 y L17 con 21,4 y 24,4 vainas/planta. No hay diferencias entre los materiales de grano blanco (Tabla 3).

En un estudio realizado en Tuquerres a 2800 msnm, Benavides (2000, 42) encontré que los materiales OBN 102 y L59, de mejor comportamiento en la región, produjeron 45,67 y 43,33 vainas por planta.

En Córdoba, se planteo un ensayo de las mismas características al presente trabajo donde Benavides y Tacan (2001, 26) encontraron que las líneas de grano blanco L59, L60 y OBN 102 produjeron 59,33, 51,33 y 45,33 vainas por planta, mostrando un buen comportamiento para esta variable.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son bajos al compararlos con los presentados en Tuquerres y Córdoba, debido probablemente a que las condiciones edafoclimaticas afectaron desfavorablemente la floración y producción

de vainas. Así, lluvias altas de 248 mm en el mes de Diciembre como también temperaturas bajas de 7.3 a 7.1° C pudieron afectar una adecuada fecundación de flores o propiciar su caída, mostrando menor cantidad de vainas en desarrollo por planta.

Tabla 3. Prueba de Tukey para número de vainas por planta en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
L60	41,7	A
L59	40,6	A
OBN 102 (T)	40,3	A
L17	24,4	B
L43	21,4	B
BRR (T)	16,1	B
BRP (T)	11	B

TUKEY (0.05) = 20,01

Fuente: Este estudio

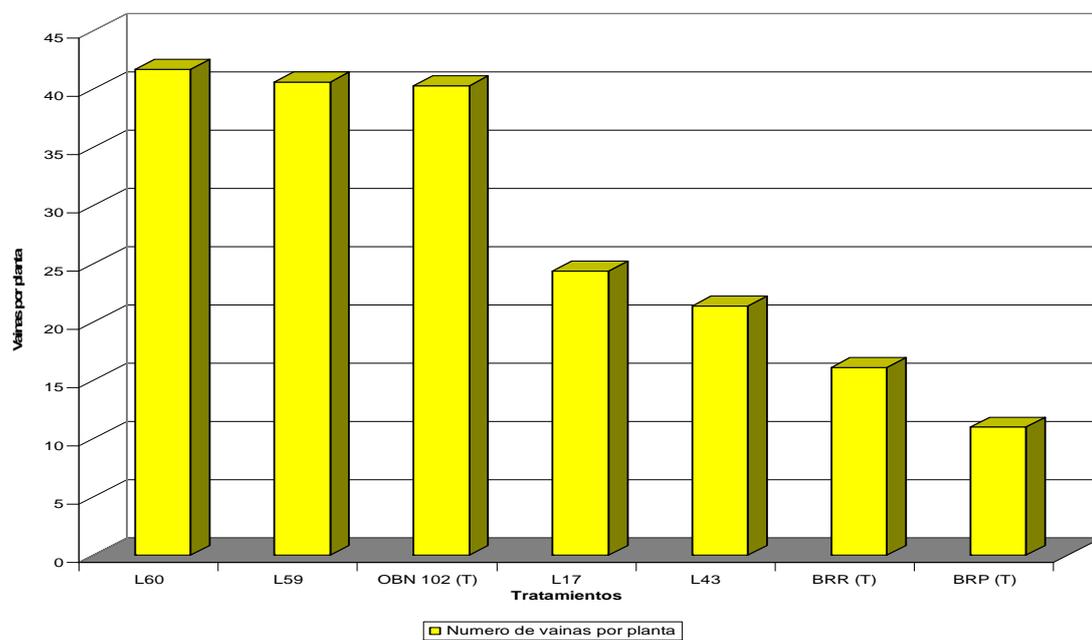


Figura 2. Numero de vainas por planta, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.

Fuente. Este estudio

**3.1.2.2. Porcentaje de vaneamiento.** (Figura 3) Según el análisis de varianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo C). Los materiales rojos mostraron los resultados mas altos, así L17, L43, Bolon rojo precoz y Bolon rojo regional obtuvieron porcentajes de vaneamiento que van de 15,67 a 29,8%, mientras que los materiales blancos L60, OBN 102 y L59 mostraron porcentajes que van de 13,12 a 15,33% (Tabla 4).

En la zona de Tuquerres a 2800 msnm, estudios hechos por Benavides (2000, 44) mostraron que los materiales de grano blanco L60, L59 y OBN 102 tuvieron un menor porcentaje de vaneamiento con promedios que van de 3.43 a 5.94%.

Otros ensayos, evaluando los mismos materiales de este estudio, se adelantaron en los municipios Imues a 2300 msnm y Tangua a 2400 msnm, en los cuales se obtuvieron, para esta variable, los siguientes resultados:

En Imues, los porcentajes de vaneamiento mas bajos fueron para L43 (8,45%), OBN 102 (8,48%) y L59 (9, 04%) (Montenegro y Zambrano, 2001, 45).

En Tangua, los materiales L60, L59 y OBN 102 con 10,2; 11,3 y 14,5% tuvieron los menores porcentajes en el estudio (Guerrero y Narváez, 2001, 33)

Los porcentajes de vaneamiento, se ven provocados, en el cultivo del fríjol, por efectos ambientales como baja temperatura y excesos de agua que no permiten el adecuado llenado de la vaina (CIAT, citado por Bravo y García, 2001, 52).

Tabla 4. Prueba de Tukey para porcentaje de vaneamiento en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
BRR (T)	29,8	A
BRP (T)	18,3	A
L43	17,18	A
L17	15,67	A
L59	15,33	A
OBN 102 (T)	13,35	B
L60	13,12	C

TUKEY (0.05) = 0,64

Fuente: este estudio

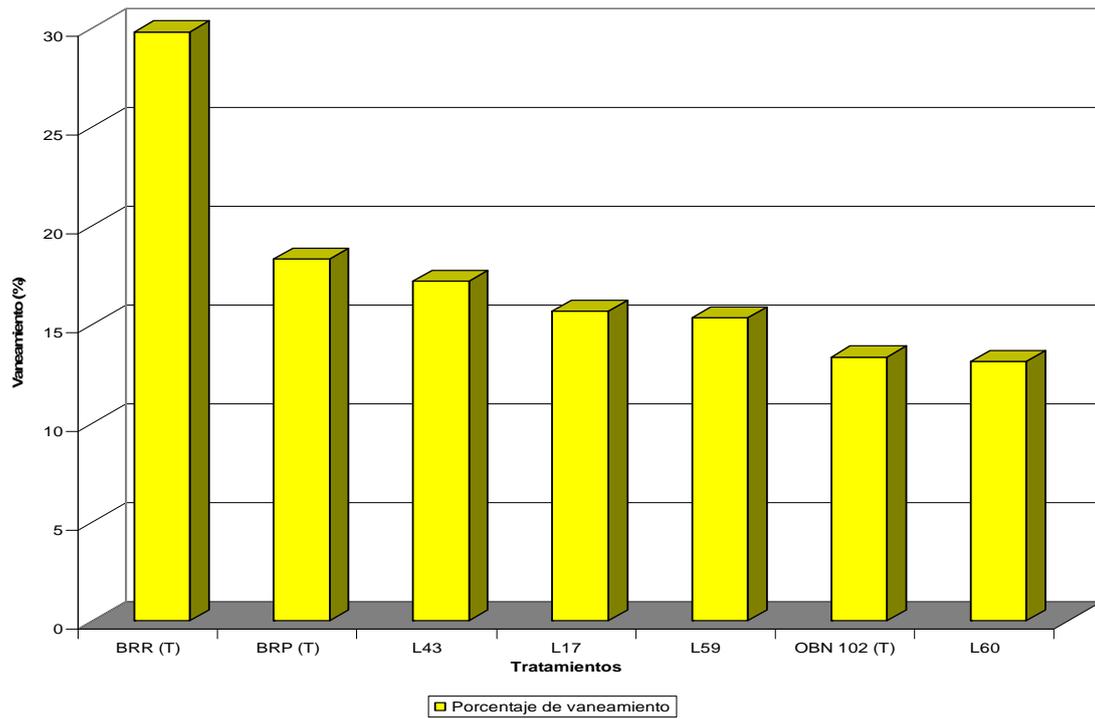


Figura 3. Porcentaje de vaneamiento, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.

Fuente: Este estudio

Es así, como en las zonas bajas de Imues y Tangua con temperaturas promedio de 14 y 15<sup>0</sup> C, el vaneamiento es menor, ya que esta favorecido el proceso de fecundación y adecuada carga de semillas en las vainas, lo cual no sucedió en el presente estudio, donde las temperatura bajas (7.3<sup>0</sup> C) reinaron, afectando el llenado de vainas.

**3.1.2.3. Numero de granos por vaina.** (Figura 4) Para el análisis de varianza se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo C). Las líneas de bolon blanco: L60, L59 y OBN 102 con 4,8, 4,7 y 4,6 granos/vaina respectivamente, presentan diferencias significativas en comparación con bolon rojo regional y bolon rojo precoz que mostraron 3 y 2,9 granos/vaina, de igual manera hay diferencias significativas entre L60 y las líneas de grano rojo L17 y L43 con 3,4 y 3.5 granos/vaina. No se presentan diferencias significativas entre las líneas L60, L59 y OBN 102 (Tabla 5).

