

EVALUACIÓN DE 27 LÍNEAS PROMISORIAS DE FRÍJOL VOLUBLE *Phaseolus vulgaris* ASOCIADO CON MAÍZ *Zea mays*; EN CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA TRIGUERA DE NARIÑO.

ISABEL RODRÍGUEZ GUEVARA.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO-COLOMBIA
2005**

EVALUACIÓN DE 27 LÍNEAS PROMISORIAS DE FRÍJOL VOLUBLE *Phaseolus vulgaris* ASOCIADO CON MAÍZ *Zea mays*; EN CINCO MUNICIPIOS DE LA ZONA TRIGUERA DE NARIÑO.

ISABEL RODRÍGUEZ GUEVARA.

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis
JAVIER GARCÍA ALZATE I.A.M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO-COLOMBIA
2005**

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

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

Nota de aceptación:

Germán Arteaga Meneses
Presidente de jurado

Carlos Betancourth García
Jurado

Benjamín Sañudo Sotelo
Jurado

San Juan de Pasto, Octubre de 2005

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en forma muy especial por su valiosa colaboración a:

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

Javier García Alzate. Ingeniero Agrónomo M.sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Germán Arteaga Meneses. Ingeniero Agrónomo M.sc. Decano Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Carlos Betancourth. Ingeniero Agrónomo M.sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Hugo Ruiz Erazo. Ingeniero Agrónomo M.sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Luz Helena Huertas

Jhon Burbano

Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

DEDICO A:

Dios por regalarme una vida llena de éxitos y una familia incondicional .

A mis padres Nerio Rodríguez y Rosa Guevara con todo mí amor por su apoyo y confianza .

A mis hermanos: Yanet, Sandra, Ricardo, Martha, Carmen A, Rozalba y Fercho.
Si la vida me hubiera dado la Oportunidad de elegir mis hermanos nunca hubiera dudado en escogerlos a ustedes.

A Fernando Mera, Gracias por tu amor y apoyo.

A la memoria de Deisy Viviana y
A mis sobrinos del alma.

A mis amigos con gratitud y cariño.

Diana María Lora
Luz Helena Huertas
Diego Aza
Jairo Martínez
Javier García Alzate.

Isabel

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	26
1. MARCO TEÓRICO	28
1.1 GENERALIDADES DEL FRÍJOL	28
1.2 IMPORTANCIA DEL FRÍJOL	29
1.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS	31
1.3.1 Clima.	31
1.3.2 Suelos	32
1.4 SANIDAD	32
1.4.1 Malezas	32
1.4.2 Plagas y enfermedades	34
1.5 VARIEDADES	37
1.6 HABITO DE CRECIMIENTO	38
1.7 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE FRÍJOL VOLUBLE	40
1.7.1 Monocultivo	40
1.7.2 Asocio	42
1.8 GENERALIDADES DE MÁIZ	44
1.8.1 Importancia del cultivo de maíz.	45
1.8.2 Aspectos ecológicos	46

1.8.3 Sanidad	47
1.8.4 Distancias y sistemas de siembra	50
1.9 GENERALIDADES DE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS	50
1.9.1 Importancia de la asociación de cultivos	51
1.9.2 Principios fundamentales de la asociación	52
1.9.3 Características de las especies involucradas en el asocio maíz por frijol	53
1.10 HISTORIAL DE LOS MATERIALES EVALUADOS DE FRÍJOL	54
1.11 HISTORIAL DE LOS MATERIALES EVALUADOS DE MAÍZ	55
2 DISEÑO METODOLÓGICO	56
2.1 LOCALIZACIÓN	56
2.2 SUELOS	56
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	58
2.4 ÁREA EXPERIMENTAL Y ÚTIL	59
2.5 MATERIALES DE MAÍZ	61
2.6 MATERIALES DE FRÍJOL	61
2.7 LABORES CULTURALES	64
2.7.1 Preparación del terreno	64
2.7.2 Siembra y fertilización	64
2.7.3 Control de plagas y enfermedades	64
2.7.4 Control de malezas	66
2.7.5 Cosecha	66

2.8 VARIABLES EVALUADAS SOBRE LAS LÍNEAS DE FRÍJOL	66
2.8.1 Días de siembra a floración (DAF)	66
2.8.2 Días de siembra a madurez de cosecha (DMC)	66
2.8.3 Número de vainas por planta (VPP)	66
2.8.4 Número de granos por vaina (GPV)	66
2.8.5 Peso de 100 semillas (P100S)	66
2.8.6 Porcentaje de vaneamiento (%V)	66
2.8.7 Rendimiento (Rto)	67
2.9 VARIABLES EVALUADAS SOBRE LAS LÍNEAS DE MAÍZ	67
2.9.1 Número de Mazorcas por planta (MP)	67
2.9.2 Número de granos por mazorca (GM)	67
2.9.3 Peso de 100 granos (P100G)	67
2.9.4 Porcentaje de volcamiento (%V)	67
2.9.5 Rendimiento (Rto)	68
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
3.1 EVALUACIÓN DE LOS GENOTIPOS DE FRÍJOL ASOCIADO CON MAÍZ MOROCHO BLANCO MEDIANO (MBM)	69
3.1.1 Ciclo de vida.	69
3.1.2 Número de vainas por planta (VPP)	69
3.1.3 Número de granos por vaina (GPV)	73
3.1.4 Peso de 100 semillas (P100s)	74
3.1.5 Porcentaje de vaneamiento (V)	76

3.1.6 Rendimiento	78
3.2 RESULTADOS SOBRE EL MAÍZ	80
3.2.1 Número de mazorcas por planta (MPP)	80
3.2.2 Número de granos por mazorca (NGM)	82
3.2.3 Peso de 100 granos (P100G)	84
3.2.4 Porcentaje de volcamiento	85
3.2.5 Rendimiento	86
3.3 EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE FRÍJOL ASOCIADO CON MAÍZ MOROCHO AMARILLO 3 (MA3)	87
3.3.1 Ciclo de vida	87
3.3.2 Número de vainas por planta (VPP).	88
3.3.3 Número de granos por vaina (GPV).	91
3.3.4 Peso de 100 granos (P100G).	92
3.3.5 Porcentaje de vaneamiento (∇).	94
3.3.6 Rendimiento	94
3.4 RESULTADOS SOBRE EL MAÍZ MOROCHO AMARILLO 3	98
3.4.1 Número de mazorcas por planta (MPP).	98
3.4.2 Número de granos por mazorca (NGM)	99
3.4.3 Peso de 100 granos (P100G)	102
3.4.4 Porcentaje de volcamiento	103
3.4.5 Rendimiento	103
4. CONCLUSIONES	106

5. RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	113

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Descripción y manejo de las principales plagas del fríjol	35
Cuadro 2. Descripción y manejo de las principales enfermedades de fríjol	36
Cuadro 3. Principales plagas del cultivo de maíz en clima frío	49
Cuadro 4. Principales enfermedades del cultivo de maíz en clima frío	49
Cuadro 5. Descripción geográfica de las zonas de estudio	56
Cuadro 6. Análisis de suelo de las localidades en estudio	57
Cuadro 7. Características de los materiales de maíz evaluados	61
Cuadro 8. Control fitosanitario general	65
Cuadro 9. Prueba de comparación de promedios de Tukey para cinco ambientes en la evaluación de 28 genotipos de fríjol en zonas frías del departamento de Nariño	72
Cuadro 10. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento kg/ha de materiales de fríjol evaluados en cinco zonas del departamento de Nariño	79
Cuadro 11. Comparación de promedios de mazorcas por planta de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 genotipos de fríjol evaluados en zonas del departamento de Nariño	81
Cuadro 12. Comparación de promedios para peso de 100 granos de maíz Morocho Blanco Mediano asociado con 28 materiales de fríjol voluble en cinco localidades del departamento de Nariño	84
Cuadro 13. Comparación de promedios para rendimiento (kg/ha) de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de fríjol voluble evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño.	86

Cuadro 14. Comparación de promedios para vainas por planta de materiales de fríjol asociado con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en cinco municipios de Nariño	89
Cuadro 15. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento kg/ha de materiales de fríjol voluble en asocio con morocho Amarillo 3 evaluados en cinco municipios de Nariño	98
Cuadro 16. Comparación de promedios de mazorcas por planta del maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de fríjol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño	99
Cuadro 17. Comparación de promedios para peso de 100 granos de maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de fríjol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño	102
Cuadro 18. Comparación de promedios para rendimiento de maíz Morocho Amarillo 3 en asocio con 28 materiales de fríjol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño	104

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Plano de campo para la evaluación de 28 materiales de frijol voluble asociados con maíz Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo	60
Figura 2. Datos de altura, precipitación y temperatura de las zonas de estudio de autores mencionados	62

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano	71
Tabla 2. Comparación de promedios para granos por vaina de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano	75
Tabla 3. Comparación de promedios para peso de 100 semillas de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano	77
Tabla 4. Análisis de varianza combinado de 28 materiales de frijol evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño	79
Tabla 5. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento (kg/ha) de 28 materiales de frijol voluble evaluados en cinco ambientes del departamento de Nariño	80
Tabla 6. Comparación de promedios para granos por mazorca de maíz Morocho Blanco Mediano asociado con 28 materiales de frijol voluble evaluados en zonas del departamento de Nariño.	83
Tabla 7. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño	91
Tabla 8. Comparación de promedios para granos por vaina de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño	93
Tabla 9. Comparación de promedios para peso de 100 granos de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño	95
Tabla 10. Análisis de varianza combinado para rendimiento de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas de Nariño	96

Tabla 11. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento (kg/ha) de 28 materiales de frijol voluble asociado con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas de Nariño 97

Tabla 12. Comparación de promedios de granos por mazorca del maíz Morocho Amarillo 3 asociado con materiales de frijoles volubles y evaluados en cinco municipios de Nariño 101

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Periodo productivo de 28 materiales de frijol voluble en asociación con maíz Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo 3	114
Anexo 2. Análisis de varianza combinado para las variables de producción de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano evaluados en cinco localidades (cuadrados medios)	115
Anexo 3. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano evaluados en cinco zonas del departamento de Nariño	116
Anexo 4. Análisis de varianza para rendimiento de 28 materiales de frijol en cinco zonas del departamento de Nariño (Cuadrados medios)	117
Anexo 5. Análisis de varianza para las variables de producción de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de frijol voluble (cuadrados medios)	118
Anexo 6. Comparación de promedios para porcentaje de volcamiento de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de frijol voluble evaluado en cinco municipios del departamento de Nariño	119
Anexo 7. Análisis de varianza combinado para las variables de producción de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en cinco localidades (cuadrados medios)	120
Anexo 8. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluado en cinco zonas del departamento de Nariño	121
Anexo 9. Análisis de varianza para rendimiento de 28 materiales de frijol en cinco municipios del departamento de Nariño	122
Anexo 10. Análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento de maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de frijol voluble	123

Anexo 11. Comparación de promedios para porcentaje de volcamiento de maíz Morocho Amarillo 3 en asocio con 28 materiales de fríjol voluble evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño

GLOSARIO

CULTIVOS ASOCIADOS: la siembra de dos o más cultivos simultáneamente o con un trasplante en los ciclos vegetativos en el mismo terreno.

ESTABILIDAD: comportamiento de cada genotipo en los diferentes ambientes, en cuanto a características biológicas y productivas.

FENOTIPO: es el valor que se observa o mide de un individuo y es el resultado de la contribución del genotipo y una contribución ambiental.

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

GENOTIPO ESTABLE: aquel que muestra un coeficiente de regresión (b) cercano a uno y la sumatoria de los cuadrados de las desviaciones de la regresión corregidas (SCdc) próxima a cero, es decir tan pequeña como sea posible, estas características lo definen como genotipos estables y predecibles.

HEREDABILIDAD: proporción de la varianza fenotípica que es de origen genético, debido a la transmisión genética transmisible de una generación a otra, se expresa como coeficiente o en porcentaje y debe ser mayor a 0.3 o 30% para asegurar una buena participación de la parte genética, para que un carácter se transmita a la descendencia.

LÍNEA: material vegetal sobresaliente de un proceso de mejoramiento.

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

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

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de noviembre de 2002 y septiembre de 2003, en los municipios de Pasto, Contadero, Túquerres, Córdoba y Ospina, cuyas alturas y temperaturas promedios están comprendidas entre 2600 y 2900 msnm y 11 a 15 °C respectivamente, con el objeto de evaluar los componentes de producción de 27 líneas promisorias de frijol voluble en cuanto a vainas por plana, granos por vaina, peso de 100 granos, porcentaje de vaneamiento y rendimiento de grano seco, bajo el sistema de asocio con los materiales de maíz, evaluando mazorcas por planta, granos por mazorca, peso de 100 granos, volcamiento y rendimiento de grano seco.