En el municipio de Tuquerres, Benavides (2000, 45) describe en un estudio similar, que los materiales OBN 102, L60 y L59 produjeron entre 5,03 y 4,97 granos por vaina superando los datos de este trabajo.

Un ensayo con iguales características al presente trabajo, fue realizado en Córdoba por Benavides y Tacan (2001, 27) mostrando que los materiales de grano blanco L60, L59 y OBN 102 con 4, 73; 4,66 y 4,25 granos por vaina, fueron los de

Tabla 5. Prueba de Tukey para número de granos por vaina en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
L60	4,8	A
L59	4,7	A
OBN 102 (T)	4,6	A
L43	3,5	B
L17	3,4	B
BRR (T)	3	B
BRP (T)	2,9	B

TUKEY (0.05) = 1,06

Fuente: Este estudio

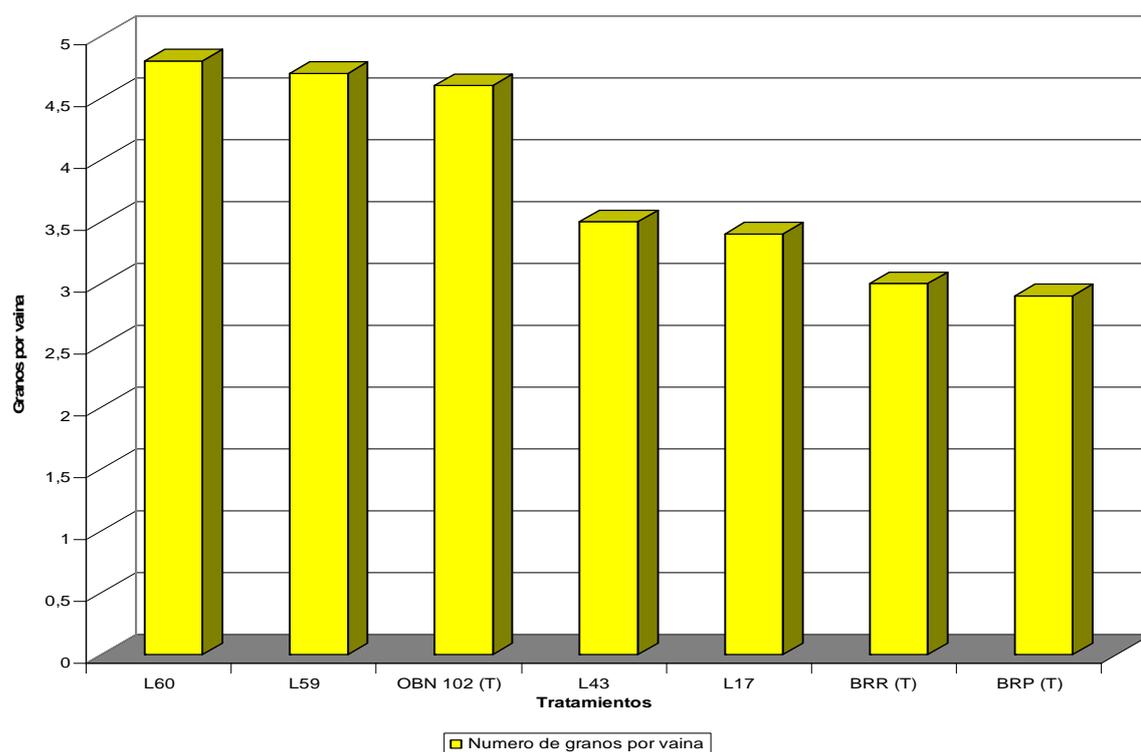


Figura 4. Numero de granos por vaina, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.

Fuente: Este estudio

mejor comportamiento en la región.

Entretanto en la región de Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 48) muestran a los materiales de grano blanco OBN 102 (4,60), L60 (4,39) y L59 (4,21) como los mas productores de grano por vaina.

En el municipio de Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 35) presentan como buenos productores de grano a los materiales de grano rojo Bolon rojo precoz, L17 y L43 con 5,07; 4,85 y 4,74 granos por vaina.

Los resultados obtenidos en Córdoba, Imues y Guaitarilla, zona de este estudio, presentan a los materiales de grano blanco como los mas rendidores en esta variable, mientras que en Tangua los de grano rojo son superiores. Esto puede deberse a que las buenas condiciones de temperatura reinantes en esta zona, dieron mejores probabilidades de adaptación a los materiales rojos ya que se desarrollan muy bien en zonas templadas.

Figuroa, citado por Bravo y García (2001, 50) asegura que el menor numero de granos por vaina puede darse por condiciones genéticas de la variedad o por desadaptacion a condiciones climáticas de una región.

Loa anterior daría una posible explicación a la menor carga de granos en el presente estudio, ya que temperaturas bajas de 7,2<sup>0</sup> C y precipitaciones de 216,2 mm en el mes de Febrero incidieron en el llenado de vaina, igualmente las altas

precipitaciones mas la humedad relativa de 82% dieron condiciones para el inicio de ataques de antracnosis y mancha anillada que pudieron incidir en los resultados.

**3.1.2.4. Peso de 100 granos.** (Figura 5) Con esta variable el análisis de varianza (Anexo C) mostró diferencias significativas entre los tratamientos y la prueba de comparación de medias da como resultado diferencias significativas de bolon rojo regional, bolon rojo precoz, L17 (rojo) y L43 (rojo) con 54; 53,9; 53,7 y 52,4 gramos con respecto a las líneas de bolon blanco L60 (45.4 gr.) y L59 (45,8 gr.) que presentan los menores datos. No hay diferencias significativas entre los bolones rojos (Tabla 6).

Resultados obtenidos en Córdoba por Benavides y Tacan (2001, 28) dieron a Bolon rojo precoz, L17, Bolon rojo regional y L43, todos de grano rojo, con pesos de 95,99; 90,5; 88,42 y 86,82 gramos para 100 granos respectivamente, como los materiales de mejor comportamiento en esta variable.

En Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 50) muestran a los materiales de grano rojo L17, L43, Bolon rojo regional y Bolon rojo precoz con 70,86; 70,80; 65,03; y 62,5 gramos en 100 granos, como los de mejor peso.

Para Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 37) presentan, como materiales de mejor peso, a Bolon rojo precoz, L17, L43 y Bolon rojo regional con 85,5; 72,2; 71,6 y

Tabla 6. Prueba de Tukey para peso de 100 granos en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
BRR (T)	54	A
BRP (T)	53,9	A
L17	53,7	A
L43	52,4	B
OBN 102 (T)	49	C
L59	45,8	C
L60	45,4	C

TUKEY (0.05) = 5,94

Fuente: Este estudio

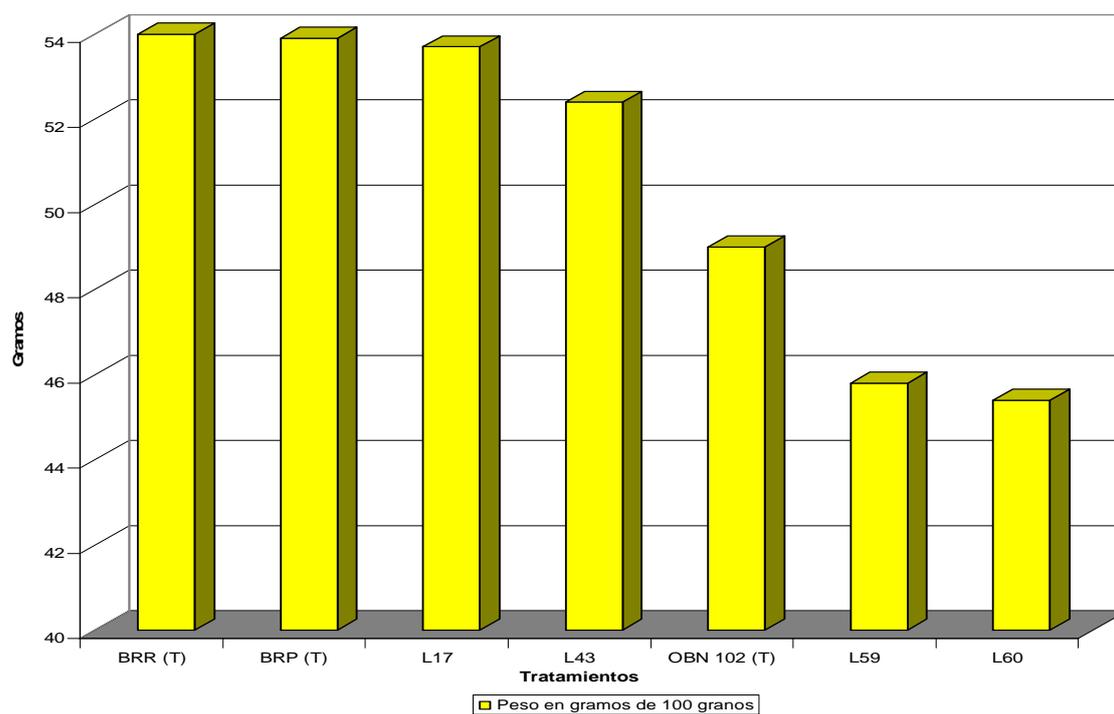


Figura 5. Peso en gramos de 100 granos, en selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.

Fuente: Este estudio

69,9 gramos en 100 granos respectivamente.

Según Rojas Garcidueñas (1993, 222), el cambio de flor a fruto sugiere una redistribución de reservas alimenticias como nitrógeno y fósforo, que son movilizados de las hojas a los frutos para constituir las reservas del embrión y asegurar la vida de la próxima generación.

Teniendo en cuenta lo anterior, los bajos pesos de grano mostrados en el presente estudio, pueden deberse a que la suma de los bajos contenidos de fósforo en el suelo mas las bajas temperaturas de  $7,1^{\circ}$  C y el efecto de los ataques de antracnosis y mancha anillada, probablemente reducen la actividad fotosintética, provocando un inadecuado abastecimiento de nutrientes.

Además los materiales de grano rojo coinciden en todos los ensayos, como los de mejor peso de grano, esto se explica, según Navale y Patil citados por Bravo y García (2001, 50), como la mayor influencia de los caracteres genotípicas, en comparación al ambiente, sobre características de alta heredabilidad en frijol como son el peso de semilla y el numero de semillas por vaina.

**3.1.2.5. Rendimiento.** (Figura 6) El análisis de varianza (Anexo C) muestra diferencias significativas (0,05) entre tratamientos y la prueba de tukey determina que hay diferencias significativas de las líneas de bolon blanco: L60, OBN 102 y

L59 con 2015, 1940 y 1902,3 kg/ha con respecto a los bolones: rojo regional (586,7 kg), rojo precoz (606,7 kg) y las líneas rojas L43 (1130,7 kg) y L17 (1324,7 kg). No hay diferencias significativas entre las líneas blancas (Tabla 7).

Para la región de Tuquerres en un estudio de Benavides (2000, 51), se muestra que los materiales L59, L60 y OBN 102 dieron un rendimiento final de 2077,8, 2046,7 y 2039,1 kg/ha respectivamente.

Así mismo, en un estudio de Benavides y Tacan (2001, 28), en la región de Córdoba, las líneas L59 y L60 junto con la variedad OBN 102, todas de grano blanco, tuvieron rendimientos de 3479,33; 3234,33 y 2904,33 kilogramos por hectárea.

En Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 39) reportan a L59, L60 y Bolon rojo precoz con 2787,4; 2728,38 y 1274,55 kilogramos por hectárea respectivamente, como los materiales que mas rindieron en la región.

Comparando todos los estudios se determina a los materiales de grano blanco como los de mejor rendimiento en cosecha. Solo en Tangua un material de grano rojo como Bolon rojo precoz encontró, en dicha zona, condiciones de adaptación favorables que le permitieron demostrar un buen potencial productivo.

El Análisis de correlación muestra un coeficiente altamente significativo entre numero de vainas por planta con numero de granos por vaina y rendimiento con

Tabla 7. Prueba de Tukey para rendimiento en selecciones de Bolon blanco y  
Bolon rojo

MATERIAL	MEDIA Kg/ha	SIGNIFICANCIA
L60	2015	A
OBN 102 (T)	1940	A
L59	1902,3	B
L17	1324,7	C
L43	1130,7	D
BRP (T)	606,7	D
BRR (T)	586,7	E

TUKEY (0,05) = 481,3

Fuente: Este estudio

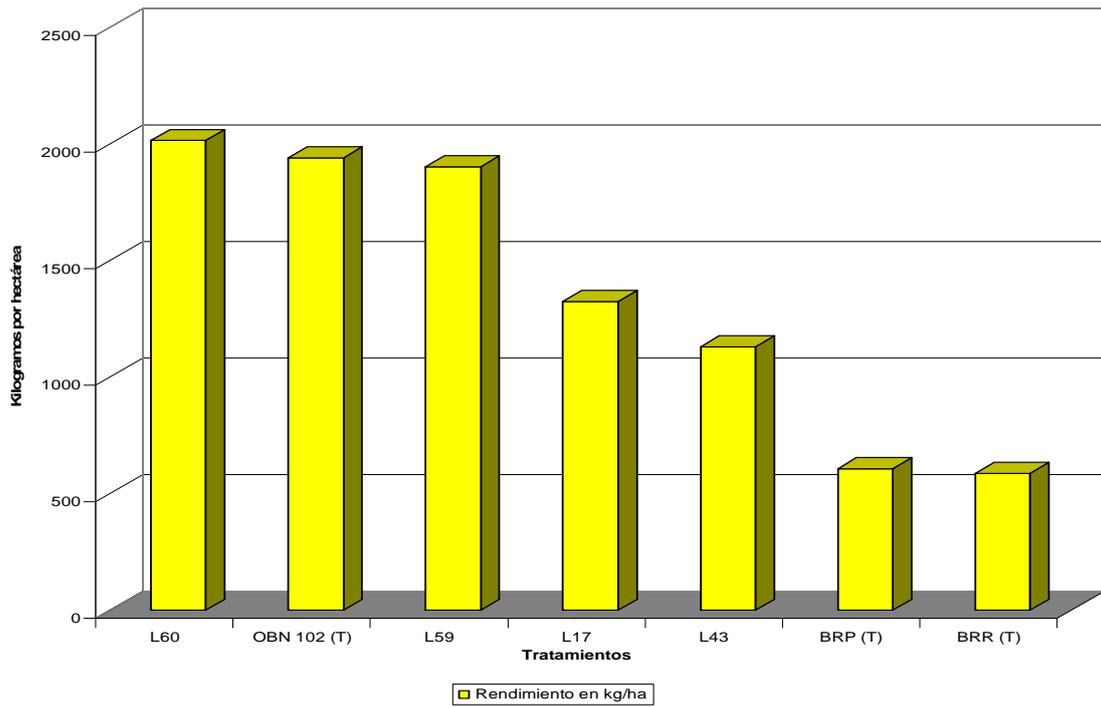


Figura 6. Rendimiento en kilogramos por hectárea, para selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo.

Fuente: Este estudio

rangos que van de 0,983 a 0,989 indicando mayor cantidad de producto al aumentar la carga, mientras que existen correlaciones negativas altamente significativas entre numero de vainas por planta con peso de 100 granos y porcentaje de vaneamiento presentando rangos que van de  $-0,92$  a  $-0,97$ , debido a la tendencia de los materiales a producir mas carga uniforme, los bolones rojos aumentando el peso del grano al disminuir las vainas llenas y los bolones blancos aumentando las vainas llenas pero disminuyendo el peso del grano.

El numero de granos por vaina se correlaciona positivamente con un coeficiente altamente significativo de 0,97 con la variable rendimiento y negativamente con las variables peso de 100 granos y porcentaje de vaneamiento con coeficientes que van de  $-0,957$  a  $-0,979$ , debido primero a la compensación que realizan los materiales por ejemplo los bolones blancos aumentan el numero de granos disminuyendo su peso mientras que los materiales rojos disminuyen el numero de granos aumentando su peso mostrando la tendencia de uniformizar el producto – semilla.

En el caso del porcentaje de vaneamiento se muestra la misma relación, los bolones rojos disminuyen el numero de vainas y por tanto de semilla para obtener uniformidad en la carga que resta y los bolones blancos disminuyen el numero de vainas vanas produciendo mayor cantidad de semilla.

El peso de 100 granos tiene correlación positiva con porcentaje de vaneamiento con un coeficiente de 0,904, indicando que hay aumentos de peso pero mayor

numero de vainas vanas debido a la tendencia de los materiales a producir granos uniformes y que es una característica que presentan frecuentemente los bolones rojos; y una correlación negativa con rendimiento al tener un coeficiente de valor  $-0,888$  de alta significancia, que sugiere que al aumentar el peso del grano disminuye la producción debido a la tendencia de compensar el menor numero de granos con un aumento de peso de los mismos característica particular de los bolones rojos.

Las variables rendimiento y porcentaje de vaneamiento presentan una correlación negativa altamente significativa con un coeficiente de  $-0.985$  que sugiere que una alta producción del material es debida al menor numero de vainas vanas que produce.

**3.1.3. Análisis económico.** Con el presupuesto total, los costos (Anexo H) y los ingresos netos (Anexo I), se determino que los materiales blancos: L60, OBN 102 y L59 presentan los mejores ingresos netos que van de \$1.715.474 a \$1.522.233 superando a los bolones rojos: L17, L43, Bolon rojo precoz y Bolon rojo regional con ingresos netos que van de \$386.491 a perdidas de \$794.910, mostrando que las ganancias a sacar son un punto a favor para los agricultores de la región.