Las líneas de frijol que se utilizaron fueron L1, L2, L3, L4, L9 y L10 de grano blanco tipo Cargamanto, provenientes de cruzamientos de OBN-102 x Bolon Blanco; L14 y L23 de grano rojo de tamaño mediano procedentes de selecciones individuales de Bolon Rojo; L30, L31, L33, L34, L35, L54, L60 y L64 de grano blanco de tamaño mediano que provienen de selección individuales de grano blanco procedentes de OBN-102; L67, L68, L70, L71, L72, L74, L75, L76, L78 y L87 de grano rojo con pintas crema de tamaño mediano, esta última se obtuvo del cruzamiento de las variedades ICA Rumichaca x Conejo; PPR45 de grano rojo y de tamaño grande que procede de cruzamiento de Bolon Rojo x ICA Rumichaca y como testigo la variedad ICA Rumichaca de grano rojo con estrías cremas, que proviene del cruzamiento de L38 x Cargamanto x Segregante Mortiño x Diacol Calima, los cuales se asociaron con los materiales de maíz morocho blanco mediano y morocho amarillo 3, utilizando en cada ensayo el diseño de bloques al azar con 28 tratamientos y 3 repeticiones.

Los diferentes datos obtenidos se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y las pruebas de significancia de Tukey. Finalmente, se hizo un análisis combinado ambiente por genotipos, para determinar la estabilidad de los materiales de frijol a través del modelo de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell (1966, 121).

En términos generales los genotipos de frijol cumplieron su ciclo de vida entre 160 y 250 días, presentándose que en la localidad de menor altura sobre el nivel del mar, (Córdoba a 2600 msnm), todos los materiales fueron más precoces con un periodo comprendido entre 160 y 200 días para completar su ciclo de madurez. Así mismo, los materiales de grano coloreado L70, L71, L72, L74, L75, L76, L78, PPR45 y L4 tuvieron un periodo más corto para llegar a madurez de cosecha con un periodo comprendido entre 160 y 210 días, en comparación con las líneas L30,

L64 de grano blanco y el testigo ICA Rumichaca, quienes resultaron tardíos para cumplir su ciclo, el cual estuvo comprendido entre 200 y 250 días.

En cuanto a los componentes de rendimiento, el número de vainas por planta estuvo comprendido entre 12.9 y 42.93, presentándose las líneas de frijol L10 y L87 con los mejores promedios. Así mismo el número de granos por vaina osciló entre 4.3 y 6.52 granos, donde las líneas L3, L9, L87 y PPR45 registraron los promedios más altos y referente al peso de 100 granos el promedio general estuvo comprendido entre 41.97 y 55.97 gramos donde las líneas L1, L2, L3, L4 y L9 registraron los mayores promedios.

En el porcentaje de vaneamiento con valores comprendidos entre 2.48 y 3.11, los dos ensayos permiten demostrar que no se presentaron diferencias significativas, entre localidades y materiales de frijol por separado. Así mismo, no se presentó diferencia alguna en la interacción genotipo por localidad.

Todos los materiales de frijol voluble mostraron un comportamiento diferente a través de todos los ambientes mostrándose la localidad de Pasto como el ambiente más favorable para la expresión de los máximos rendimientos de estos materiales, cuando los materiales de frijol se asociaron con el maíz morocho blanco mediano, los rendimientos promedios generales oscilaron entre 993 y 1867 kg/ha, observándose una situación similar cuando se asociaron con el maíz morocho amarillo 3, donde los promedios generales de rendimiento estuvieron comprendidos entre 1067 y 1900 kg/ha.

De igual manera, los materiales de frijol voluble L87 y PPR45, fueron los que registraron un coeficiente de regresión de 1.00 y 0.35 a 0.75 respectivamente y una desviación de la regresión de -0.66 a -0.63 y -0.65 a -0.62 , situación que los amerita como genotipo estable y predecible y mejor respuesta en ambientes desfavorables y predecible respectivamente, según parámetros de estabilidad.

Referente a los materiales de maíz, no hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a rendimiento cuando se asociaron con los diferentes materiales de frijol. El genotipo morocho blanco mediano presentó como características productivas 1.79 a 1.82 mazorcas por planta 248.13 a 269.7 granos por mazorca, peso de 100 granos entre 47.32 y 48.89 gramos, 2.5 a 3.1% de volcamiento y 2225 a 2382 kg/ha y el material morocho amarillo 3, presentó promedios generales de 1.58 a 1.62 mazorcas por planta, 237.8 a 260.41 granos por mazorca, peso de 100 granos entre 44.62 y 46.02 gramos, 2.3 a 2.9% de volcamiento y un rendimiento entre 1750 y 1870 kg/ha.

ABSTRACT

The present work was carried out between months of November 2002 and September 2003 in the municipalities of Pasto, Contadero, Córdoba and Ospina these municipalities are about 2600 and 2900 meters above sea level and have mean temperatures of 11 to 15°C respectively. This work was done with the goal to evaluate the production components of 27 – promissory lines of voluble bean taking into account the number of sheath per plant, grains per sheath, 100 – grain weight, percentage of sheath per plant and yield of dried grain. It was executed under an association system with corn materials by testing ears per plant, grains per ear, 100 – grain weight, fall of plant due to wind and yield of dried grain.

Lines of bean used were: L1, L2, L3, L4, L9 and L10 in white grain, cargamanto, type all resulted from OBN-102 x white Bolon crossbreeding; L14 and L23 in red grain with median size resulted from individual selections of red Bolon; I0, L31, L33, L34, L35, L54, L60 and L64 in white grain with median size resulting from individual selections of with grain which are from OBN_102; L67, L68, L70, L71, L72, L74, L75, L76, L75, and L87 in red grain with cream spots with median size. This latter was obtained from ICA Rumichaca x Conejo variety crossbreeding; PPR45 in red grain with big size, resulting from Red Bolon x ICA Rumichaca crossbreeding; and ICA Rumichaca variety with red grain with cream stria resulting from L38 x Cargamanto x Segregante Mortiño x Diacol Calima, crossbreeding was used as a witness. All the were put together with materials of median white morocho corn and yellow 3 Morocho corn. A design of randomized blocks with 28 used in each assay

Different data obtained were statistically interpreted through analysis of variance and Tukey's meaningful test. Finally, an analysis which combined environment by genotypes was done to determine stability of bean materials through Ebert hart and Russell's proposed stability pattern (1966, 121).

In general terms, the genotypes of bean fulfilled its cycle of life between 160 and 250 days. It was shown that in the nearest locality to sea level. (Cordoba, 2600 m.a.s.l), all materials were the most precocious with a period from 160 to 200 days to complete its ripeness cycle. At the same way, materials with colored grain L70, L71, L72, L74, L75, L76, L78, PPR45 and L4 had a shorter period to reach maturity of harvest, with a period from 160 to 210 days than L30, white grain L64 and ICA Rumichaca used as a witness which showed to be late, to reach its cycle which was between 200 and 250 days.