### 3.2 EVALUACIÓN DE LÍNEAS F8 RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO DEL FRÍJOL (Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli).

3.2.1. **Ciclo de vida.** (Figura 7) Los datos obtenidos en el presente trabajo para ciclo de vida se detallan en la Tabla 8.

3.2.1.1. **Días de siembra a emergencia.** Se muestra que las líneas emergieron entre los 14 y 15 días después de haber sido sembradas.

Para Benavides (2000, 25) en un estudio similar, los días a emergencia abarcaron de 12 a 13 días en líneas resistentes, concordando así la duración promedio para zonas frías con el presente trabajo.

3.2.1.2. **Días a floración.** Las líneas L3, L4, L24, L87, L89, L106 y Puerres 1, 2 y 3 presentaron la primera flor abierta a los 89 días, mientras que Bolon rojo, ICA Rumichaca y OBN 102 mostraron una duración de 95 días continuando el mismo patrón de duración que en el ensayo 1.

Tabla 8. Ciclo de vida para líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	DIAS A				
	EMERGENCIA	FLORACION	PRD. VAINA	VAINA LLENA	COSECHA
BOLON ROJO 59	15	95	110	140	205
ICA RUMICHACA	15	95	110	140	205
OBN 102	15	95	110	140	205
PUERRES 1	14	89	104	135	192
PUERRES 2	14	89	104	135	192
PUERRES 3	14	89	104	135	192
L3	14	89	104	135	192
L4	14	89	104	135	192
L24	14	89	104	135	192
L87	14	89	104	135	192
L89	14	89	104	135	192
L106	14	89	104	135	192

Fuente Este estudio

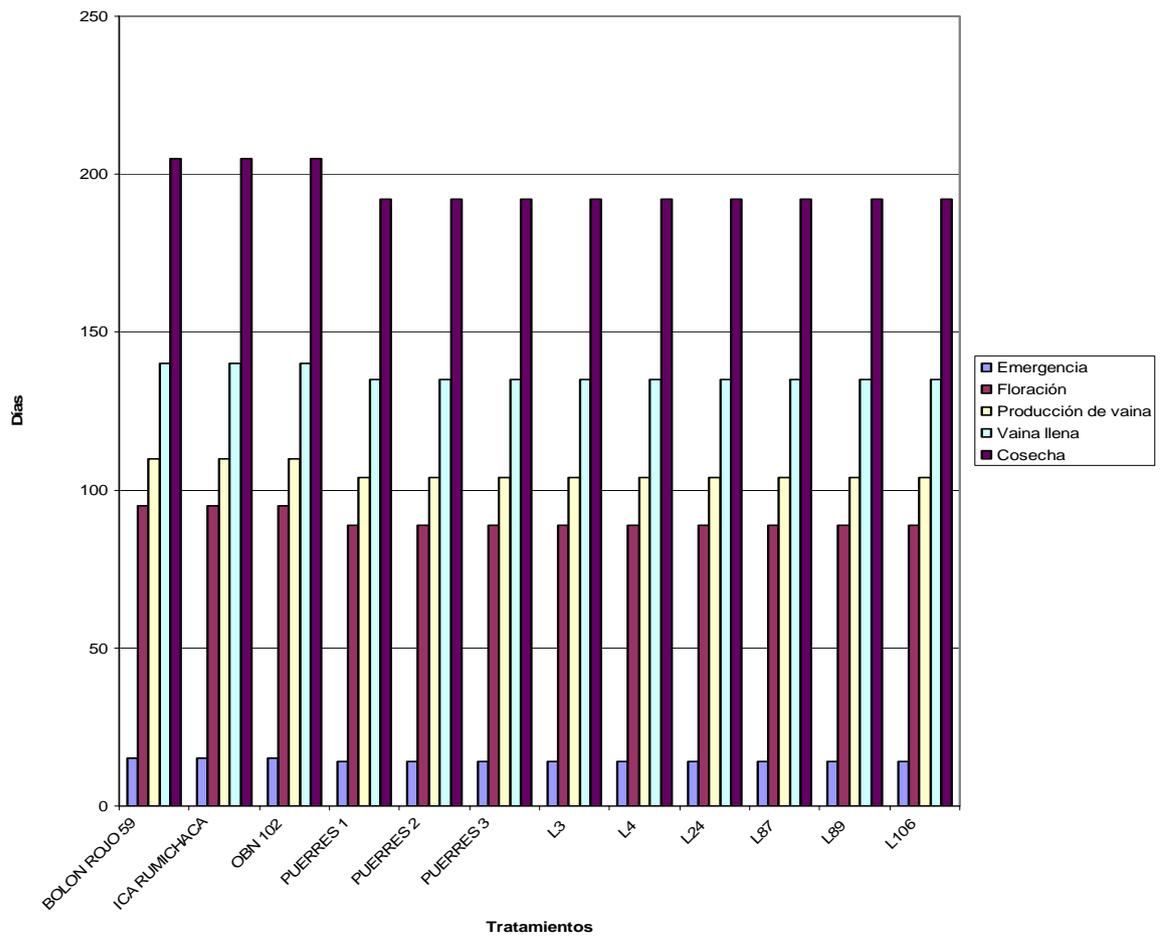


Figura 7. Ciclo de vida para líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.

Fuente: Este estudio

En Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 29) en un trabajo similar a una altura de 2567 msnm, obtuvieron, para esta variable, promedios de 101,66 a 103,66 para los materiales L3, L89, OBN 102 y L4 como los mas precoces y de 105 a 106 días para los materiales tardíos que fueron Puerres 3, ICA Rumichaca y Bolon rojo, mostrando así que las líneas evaluadas en este trabajo fueron mas precoces para

Llegar a flor, debido probablemente a condiciones ambientales distintas en las zonas de estudio.

**3.2.1.3. Días a producción de vainas.** Las líneas L3, L4, L24, L87, L89, L106 y Puerres 1, 2 y 3 produjeron las primeras vainas a los 104 días y Bolon rojo con ICA Rumichaca y OBN 102 mostraron vainas a los 110 días desde la siembra.

Para Benavides y Tacan (2001, 30), en el municipio de Córdoba, se concluyo para las líneas L3, L87, y L89 promedios de 121,33 a 122 días para esta variable, mientras que los materiales Puerres 3, ICA Rumichaca y Bolon rojo tuvieron promedios entre 126,33 y 129,66 días, sin concordar con el presente trabajo debido a que las condiciones ambientales distintas influyeron probablemente en los resultados.

**3.2.1.4. Días a vainas llenas.** El grupo que abarca L3, L4, L24, L87, L89, L106 y Puerres 1, 2 y 3 tuvo llenado de vaina a los 135 días mostrando granos totalmente formados. Las variedades Bolon rojo, ICA Rumichaca y OBN 102 alcanzaron esta fase a los 140 días.

Continuando con el trabajo de Benavides y Tacan (2001, 31), se muestra una duración de 145,66 a 151 días para ICA Rumichaca, L87 y L89, mientras que L4, Bolon rojo y OBN 102 duraron entre 155,66 y 158 días para tener las primeras vainas llenas, sin concordar con los resultados obtenidos en este trabajo por la probable diferencia en condiciones ambientales que influyeron en los estudios.

**3.2.1.5. Días a madures de cosecha.** Las líneas L3, L4, L24, L87, L89, L106 y Puerres 1, 2 y 3 presentaron una madures total a los 192 días, mientras que Bolon rojo, ICA Rumichaca y OBN 102 lo hicieron a los 205 días.

Para esta variable Benavides y Tacan (2001, 32) obtuvieron promedios de 186,66 a 189,66 días para los materiales mas precoces L87, ICA Rumichaca y L89, mientras que los mas tardíos L106, OBN 102 y Bolon rojo estuvieron listos para cosecha entre los 203 a 207,33 días, este estudio fue realizado a una altura de 2567 msnm. Se encuentran diferencias minimas con el presente trabajo debido a que ambos estudios se realizaron en regiones frias y con poca variación de altura entre ellas.

Las diferencias entre los estudios, pueden deberse, primeramente, a las alturas de las zonas evaluadas y como lo asegura el CIAT (1985, 62), a los factores que afectan la duración de la etapas de desarrollo del frijol como lo son el genotipo (cuyas características, habito de crecimiento y precocidad pueden variar), el clima, condiciones de fertilidad, características físicas del suelo, sequía, luminosidad, entre otros.

### **3.2.2. Componentes de rendimiento.**

**3.2.2.1. Numero de vainas por planta.** (Figura 8) Según el análisis de varianza (Anexo D) hay diferencia significativas entre tratamientos como entre bloques y la prueba de comparación de medias muestra que hay diferencias significativas del grupo conformado por: OBN 102, L3, L89, L87 y L4 al tener entre 32,8 y 40,7 vainas con respecto a Puerres 1, L106, Bolon rojo 59, Puerres 2 e ICA Rumichaca con 13,5 a 21,6 vainas. De otra parte L24 con 25,2 vainas por planta difirió significativamente con Puerres 1, L106 y Bolon rojo 59 con 13,5 a 15,9 vainas por planta, mientras que fue superada significativamente por L89, L3 y OBN 102 con 39 a 40,7 vainas por planta (Tabla 9).