With respect to yield components, the number of sheaths per plant was between 12.9 and 42.93, lines L10 and L87 of bean had the best means. At the same way the number of grains per sheath ranged from 4.3 and 6.52 grains, where lines L3, L9, L87 and PPR45 registered the highest means, and with respect to 100 - grain weight, the general mean was between lines L1, L2, L3, L4 and L9 had the highest means.

In the percentage of sheath per plant with valves ranging from 2.48 to 3.11, they both assays allow to demonstrated meaningful differences were not shown among localities and materials of bean apart. Likewise, no difference was shown in genotype interaction by locality.

All materials of voluble bean showed a different behavior through all environments; as a results, the locality of Pasto became the most favorable place to find the highest yields of these materials. When bean materials were put together to median white Morocho Corn, the general mean yields ranged from 993 to 1867 Kg/ha. It was seen a similar situation when these materials were put together to yellow 3 Morocho corn whose general mean yields ranged from 1067 and 1900 Kg/ha.

Likewise, the materials of voluble bean, L87 and PPR45 registered a regression coefficient from 1.00 and 0.35 to 75 respectively and a regression deviation from - 0.65 to - 0.63 and from 0.65 to 0.62. this situation qualifies them like a stable and predictable genotype with a best response in unfavorable environments as well as predictable in according to stability parameters.

With respect to corn materials, no meaningful statistical differences were found in yield when corn was put together to different bean materials. The median white Morocho genotype showed as productive characteristics: 1.79 to 1.82 ears per plant, 248.13 to 269.7 grains per ear, 100 – grain weight between 47.32 and 48.89 grams, fall of plants due to wind from 2.5 to 3.1% and a yield from 2225 to 2382 Kg/ha yellow 3 Morocho material showed general means from 1.58 to 1.62 ears per plant, from 237.8 to 260.41 grains per ear, 100 – grain weight between 44.62 to 46.02 grams, fall of plants due to wind from 2.3 to 2.9% and a yield between 1750 and 1870 Kg/ha.

INTRODUCCIÓN

El fríjol en Colombia se cultiva en todo el territorio nacional figurando el departamento de Nariño como el segundo productor más importante después de Antioquia, con un 19% de la superficie sembrada en el país. El área sembrada en Colombia alcanza las 135.000 hectáreas de ésta, 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.

A pesar de lo anterior, la principal problemática que afecta a los productores de fríjol es la escasez de semilla de buena calidad, debido al desconocimiento de prácticas para la producción. En un 98% las variedades que se cultivan en estas áreas son regionales, de porte alto y vigoroso, así mismo de un ciclo de vida que oscila entre 8 y 9 meses; susceptibles a plagas y enfermedades, factores que afectan hasta en un 40% la producción de la leguminosa.

Por la importancia del fríjol en el ámbito alimenticio y económico de la zona andina, la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, a través del programa de Ingeniería Agronómica, viene adelantando el mejoramiento de ésta leguminosa buscando equilibrio en él asocio con maíz y rendimientos mayores que las variedades tradicionales. Actualmente, se cuenta con 27 líneas avanzadas que muestran un buen potencial productivo, sin que se afecte el rendimiento de la gramínea involucrada en el sistema de asocio. Al presentar características como precocidad y poca agresividad, además en su mayoría no son susceptibles a las principales plagas y enfermedades. Sin embargo, es necesario determinar su comportamiento en diferentes ambientes y así recomendar a los agricultores aquellos que muestren bondades consistentes en él asocio, para futuros programas de transferencia de tecnología y multiplicación de semilla.

Por tanto, el presente estudio se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos.

? **Objetivo general.** Realizar el estudio de 27 líneas avanzadas de fríjol voluble en asocio con dos líneas precoces de maíz tipo morocho en los municipios de Pasto, Nariño, Córdoba, Contadero y Ospina.

? **Objetivos específicos**

- Evaluar los componentes de producción (número total de vainas, porcentaje de vaneamiento, granos por vaina, peso de 100 granos), rendimiento de grano seco, así como madurez de cosecha para frijol.
- Determinar el efecto del asocio respecto al maíz, midiendo mazorcas por planta, granos por mazorca, peso de 100 granos, volcamiento y rendimiento de grano seco.
- Seleccionar aquel material promisorio para trabajos posteriores de multiplicación y entrega a los agricultores.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DEL FRÍJOL

Según Ospina y Aldana: “El frijol es originario de Centro América, probablemente de México, proveniente de la especie *Phaseolus aboriginus*, que según material fósil los cultivos de frijol se iniciaron hace unos siete mil años en México y Perú; considerándose uno de los cultivos más antiguos, constituyendo un alimento básico en la dieta de los nativos”¹.

Rivera, afirma que “Entre la gran diversidad de los cultivos, el frijol es la principal leguminosa que se produce en América Latina, encontrándose a Brasil como el primer país latinoamericano productor de este cultivo a nivel mundial, cultivándose en un 50% bajo sistema tradicional de cultivos asociados”²

Según Maldonado y Moya “El frijol en Colombia se cultiva en todo el territorio nacional figurando como principales productores Antioquia, Nariño, Huila, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca y Tolima. 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 1.4% en la región del Caribe”³

Por otra parte Jaramillo, manifiesta que “Cerca del 90% de la producción de frijol en Colombia se obtiene de las zonas altas de Antioquia, Nariño, Cundinamarca, Santander, de pequeñas parcelas y utilizando la asociación maíz frijol de enredadera y en menor escala frijol arbustivo, ya que este último se cultiva especialmente en zonas templadas y en algunos casos con un mínimo uso de maquinaria”⁴.

¹ OSPINA y ALDANA. Papel de los recursos genéticos de las leguminosas, casos frijol, los sistemas de producción: visión conceptual. En: Curso Internacional sobre el cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Rionegro, Antioquia : CORPOICA, 1992. p. 51-54

² RIVERA, Jesús Sistema de cultivo maíz – frijol: mejoramiento y prácticas agronómicas. Bogotá : Convenio FENALCE – FONDO NACIONAL DE LEGUMINOSAS FONADE – SENA – SAC, 2002. 22 p.

³ MALDONADO, Gustavo y MOYA, Luz. El cultivo de frijol en la cuenca alta del río Guatiquía. Santa Fe de Bogotá, Produmedios, 2000. p. 13

⁴ JARAMILLO, Mario. El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona cafetera; opciones tecnológicas. Chinchiná : Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1991. p. 3

Angulo y Obando afirman que: “En Nariño, el fríjol se cultiva al sur del departamento en zonas de clima frío y frío moderado, bajo sistema de asociación con maíz. Sin embargo, los últimos años la siembra en monocultivos se ha incrementado en un 15% debido a los altos rendimientos y mayor calidad del grano”⁵

Según los mismos autores:

El cultivo de fríjol en Nariño ocupa unas 26.000 hectáreas que representa alrededor del 19% de la superficie total sembrada en el país, ocupando el segundo puesto en importancia a nivel nacional después de Antioquia. El 40% se siembra en clima frío utilizando principalmente fríjol voluble o de enredadera. El 60% restante corresponde a fríjol arbustivo sembrando en clima medio; donde el 70% se siembra intercalado con maíz y otros cultivos; el 30% se siembra en monocultivo.⁶

Sañudo, Checa y Arteaga, afirman que: “En la zona triguera de Nariño la mayor parte de fríjol que se cultiva corresponde a tipo voluble, de enredadera o de vara, bajo el sistema de asocio directo con maíz, aunque hay tendencias a un incremento del área de fríjol en monocultivo, principalmente con el empleo de tutores de madera”⁷.

1.2 IMPORTANCIA DEL FRÍJOL

Obando afirma que:

Dentro de las especies leguminosas, el fríjol es una de las más importantes. Se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 20% (CIAT, 1981, p 35); entre los aminoácidos esenciales contenidos en estas leguminosas están la metionina que varía entre 0.17 - 0.33 %, la

⁵ ANGULO, Néstor y OBANDO, Luís. El cultivo del fríjol en los agroecosistemas de ladera. En: Curso internacional sobre el cultivo de fríjol en zona de ladera de la región andina. Río Negro Antioquia, Colombia : CORPOICA, 1992. . p. 3.

⁶ Ibid., p. 3

⁷ SAÑUDO. Benjamín, CHECA. Oscar y ARTEAGA. Germán. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Pasto : Produmedios, 1999.p. 2.

lisina entre 1.69 y 24.42% y el triptofano entre 0.14 - 0.22 %, lo que hace que tenga la mayor importancia dentro de la alimentación humana⁸

Según Corporación Colombiana Internacional:

El frijol es uno de los cultivos más importantes en varias regiones del país, especialmente en climas fríos y medios y en zonas de economía campesina. Este producto es componente principal en la dieta alimenticia de la población y participa con el 1,3% en el IPC de los alimentos. Sin embargo, la producción nacional se está rezagando frente a la creciente demanda interna y ese déficit se ha estado cubriendo con producto importado⁹.

Sañudo, Checa y Arteaga, argumentan que: “En Nariño el cultivo de frijol es un renglón agrícola que además de ocupar mano de obra, genera ingresos a un número apreciable de familias campesinas¹⁰ ”.

Yépez et. al. Afirman que:

La mayor parte de frijol que se cultiva en las zonas trigueras de Nariño corresponde al tipo voluble, siendo importante después del trigo, maíz, papa y los pastos, como también en el alto Putumayo, empleando buena parte de mano de obra de la región al generar 65 jornales hectárea año y es el principal producto empleado en la dieta de aproximadamente de unas 20000 familias de pequeños productores¹¹

Por otra parte, Obando afirma que: “Dentro de los sistemas de producción de la zona andina, el frijol es el cultivo base para el establecimiento de diferentes arreglos de cultivos, ya que se pueden asociar o intercalar con la mayoría de especies componentes del agro-ecosistema”¹².

⁸ OBANDO, Luís. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los agroecosistemas de ladera de Nariño. En: Curso internacional sobre cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia : CORPOICA., 1992. p. 53

⁹ CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL. Sistema de información de precios del sector agropecuario. En: SIPSA. Ministerio de Agricultura. Vol. 10, No. 11. (2000); p. 1

¹⁰ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 9.

¹¹ YEPES, Bayardo. et al. Estrategia para la producción y manejo de semilla de frijol voluble. En : Boletín Divulgativo No 11. San Juan de Pasto : CORPOICA, (1999); 24 p. . 24 p.

¹² OBANDO, Op.cit., p. 53

1.3 ASPECTOS ECOLÓGICOS

Según Jaramillo: “En Colombia, las zonas de producción están ubicadas en altitudes que van desde los 600 hasta los 3000 msnm. Las variedades nativas y mejoradas que se encuentran en zonas bajas corresponden a las de tipo arbustivo con un ciclo vegetativo bastante corto (80 - 100 días); las variedades de enredadera o volubles son de un periodo vegetativo largo (150 - 280 días),”¹³

1.3.1 Clima. Sañudo, Checa y Arteaga afirman que: “El frijol voluble se cultiva en Nariño en regiones que van de 2000 a 2900 msnm, con una buena distribución de lluvias en la época de germinación a formación de guía, del inicio de la floración hasta la formación de las primeras vainas y durante el llenado de grano”¹⁴

Según INFOAGRO:

La temperatura óptima para la germinación, crecimiento y producción, es de 15 a 27 °C, pero es importante reconocer que hay un gran rango de comportamiento entre numerosas variedades; adaptándose bien en zonas con precipitaciones entre 800 y 2000 mm/año (CIAT, 1989, p 33); sin embargo, puede adaptarse bien entre 300 y 400 mm de lluvia durante su ciclo de vida. Debe anotarse también que, por exceso de agua en cualquier etapa del ciclo del cultivo los rendimientos disminuyen drásticamente, en especial por incidencia de enfermedades en la raíz y en el follaje¹⁵

Sañudo, Checa y Arteaga manifiestan que: “las temporadas secas y frías en la floración y llenado de vainas, provocan abundante caída de flores y vaneamiento o falta de cuajamiento de las vainas. Así mismo, el tiempo seco después del llenado de grano, es importante para lograr una madurez uniforme de las plantas”¹⁶.

¹³ JARAMILLO, Op.cit., p. 9.

¹⁴ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 29

¹⁵ INFOAGRO. Programa de investigación y transferencia de tecnología de frijol pitta-frijol. Guía del cultivo del frijol. [en línea]. Bogotá: INFOAGRO 1994 [citado, 3 de Feb., 2015]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.infoagro.go.cr/>>. p. 2

¹⁶ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 29.

1.3.2 Suelos. Debido a la diversidad de tipos y variedades Jaramillo considera que:

El frijol se ha adaptado a diferentes condiciones de suelo. Los mejores suelos son los sueltos a medianos y con buenas propiedades físicas; si son pobres o en proceso de erosión, su explotación es antieconómica o inadecuada. El pH óptimo está entre 5.5 y 7.0, fuera de este rango deben hacerse algunas correcciones, teniendo en cuenta que las necesidades nutricionales del cultivo de frijol para una cosecha de 1500 kg/ha, son de: 134 kg/Nitrogeno, 16 kg/Fosforo, 116 kg/Potasio, 64 kg/Calcio, 21 kg/Magnesio y 23 kg/Asufre. Por otra parte, por tratarse de un cultivo limpio, no debe sembrarse en terrenos con pendientes mayores de 40%¹⁷

Según Sañudo, Checa y Arteaga: “Los suelos sueltos, profundos y con buen contenido de materia orgánica son los más adecuados para el cultivo de frijol de enredadera; sin embargo, en suelos pesados también se logra un buen desarrollo de las plantas, con una capacidad normal de producción, siempre que se corrijan excesos de humedad cerca de la zona radical”¹⁸.