Estudios adelantados en las regiones de Córdoba, Imues y Tangua, utilizando los

Tabla 9. Prueba de Tukey para numero de vainas por planta en líneas F8  
resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
OBN 102 (T)	40,7	A
L3	39,2	A
L89	39	A
L87	33,1	A
L4	32,8	A
Puerres 3	30,2	B
L24	25,2	B
ICA RUM (T)	21,6	C
Puerres 2	16,4	C
Bolon rojo 59	15,9	C
L106	14,7	C
Puerres 1	13,5	C

TUKEY (0,05) = 9,16

Fuente: Este estudio

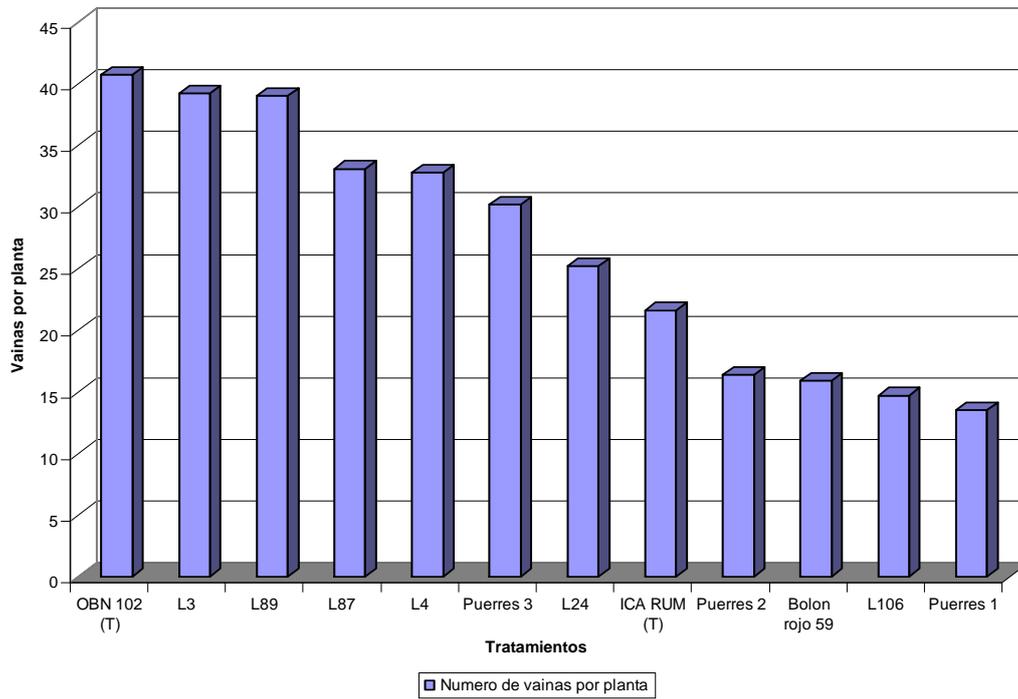


Figura 8. Numero de vainas por planta, en líneas F8 resistentes a al amarillamiento del frijol.

Fuente: Este estudio

mismos materiales evaluados en el presente trabajo, dieron los siguientes resultados:

En Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 33) obtuvieron 10,33 a 20,66 vainas por planta para los materiales Puerres 1, Bolon rojo 59 y L89, mostrandose como los de mejor comportamiento.

En Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 63) reportaron que OBN 102, L87 y L24 con 110; 106,3 y 93 vainas respectivamente, fueron los materiales que mas rindieron

Para Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 46) encontraron, como materiales mas rendidores para la variable de vainas por planta a OBN 102, L3 y L4 con 56,8; 51,8 y 49,9 vainas.

todos los mejores materiales coinciden para las cuatro zonas. Pero se puede determinar que los materiales de grano blanco son los mejores productores de vainas, aunque efectos de baja temperatura ( $7,1^{\circ}$  C) y precipitaciones de 248 mm encontradas en el mes de Diciembre pudieron afectar floración propiciandoc caída y no fecundación de flores.

**3.2.2.2. Porcentaje de vaneamiento.** (Figura 9) Para esta variable el análisis de varianza (Anexo D) muestra diferencias significativas entre los tratamientos. La

prueba de Tukey determina diferencias significativas de los grupos conformados por ICA Rumichaca, Puerres 2 y Puerres 1 y L106 con Bolon rojo 59 que mostraron porcentajes de 22,53 a 29,97 y 32,55 a 34,52% de vaneamiento en comparación al grupo de OBN 102, L4, L3, L89, L24, Puerres 3 y L87 con porcentajes que van de 13,48 a 18,13% (Tabla 10).

En Córdoba, en un estudio hecho por Benavides y Tacan (2001, 33), el rango para porcentaje de vaneamiento en los materiales Bolon rojo 59, Puerres 3 y Puerres 1 oscilo entre 21,96 y 34,59%, siendo los de menor porcentaje de vaneamiento para la zona.

Para Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 48) reportaron que los materiales con menor vaneamiento fueron OBN 102, L87 y L106 con 16; 16,8 y 17,5% de vainas vanas.

En la región de Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 68) encontraron que L89, L24 y L3 mostraron los mas bajos porcentajes con 10,01; 11,08 y 12,85% de vainas vanas.

Las diferencias encontradas en los cuatro estudios, se presentan debido probablemente, a la adaptación que los diferentes materiales realizan en los ambientes de estudio, así, el fenotipo resultante de los sujetos de en evaluación es la suma de los efectos tanto genéticos como ambientales (Figuroa, citado por Bravo y García, 2001, 51).

Tabla 10. Prueba de Tukey para porcentaje de vaneamiento en líneas F8  
resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Bolon rojo 59	34,52	A
L106	32,55	A
Puerres 1	29,97	AB
Puerres 2	25,54	AB
ICA RUMI (T)	22,53	AB
L87	18,13	B
Puerres 3	17,89	B
L24	17,88	B
L89	17,83	B
L3	17,69	B
L4	17,65	B
OBN 102 (T)	13,48	C

TUKEY (0,05) = 1,8

Fuente: Este estudio

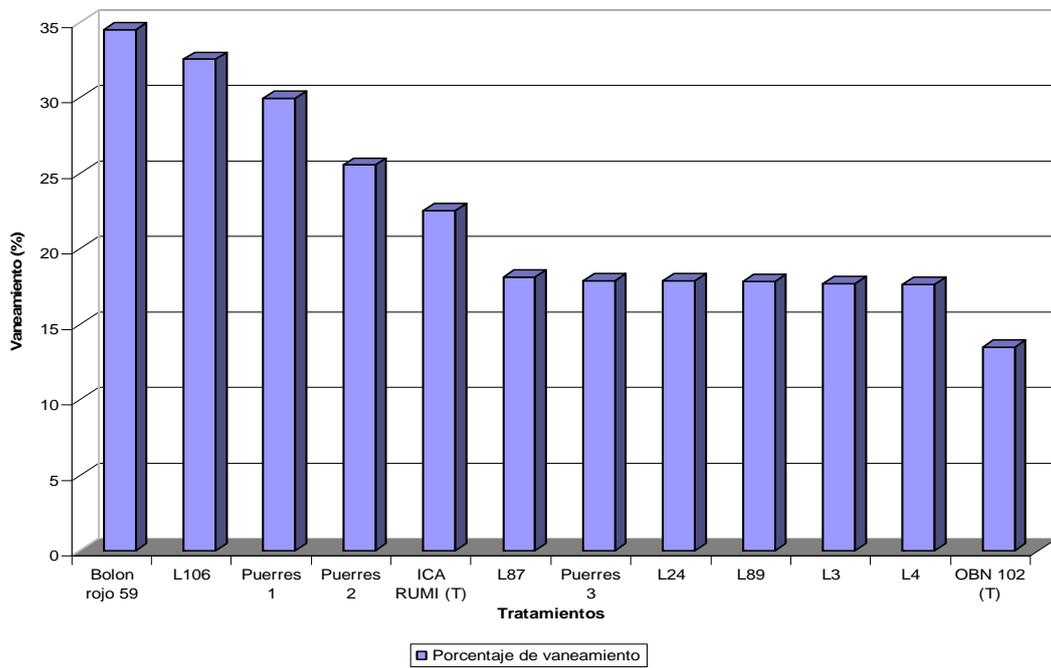


Figura 9. Porcentaje de vaneamiento, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol.

Fuente: Este estudio

3.2.2.3. **Numero de granos por vaina.** (Figura 10) El análisis de varianza (Anexo D) muestra diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de tukey resultante determina diferencias significativas de L24, L89, L4, OBN 102, L3, Puerres 3 y Puerres 2 que tienen entre 4,2 y 5,1 granos/vaina con L106 (2,7 granos) Bolon rojo 59 (3,16 granos) y Puerres 1 (3,2 granos ) (Tabla 11).