Por su parte Infoagro, recomienda que “Los suelos sean fértiles con más de 1.5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana, como los de textura franca, franco limosa y franco arcillosa, ya que el buen drenaje, y la aireación son fundamentales para el buen rendimiento de este cultivo”¹⁹.

1.4 SANIDAD

1.4.1 Malezas. El frijol en cualquier estado de desarrollo, es muy sensible a la competencia de las malezas. Según ello, el frijol es una planta poco competitiva, observándose reducciones en la cosecha, hasta del 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo del cultivo. Lo anterior sugiere que el frijol debe permanecer libre de malezas la primera mitad del ciclo vegetativo; para frijoles arbustivos la época crítica de competencia son los primeros 45 días y para frijoles de enredadera los primeros 70 días²⁰.

¹⁷ JARAMILLO, Op.cit., p. 9

¹⁸ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 29

¹⁹ INFOAGRO, Op.cit., p. 1

²⁰ JARAMILLO, Op.cit., p. 10

De otra parte, Sañudo, Checa y Arteaga afirman que:

Las malezas intervienen negativamente en la producción de frijol hasta iniciar la floración. Sin embargo, el cultivo debe mantenerse libre de malezas desde el llenado de grano hasta la madurez fisiológica, para disminuir la humedad en el ambiente de las plantas, evitando el ataque de enfermedades fungosas, a la vez que se facilita las labores de cosecha y trilla²¹

Por su parte, Obando, anota que:

La asociación maíz por frijol voluble, es un sistema conservacionista, teniendo en cuenta que mantener una cobertura viva no permite el crecimiento de malezas, disminuyendo la necesidad de mover el suelo con las deshierbas. Así mismo, establece que, el control de malezas se hace en forma manual y se efectúan de tres a cuatro deshierbas en clima frío cuando se siembra frijol tipo voluble y de dos a tres deshierbas en climas medios en el cultivo de frijol arbustivo. La primera deshierba se hace a los 30 días después de la siembra, la segunda entre los 60 a 70 días y la tercera a los 90 días.²²

Por otra parte, Sañudo, Checa y Arteaga afirman que:

Se aconseja el uso de la mezcla Afalon (Linuron) 50 - 75 g/bomba más Dual (Metaloclor) 100 cc/bomba, dos días después de la siembra y cuando el suelo tenga una humedad adecuada, siendo efectiva para el control pre-emergente de malezas de hoja ancha y angosta. A los 30 días después de la siembra se aconsejan deshierbas manuales; después de la producción máxima de flores es conveniente hacer una tercera deshierba, sin embargo, esta labor puede realizar químicamente con Gramoxone (Paraquat) en dosis de 100 cc/bomba, empleando una pantalla protectora para dirigir el chorro a las calles²³

Finalmente, los mismo autores recomiendan la aplicación de Fusilade 2000 (Fluazifo-p-butil), en dosis de 2 l/ha cuando haya invasión de malezas de hoja angosta.

²¹ SAÑUDO. Benjamín, CHECA. Oscar y ARTEAGA. Germán. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. San Juan de Pasto : Universidad de Nariño. p. 33

²² OBANDO, Op.cit., p. 61

²³ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 35

1.4.2 Plagas y enfermedades. Según encuesta realizada en la zona triguera de Nariño, por Arcila y López:

Encontraron que, a pesar de ser una zona con una amplia tradición en la producción de fríjol, el 49% de los productores informaron que ahora siembran menos cantidad de esta leguminosa, por causa de los problemas fitosanitarios, los cuales están afectando significativamente la producción (30 - 40 %) y su calidad. Por su parte, los mismos autores anotan que los controles para el manejo de plagas, se hacen químicamente con Dimetoato y Metamidofos en dosis de un litro/ha, realizando cinco o más aplicaciones durante el ciclo de vida del cultivo; el control de enfermedades lo hacen mediante la aplicación de funguicidas como Maneb, Mancozeb, Azufre y Propineb en dosis de 1.0 a 1.5 kg/ha, con más de cinco aplicaciones²⁴.

Finalmente, concluyen que los respectivos controles son considerados excesivos porque el agricultor los efectúa indiscriminadamente sin ningún criterio técnico, afectando controladores biológicos, contaminando el ambiente y creando una posible resistencia tanto en insectos plaga como en patógeno.

Sañudo, Checa y Arteaga:

Cabe anotar que existen variedades de fríjol arbustivo como el Guali con cierta tolerancia a la antracnosis (*Collethotricum lindemutianum*), Vaca, tolerante a royas, antracnosis y añublo bacterial del halo; Limoneño y Tundama, tolerante al añublo bacterial del halo y Blanquillo tolerante a enfermedades con excepción de la roya. En cuanto a los frijoles volubles, la mayoría son susceptibles a las principales enfermedades; sin embargo, ICA Rumichaca es tolerante al amarillamiento, roya y antracnosis y las variedades Bolon Blanco, Hoster y Vaca, lo son a la roya²⁵.

Por otra parte, los mismos autores señalan que la siembra de fríjol voluble asociado con maíz, disminuye la incidencia de plagas y enfermedades, debido a que una especie del sistema defiende a la otra al actuar como barrera o excretar sustancias enmascarantes de los estímulos químicos de atracción por parte del hospedero.

²⁴ ARCILA, Belén y LÓPEZ, Cielo. Estudio de referencia de variedades de fríjol y aceptabilidad de líneas promisorias con productores, comerciantes y consumidores de Nariño. Nariño : CORPOICA, 1999. . p. 38

²⁵ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 30

Cuadro 1. Descripción y manejo de las principales plagas del fríjol

INSECTO	DESCRIPCIÓN Y DAÑO	MANEJO
Babosas (<u>Milax sp.</u> , <u>Deroceras sp</u>)	Destructivas en época de invierno, consumiendo hojas y tallos dejando una baba plateada.	Un buen drenaje ayuda a disminuir las poblaciones y al colocar costales húmedos en los bordes del lote las atraerá y podrán ser eliminadas mecánicamente
Chisas (<u>Ancognatha spp.</u> , <u>Astaena sp</u>), y Tierreros (<u>Spodoptera spp</u>)	Larvas de color gris o blanco, que cortan las plántulas por la base del tallo.	Adecuada preparación del suelo, destruir residuos de cosecha y colocar cebos tóxicos.
Gusano de los granos (<u>Delia sp</u>)	Larvas blanquecinas que perforan y consumen las semillas y predisponen su pudrición o barrenan los tallos de las plantas recién emergidas.	Tratamiento de los granos con Force (Teflutrina)
Comedores de hoja (<u>Naupactus sp.</u> , <u>Ceratoma spp.</u> y <u>Diabrotica spp</u>)	Cucarroncitos de color brillante y brillo metálico que consumen las hojas causando perforaciones.	Control de malezas, rotación de cultivos y destrucción de residuos de cosecha. A poblaciones altas aplicar insecticida.
Palomilla (<u>Trialeurodes vaporarium</u>)	Moscas diminutas que se alimentan de la savia y producen secreciones azucaradas que favorecen el ataque de hongos.	Poda, recolección y destrucción de hojas afectadas y de residuos de cosecha, tienen enemigos naturales como el hongo <i>Verticillium lecanii</i> .
Lorito verde (<u>Empoasca kraemeri</u>)	Causa encrespamiento y amarillamiento del follaje, es vector de virus.	Se realiza en conjunto con el de los cucarrones comedores de hoja.
Pulgones (<u>Aphis spp.</u> ; <u>Macrosiphum sp</u>).	Frecuentes en épocas secas, se alimentan de savia en los botones o base de las vainas.	Uso de semilla certificada y realizar a tiempo las labores de cultivo.
Minadores (<u>Agromyza sp.</u> ; <u>Hemichalepus sp</u>).	Larvas de moscas muy pequeñas que al alimentarse en el interior de la hoja dejan galerías sinuosas.	Destrucción de residuos de cosecha, podas de hojas afectadas y tratamiento químico.
Gorgojos de granos almacenados (<u>Acanthoscelides obtetus</u>)	Plaga común entre 2000 y 2500 msnm, ocasionando perforaciones en granos almacenados	Para almacenar el grano se lo trata con 1cc de aceite de cocina por kilo.

Cuadro 2. Descripción y manejo de las principales enfermedades de frijol

ENFERMEDAD	DESCRIPCION Y DAÑO	MANEJO
Añublo bacterial de halo (<u>Pseudomonas syringae</u> patovar <u>phaseolicola</u>)	Se inicia por pequeños puntos acuosos de color amarillo claro, de apariencia aceitosa en hojas y vainas. Se trasmite por semilla.	Usar semilla certificada, destruir residuos de cosecha, eliminar plantas enfermas y usar distancias de siembra que faciliten la aireación.
Podriciones radicales (<u>Phytium</u> sp, <u>Rhizoctonia</u> sp y <u>Fusarium</u> sp.)	Son podriciones en forma de chancro o tizón de forma variable, delimitadas por márgenes rojizas. El hongo se trasmite por la semilla.	Rotación de cultivos, usar semilla certificada, mantener buen drenaje de suelo y usar distancias y patrones de siembras apropiados.
Atracnosis (<u>Colletotrichum lindemuthianum</u>)	Se presenta con alta humedad relativa, se trasmite por semilla y el salpique de agua lluvia. Las lesiones son manchas rojizas en las hojas y deprimidas en los tallos y vainas.	Emplear variedades resistentes, cosechar en madurez adecuada, eliminar plantas enfermas y rotar cultivos.
Mancha anillada (<u>Ascochyta phaseolorum</u>)	Causan manchas foliares grandes y húmedas de color café que crecen en forma concéntrica.	Para su control se recomienda productos a base de azufre.
Mancha roja (<u>Phoma</u> sp)	Ocasiona un enrojecimiento necrótico total de los órganos aéreos de la planta.	Tratamiento de semilla con Benomil y aspersiones de Carbendazin.
Roya (<u>Uromyces phaseoli</u>)	Es frecuente cuando se alternan periodos secos y húmedos, ocurriendo como pústulas polvosas de color rojizo en las hojas, tallos y vainas.	Cuando el ataque se inicia se aplica productos a base de Mancozeb, Clortalonil o Maneb
Cenicilla (<u>Oidium erysiphoides</u>)	Es una afección típica de épocas secas, produciendo zonas polvorosas de color blanquecino en todos los órganos verdes.	Al iniciar la temporada seca se recomienda la aplicación de azufre elemental como Azuco 1lt/ha, alternando con Benlate (Benomil)
Podrición blanca (<u>Sclerotinia sclerotiorum</u>), y podrición gris (<u>Botrytis cinerea</u>),	Son enfermedades típicas en épocas húmedas que afectan hojas ramas y vainas cubriéndolas de un crecimiento algodonoso blanco y esclerosios duros, negros e irregulares para la primera y con un cubrimiento de moho polvoso gris para la segunda.	Su control se realiza al alternar Benlate (Benomil) 400g/ha y Rovral (Ipodrine) 1Kg/ha

En general, según Sañudo, Checa y Arteaga: “Las características de las plagas y enfermedades más frecuentes del fríjol y su control se encuentran resumidos en los cuadros 1 y 2 respectivamente”²⁶.

1.5 VARIEDADES

Existen variedades para todos los climas, se puede anotar que los de hábito de crecimiento voluble, se adaptan a zonas con altitudes superiores a los 1700 msnm., y los que poseen hábitos de crecimiento arbustivo a zonas más bajas, comprendidas entre los 600 y 1700 msnm (Ríos y Quirós, 2002, 140).

A pesar de lo anterior, Yépez, Arcilla y Peña, manifiestan que:

La principal problemática que afrontan los productores de fríjol es la escasez de semilla de buena calidad, debido al desconocimiento de prácticas para la producción y manejo de semilla y a la falta de agricultores especializados en su producción, lo que origina la aparición de enfermedades en el cultivo, incrementando los costos de producción, bajos rendimientos y por ende, dominación de los ingresos familiares.²⁷

Por su parte, Ríos y Quiroz establecen que: “El cultivo de fríjol en Colombia se desarrolla en un alto porcentaje en agricultura tradicional tipo minifundista, donde prevalecen las variedades criollas y el uso de las variedades mejoradas al igual que el de semilla certificada es muy bajo”²⁸.

Según, Angulo y Arcila:

Dichas variedades cultivadas son un 98% de tipo regional, altas y vigorosas, de un ciclo de vida que oscila entre 8 y 10 meses y susceptibles a plagas y enfermedades, factores que afectan hasta en un 40% la producción.

Los mismos autores hallaron que los agricultores dentro de su lote siembran de dos a tres variedades con el fin de minimizar riesgos y

²⁶ SAÑUDO, CHECA Y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño, Op.cit., p. 21.