En el municipio de Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 34), en un estudio similar, obtuvieron de 3,82 a 4,15 granos por vaina para los materiales Bolon rojo 59, Puerres 1 y OBN 102, mostrándolos como los mas rendidores.

En Tangua, Guerrero y Narváez (2001, 48) reportaron que L 106 e ICA Rumichaca con 6,59 y 5,88 granos, fueron los mas rendidores para esta variable.

Para Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 70) dieron a ICA Rumichaca, OBN 102 y L4 con 4,26; 4,21 y 4,20, como los materiales de mejor comportamiento para este componente.

Las diferencias presentadas entre estudios son debidas probablemente a la interacción genotipo ambiente, por lo cual los mejores materiales no coinciden en todas las zonas evaluadas. Además, como lo manifiesta Rojas Garcidueñez (1993, 259) los resultados del presente trabajo pudieron deberse al exceso de agua en el suelo que produce aireación pobre, decreciendo la absorción y conducción del agua al perder esta permeabilidad debido a la acumulación de CO<sub>2</sub>, como también

Tabla 11. Prueba de Tukey para número de granos por vaina en líneas F8  
resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
L24	5,1	A
L89	4,6	A
L4	4,56	A
OBN 102 (T)	4,5	A
L3	4,46	A
Puerres 3	4,4	A
Puerres 2	4,2	A
ICA RUMI (T)	4	AB
L87	3,9	B
Puerres 1	3,2	C
Bolon rojo 59	3,16	C
L106	2,7	C

TUKEY (0,05) = 1,17

Fuente: Este estudio

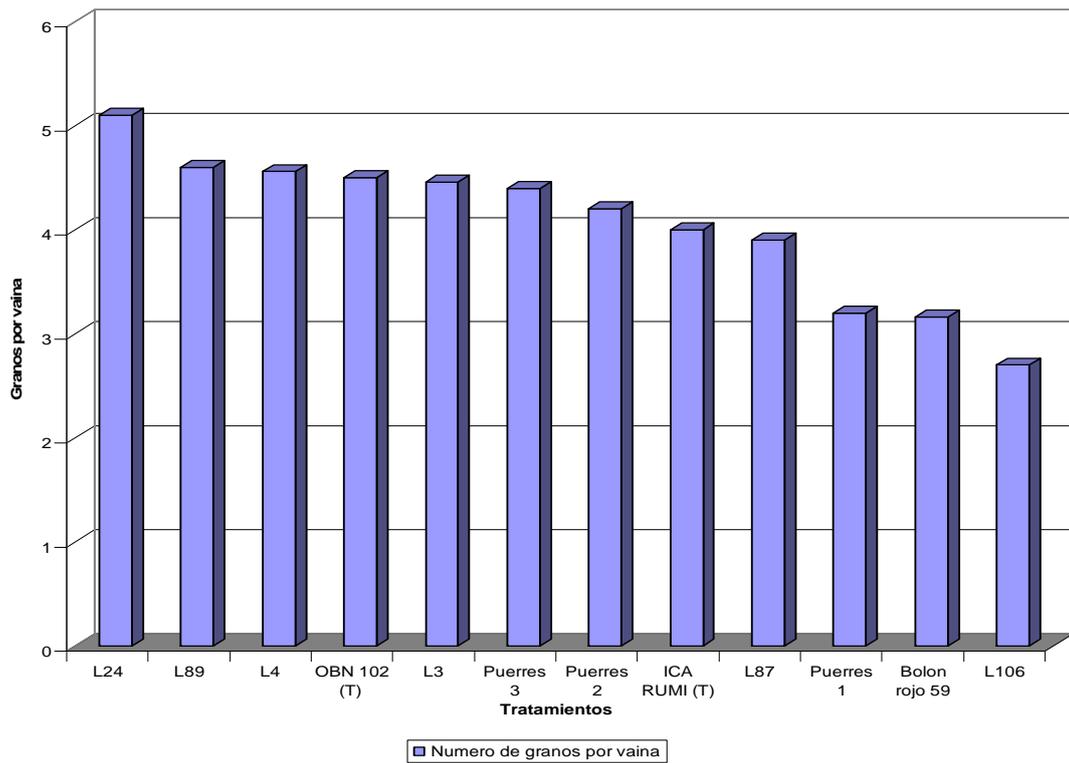


Figura 10. Numero de granos por vaina, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del fríjol.

Fuente: Este estudio

puede haber deficiencia de minerales en la parte superior del tallo y afectarse el crecimiento de la raíz.

3.2.2.4. **Peso de 100 granos.** (Figura 11) Hay diferencias significativas (0,05) entre los tratamientos según el análisis de varianza (Anexo D) y la prueba de tukey que da como resultado diferencias significativas (0,05) entre Puerres 2 con 49,2 gramos y el grupo de Puerres 1, ICA Rumichaca, L24, L106, L3, L87, OBN 102, L4, Puerres 3, L89 y Bolon rojo 59 con 41 a 48,1 gramos, sin mostrar diferencias entre ellas (tabla 12).

En el municipio de Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 35), los pesos de los mejores materiales como L24, Bolon rojo 59 y Puerres 2 oscilaron entre 77,65 a 89,39 gramos.

Para Montenegro y Zambrano (2001, 72), en la región de Imues, los materiales de mejor comportamiento fueron L89, Bolon rojo 59 y L87 con 56,56; 55,73 y 53,7 gramos por 100 granos.

Entretanto en Tangua, Guerrero y Narvárez (2001, 50) reportan que los mejores materiales para peso de 100 granos para esta zona fueron Puerres 2, Puerres 1 y Bolon rojo 59 con 72,26; 66,2 y 64,66 gramos.

Tabla 12. Prueba de Tukey para peso de 100 granos en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Puerres 2	49,2	A
Bolon rojo 59	48,1	B
L89	46,3	B
Puerres 3	45,9	B
L4	44,7	B
OBN 102 (T)	42,8	B
L87	42,76	B
L3	42,7	B
L106	42,3	B
L24	41,8	B
ICA RUMI (T)	41,3	B
Puerres 1	41	B

TUKEY (0,05) = 8,1

Fuente: Este estudio

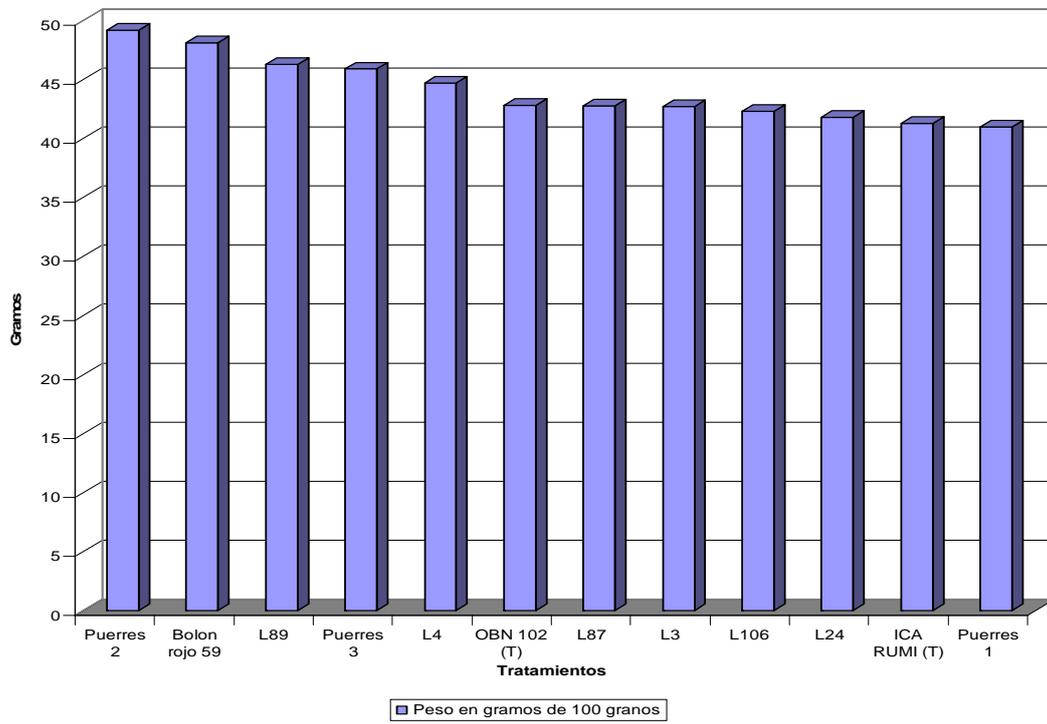


Figura 11. Peso en gramos de 100 granos, en líneas resistentes al amarillamiento del fríjol.

Fuente. Este estudio

Las diferencias encontradas entre estudios son debidas probablemente a la interacción genotipo ambiente. Pero en los estudios la línea Bolon rojo 59 coincide manifestando los mejores pesos en todas las zonas, debido probablemente a que

la característica genética de buen peso de grano ha sido heredada y prevalece ante el efecto del ambiente (Navale y Patil, citados por Bravo y García, 2001, 50).

3.2.2.4. **Rendimiento.** (Figura 12) El análisis de varianza (Anexo D) muestra diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de comparación de medias da como resultado diferencias significativas entre OBN 102 con 1935 Kg/ha y los demás tratamientos, igualmente los materiales L3, L89, L87, L24, Puerres 3 e ICA Rumichaca con 1366,7 a 1223,3 kg/ha muestran diferencias entre ellos lo mismo que Bolon rojo 59 (616,7 kg/ha) con L106 (730 kg/ha) (Tabla 13).

En la región de Córdoba, Benavides y Tacan (2001, 35) obtuvieron, en un estudio similar, los materiales OBN 102, L24 y L4 obtuvieron los mejores rendimientos con 3155 a 3676.33 kg/ha, mostrando superioridad con los resultados de este trabajo.

Para Guerrero y Narvárez (2001, 52), los mejores materiales, en cuanto a rendimiento por area, fueron OBN 102, L3 y L4 con 2726,85; 2683,13 y 2629,95 kg/ha.

Tabla 13. Prueba de Tukey para rendimiento en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol

MATERIAL	MEDIA	SIGNIFICANCIA
OBN 102 (T)	1935	A
L4	1493,3	AB
L3	1386,7	B
L89	1365	B
L87	1355	B
L24	1350	B
Puerres 3	1313,3	B
ICA RUMI (T)	1223,3	B
Puerres 2	946,7	BC
Puerres 1	873,3	BC
L106	730	C
Bolon rojo 59	616,7	C

TUKEY (0,05) = 527

Fuente: Este estudio

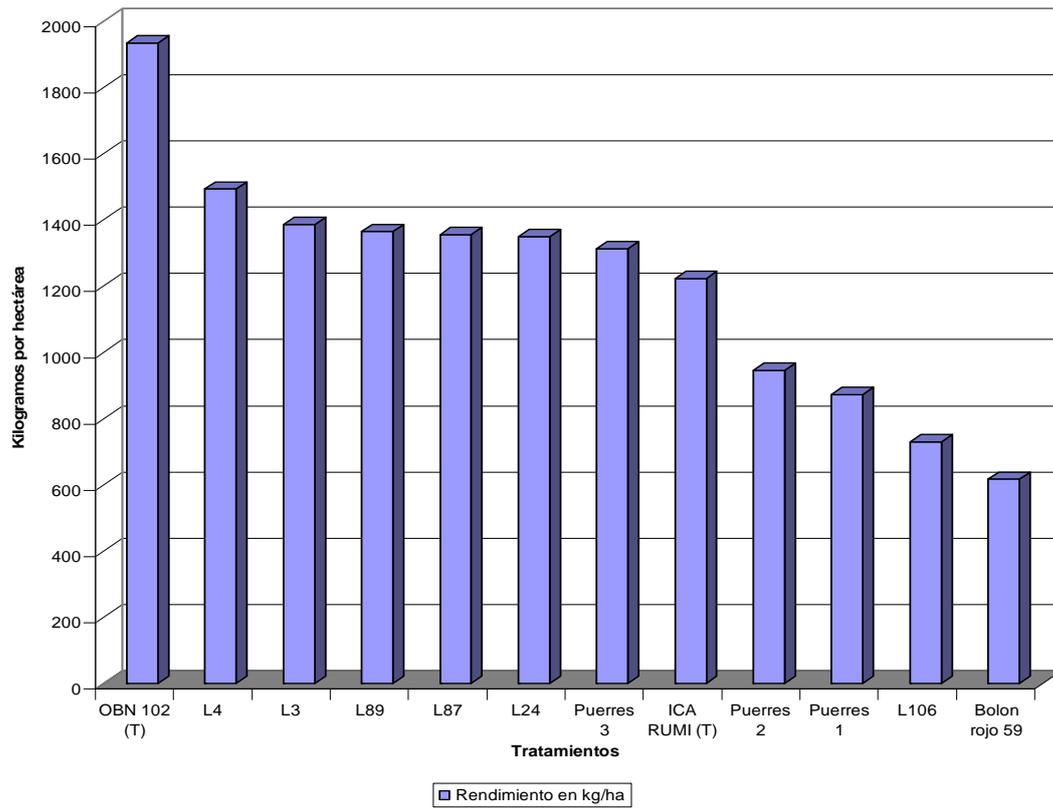


Figura 12. Rendimiento en kilogramos por hectárea, en líneas F8 resistentes al amarillamiento del frijol.

Fuente: Este estudio

En Imues, Montenegro y Zambrano (2001, 75) reportaron que los mejores rendimientos para esa zona los produjeron OBN 102, L3 y Puerres 3 con 1783,33; 1663,33 y 1581, 66 kg/ha.

En los cuatro estudios, se encuentra que los mejores rendimientos los obtuvieron los materiales de grano blanco como OBN 102, L4 y L3, mostrando una buena adaptación a las regiones, como también lo aseguran Cruz y Salazar citados por Bravo y García (2001, 103) al dar a conocer que los genotipos de materiales en estudio al ser afectados por los factores ambientales, pueden provocar el mejor rendimiento distinguiéndose las variedades mejoradas en comparación a las regionales de una zona determinada.

El Análisis de Correlación lineal muestra correlaciones positivas altas entre las variables numero de vainas por planta con numero de granos por vaina y rendimiento, con un coeficiente de 0,665 para ambas variables, mientras que existen correlaciones negativas de la variable numero de vainas por planta con peso de 100 granos y porcentaje de vaneamiento con coeficientes de  $-0,091$  no significativo y  $-0,767$  de alta significancia que sugiere que los materiales de mayor numero de vainas por planta presentan menor porcentaje de vaneamiento llenando mas vainas por planta que los otros materiales de estudio.

La variable numero de granos por vaina presento correlación no significativa con peso de 100 granos teniendo un coeficiente de 0,055, mientras que con la variable de rendimiento muestra una correlación altamente significativa al tener un

coeficiente de 0,77 mostrando mayor producción con mayor número de granos, y correlación negativa alta con la variable porcentaje de vaneamiento de coeficiente  $-0,755$  que sugiere que al aumentar el número de granos por vaina, el material llena menos cantidad de vainas manteniendo granos uniformes.

La variable peso de 100 granos presenta correlación negativa muy baja con la variable rendimiento al tener un coeficiente de  $-0,259$  mostrando que al aumentar el peso de grano se obtendrá algún aumento en la producción, mientras que con el porcentaje de vaneamiento tiene una correlación muy baja pero positiva con un coeficiente de  $0,292$  que sugiere que al igual que el número de granos por vaina aumenta el peso de los mismos tendiendo a una producción uniforme pero llenando pocas vainas.

El rendimiento frente al porcentaje de vaneamiento muestra correlación negativa altamente significativa con un coeficiente de  $-0,962$  indicando el efecto de baja producción al aumentar la cantidad de vainas vanas en la planta.

**3.2.3. Análisis económico.** En el Anexo J se muestran los costos de producción, como también los ingresos netos (Anexo K). Los mejores ingresos netos los muestran OBN 102, L4 y L3 con valores que van de \$1.579.848 a \$575.586 comparándolos con los resultados más bajos obtenidos por Puerres 2 y 1, la línea 106 y Bolon rojo 59 con pérdidas de \$161.241 a \$749.724, mostrando estos

últimos características de materiales poco promisorios y que no presentan ganancias al agricultor de la región.

## 4 CONCLUSIONES

4.1 La evaluación del ciclo de vida de las selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo muestra que las líneas mas precoces fueron Bolon rojo precoz, L43 y L59 con una duración de 190 días desde la siembra hasta la madurez de cosecha, mientras que Bolon rojo regional, OBN 102, L17 y L60 alcanzaron esta etapa a los 205 días, siendo los materiales mas tardíos.

4.2 Se observa una dominancia, dentro de los componentes de rendimiento, de los bolones blancos, especialmente la línea L60 en cuanto a numero de granos por vaina (4,8), numero de vainas por planta (41,7) y rendimiento total (2015 Kg/ha), al compararlos con los bolones rojos como el Bolon rojo regional, que superan a los blancos solo en cuanto a peso de 100 granos con 54 gramos, además hay que tener en cuenta las características favorables de precocidad y buen rendimiento de la línea L59 con 1902,3 kg/ha y 190 días de ciclo de vida.

4.3 El Análisis económico de las selecciones de Bolon blanco y Bolon rojo, muestra que los materiales de grano blanco L60, OBN 102 y L59, de carácter

promisorio en la región, dejan los mejores ingresos netos con valores de \$1.522.233 a \$1.715.474.

4.4 Las líneas de resistencia al amarillamiento con mayor precocidad fueron L3, L4, L24, L87, L89, L106, Puerres 1, 2 y 3 con una duración de ciclo desde la siembra a la cosecha de 190 días comparándolas con OBN 102, Bolon rojo 59 y ICA Rumichaca que tuvieron una duración de 205 días.

4.5 En los materiales de resistencia a Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli los mejores comportamientos en la región de Guitarilla, fueron los de las líneas L4, L89, y L3 con la variedad OBN 102 que se ubicaron en los primeros lugares en número de vainas por planta (32,8, 39, 39,2 y 40,7), número de granos por vaina (4.56, 4.6, 4.46 y 4.5) y rendimiento con valores que van de 1365 a 1935 kg/ha.

4.6 Al realizar el Análisis económico, se mostró que la variedad OBN 102 y las líneas 4 y 3 se consideran como materiales promisorios económicamente, ya que presentan ingresos netos de \$575.586 a \$1.579.848, dejando así ganancias al agricultor.

## 5. RECOMENDACIONES

5.1 Realizar ensayos de evaluación del comportamiento de los materiales estudiados en el presente trabajo en asocio con maíz.

5.2 Analizar alternativas de diseño de canales de comercialización dentro del departamento para fijar un mercado de buenas perspectivas para los productores

5.3 Plantear estudios sobre labores de postcosecha y que den iniciativas para mejorar la calidad como factor importante para obtener un buen precio en el mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA LIZARASO, Juan. et al. Administración de empresas agropecuarias. Manual de Asistencia Técnica No 21. Bogota: ICA, 1991. 208 p.

ANGULO, Nestor. Descripción de las variedades de frijol voluble cultivadas en Nariño. Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Boletín técnico No. 228. 1994. 16p.

BARRERA, Luis. La fertilidad de los suelos de clima frío y la fertilidad de cultivos. En Mojica, F, Ed. Fertilidad de suelos: diagnostico y control. Bogota: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1994. pp 419 – 467.

BENAVIDES ROSADA, Edgar. Evaluación de los componentes de rendimiento de ocho líneas de frijol voluble resistentes a Fusarium oxysporum S. f.sp phaseoli bajo condiciones de inóculo natural. Pasto, Colombia, 2000, 84 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

BENAVIDES VALLEJO, Jesus y TACAN PINCHAO, Felipe. Evaluación participativa de materiales promisorios de fríjol voluble (Phaseolus vulgaris L.) resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli), en el Municipio de Córdoba, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2001, 51 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

BRAVO, Luis y GARCIA, Carlos. Evaluación de tres líneas mejoradas y tres variedades regionales de fríjol arbustivo en el municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2001, 92 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CAMPOS AVILA, Jorge. Enfermedades del fríjol. México: Trillas, 1987. 132p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Fríjol: investigación y producción. Cali, Colombia: CIAT, 1985. 419 p.

CERON, Antonio. Sanidad vegetal. San Juan de Pasto: Universidad Santo Tomas de Aquino, Programa de Tecnología en Producción Agropecuaria, 1996. 21 p.

CRUZ AUSECHA, Wilmer y TIMANA ESTUPIÑAN, Edwin. Descripción fenotípica de 23 materiales regionales de fríjol voluble (Phaseolus vulgaris L.) en el Municipio de Pasto. Pasto, Colombia, 1996, 149 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

DELGADO, Maria. Y JOJOA, Ana. Plan de desarrollo integral para el municipio de Guaitarilla. Pasto, Colombia, 1994, 167 p. Tesis de grado (Administrador de Empresas) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

DOMINGUES, Edgar. Alístese a sembrar fríjol, están identificando las áreas potenciales de cultivo. El Tiempo, Santa fe de Bogotá, Mayo 12, 2001: 2-4

FERNÁNDEZ PAZ, Floro. y ROSERO DIAGO, Francisco. Evaluación de 100 variedades de fríjol voluble en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1981, 22 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

FLOR, Carlos. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en fríjol. En LÓPEZ, M etal, Ed. Fríjol: Investigación y producción. Cali (Colombia): CIAT, 1985. pp 287

GONZALES, Gloria. Plagas del fríjol. En Memorias del curso-seminario sobre aspectos fitosanitarios en trigo, cebada y fríjol. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1986. pp. 208 – 220.

GUERRERO, Milton y NARVAEZ, Ricardo. Evaluación de quince materiales de fríjol voluble (Phaseolus vulgaris) resistentes a Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli en el municipio de Tangua, departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2001, 92.

Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

GUERRERO, Oscar y ANGULO, Nestor. Evaluación de germoplasma de frijol voluble por resistencia a Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli en el Departamento de Nariño. En RELEZA II, Segunda reunión de leguminosas de grano en la Zona Andina. Cali, Colombia: CIAT, 1991. 3p.

GUERRERO RIASCOS, Ricardo. Fundamentos técnicos para la fertilización de cultivos. En MOJICA, F, Ed. Fertilidad de suelos: diagnóstico y control. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1994. pp 247 – 281.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI. Diccionario geográfico de Colombia. Tomo 1. Bogotá: IGAC, 1996. 570 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Datos de precipitación, temperatura y humedad relativa en la estación Bombona. Pasto: IDEAM, 2001. 3 p.

LEDESMA MANZANO, Jairo y RENDÓN TORRES, Roger. Estudios sobre el marchitamiento del frijol de enredadera (Phaseolus vulgaris) en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1980, 43 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

LIGARRETO, German. Efecto del peso y contenido proteínico de las semillas sobre el crecimiento y rendimiento del fruto arbustivo. Revista ICA (Colombia) 1(28): 33 – 38. 1993.

MALDONADO, Gustavo y MOYA, Luz. El cultivo del fríjol en la cuenca alta del río Guatiquia. Colombia: [www.corpoica.org.co/frijolguatiquia.htm](http://www.corpoica.org.co/frijolguatiquia.htm). 1997.

MONTENEGRO, Marco y ZAMBRANO, Juan Carlos. Evaluación de Catorce materiales de fríjol voluble Phaseolus vulgaris resistentes a Fusarium oxysporum en el municipio de Imues, departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2001, 102. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ORTEGA BOLAÑOS, Hevy. Respuesta del fríjol (Phaseolus vulgaris L.) ala fertilización química y orgánica con lombricompost en un suelo de Buesaco, Nariño. Pasto, Colombia, 1991, 63 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

OSPINA MACHADO, Julio. et al. Enciclopedia Agropecuaria Terranova, Producción Agrícola 1. Santa fe de Bogotá: Terranova, 1995. pp. 130 – 133.

PARDO, Elizabeth y BENITEZ, Jaulim. Producción de semilla de fríjol voluble de la variedad Bolon rojo. Colon, Putumayo (Colombia): Tecnología en Administración de Empresas Agropecuarias, SENA, 1998. 39 p.

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE FRIJOL, PITTA-fríjol. Guía del cultivo del fríjol (Phaseolus vulgaris L.). Costa Rica: [www.infoagro.com/frijol.htm](http://www.infoagro.com/frijol.htm). 1999.

REALPE ORTIZ, Carmen. y NAVIA RODRIGUEZ, Edwin. Evaluación de 23 materiales de fríjol voluble por resistencia al amarillamiento causado por Fusarium oxysporum Schlecht f.sp. phaseoli Kendrick y Snyder. Pasto, Colombia, 1997, 104 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ROJAS GARCIDUEÑAZ, Manuel. Fisiología vegetal aplicada. Cuarta edición. México: Interamericana-MacGraw Hill, 1993, 275 p.

ROSERO, Ruth. Respuesta del fríjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) a la fertilización edáfica y a la inoculación con Rhizobium en un suelo del Altiplano de Pasto, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1985, 54 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

SAÑUDO, Benjamin. Enfermedades del fríjol. In Memorias del curso-seminario sobre aspectos fitosanitarios en trigo, cebada y fríjol. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1986. 380 p.

SAÑUDO, Benjamin, CHECA, Oscar. y ARTEAGA, German. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1999. 98p.

SAÑUDO, Benjamin. y ZUÑIGA, Ovidio. Informe preliminar sobre una variedad de frijol voluble tolerante al amarillamiento por Fusarium oxysporum forma Phaseoli en el Departamento de Nariño. ASCOLFI INFORMA (Colombia) 8(1): 3 – 4. 1982.

SING, Shree. Conceptos básicos para el mejoramiento del frijol por hibridación. En López, M etal, Ed. Frijol: Investigación y producción. Cali (Colombia): CIAT, 1985. pp. 109 –126.

TAMAYO, Pablo. Manejo y control de las enfermedades del frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.). Rionegro, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agrícola. Boletín técnico. 1995. 39p.

THURSTON, David. Historia de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina. Estados Unidos: [www.frijoltapado.com](http://www.frijoltapado.com). 1992.

VELANDIA, Jorge. Evaluación de 38 materiales de frijol (Phaseolus vulgaris) por su comportamiento a F. oxysporum f.sp. phaseoli. Bogotá: ICA, C.I. Tibaitatá, 1990. 12p. (Mecanografiado).