²⁷ YEPES, Bayardo, ARCILA, Belén y PEÑA, Alberto. Estrategia para la producción y manejo de semillas de fríjol voluble. En: Boletín Divulgativo No. 11. San Juan de Pasto : CORPOICA. (1999); p. 9

²⁸ RIOS, Manuel y QUIROS, Joaquín. El Fríjol. Su cultivo beneficio y variedades. Medellín : FENALCE, 2002. p. 145.

obtener mejores precios en el mercado, prefiriendo a las variedades más resistentes a problemas patológicos, de mayor tamaño, color de grano rojo y de buena aceptación en el mercado. Entre sus preferencias se encuentra la variedad de frijol Bolon Rojo debido principalmente a sus buenos rendimientos, precocidad y a la buena aceptación en el comercio²⁹.

Al respecto, Sañudo, Checa y Arteaga, manifiestan que

Las variedades que se cultivan en las regiones trigueras de Nariño son Cargamanto Blanco, Bolon Blanco, ICA Rumichaca, Vaca, Liborino, Bolon Rojo, Cargamanto Antioqueño, Mortiño y Manto Negro; que presentan granos de forma redonda y alargada, de tamaño grande y gran diversidad de colores como blanco, rojo, rojo con pintas cremas, blancos con puntos y manchas negras, amarilla con pintas rojas, rojo, blanco crema con pintas rojas, morado parduzco con pintas cremas y morado con pintas cremas respectivamente. Todas las variedades, excepto ICA Rumichaca, y Cargamanto Antioqueño, tienen un crecimiento agresivo, con mayor carga de vainas en la parte superior de las plantas, por lo que ocasionan volcamiento del maíz, cuando se siembra bajo este sistema de asocio³⁰.

1.6 HABITO DE CRECIMIENTO

Según el CIAT: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

Este concepto morfo-agronómico podría ser definido como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento. Este crecimiento es el resultado de la interacción de caracteres interno más constantes (genotipos) y de factores externos que varían en el tiempo y en el espacio. A causa de la presencia de un factor variable (ambiente) el producto final, habito de crecimiento, cambia también, excepto en los determinados (generalmente, los hábitos de crecimiento determinados permanecen constantes en su parte terminal)³¹

²⁹ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 9

³⁰ SAÑUDO, CHECA. y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Op.cit., p. 34.

³¹ CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Adiestramiento de maíz. Experimento fuera de la estación. Documento de trabajo. México : CIMMT, 1981. p. 18

Cabe anotar, que el concepto de hábito de crecimiento no incluye solamente aspectos de crecimiento (aumento de la altura, la longitud, el peso), sino también unos relativos al desarrollo (adquisición de propiedades nuevas como floración, fructificación, etc.).

Finalmente, los mismos autores concluyen que los principales caracteres morfo-agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

1. Las características de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
2. El número de nudos.
3. La longitud de los entre nudos y en consecuencia, la altura de la planta y la distribución de las longitudes a lo largo del tallo.
4. La aptitud para trepar.
5. El grado y el tipo de ramificación, incluyendo el concepto de guía, es decir, la presencia de un (os) tallo (s), sobresaliendo claramente por encima del follaje del cultivo³².

Según estudios hechos en el CIAT:

Se consideró que los hábitos de crecimiento podrían ser agrupados en cuatro tipos principales; esta clasificación está sometida a modificaciones posteriores, las cuales seguramente tendrán en cuenta las situaciones particulares e intermedias.

a. Tipo I, Arbustivo determinado. En estas plantas el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada; cuando ésta se ha formado, el crecimiento del tallo y las ramas, por lo regular, se detiene. La altura de la planta oscila entre 20 y 50 cm.

b. Tipo II, Arbustivo indeterminado. Son plantas con tallo erecto sin aptitud para trepar, ramas laterales escasas y cortas; Además, continúa creciendo durante la floración. Presenta guía corta.

c. Tipo III, Postrado indeterminado. Plantas con hábito de crecimiento indeterminado que produce, en el tallo principal, yemas terminales vegetativas y algunos nudos después de la floración.

³² Ibid., p. 18.

d. Tipo IV, Indeterminado trepador. Plantas de crecimiento indeterminado que producen terminales vegetativos en el tallo principal, con alta capacidad de producción de nudos después del inicio de floración. Sus ramas no son muy desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal.

Tipo IVa. Presenta una capacidad moderada para trepar sobre el soporte y porta una carga de vainas en forma uniforme a lo largo de la planta.

Tipo IVb. Manifiesta una fuerte tendencia a trepar y emite la mayor parte de sus vainas en los nudos superiores de la planta³³.

1.7 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE FRÍJOL VOLUBLE

Según Obando

Debido a la gran diversidad genética y a la variedad de condiciones agro climáticas, la agricultura andina ha permitido que los agricultores desarrollen diferentes sistemas de cultivo y ha sido el frijol por su diversidad y habito de crecimiento, el tipo y color de granos, y las formas de consumo, la especie que más fácilmente se adapta a todos los arreglos de cultivos existentes y a las exigencias y gustos del consumidor³⁴

Por su parte, Angulo y Arcila, anotan que:

Los sistemas de cultivo están relacionados con la disponibilidad de recursos y con los objetivos del agricultor, cuando hay mayor solvencia económica, la tendencia es sembrar el frijol en monocultivo, o él asocio de maíz con el frijol intercalando surcos de frijol en monocultivo, lo cual le permite mayores ingresos por su alta producción de frijol³⁵.

1.7.1 Monocultivo. Según, Jaramillo, “Este sistema tiene poca utilidad en Colombia. Además, establece, que en un sistema en donde no existe posibilidad de competencia por espacio, agua, luz y nutrientes con otro cultivo de importancia

³³ Ibid., p. 18

³⁴ OBANDO, Op.cit., p. 55

³⁵ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 5

económica. La única posibilidad de competencia se presenta en el caso que el agricultor no haga control oportuno de malezas³⁶.

? **En monocultivo con tutores de madera.** Según Angulo y Obando, “La siembra de frijol voluble con tutores de madera incrementa los costos de producción en un 30%. Además, es causante de graves problemas de deforestación, en algunas zonas productoras³⁷. A pesar de la anterior, Obando dice que: “En los últimos cinco años, la siembra de frijol voluble en monocultivo se ha incrementado del 5 al 15%, debido a los mayores rendimientos, mejor calidad de grano y mayores ingresos que se obtienen con este sistema³⁸”.

Sañudo, Checa y Arteaga afirman que:

Para este sistema, la distancia entre surcos es de 0.80 - 1.20 metros y la distancia entre plantas es de 1 metro, depositando de 3 a 4 semillas de frijol en el sitio. Cuando las plantas comienzan a formar guía, junto a ellas se colocan tutores de madera o varas de 2.50 metros de largo por 0.03 - 0.05 metros de ancho, las cuales se entierran a una profundidad de 0.40 - 0.50 metros.

Los mismos autores mencionan que el sistema es bastante favorable para el frijol; sin embargo, ha causado graves problemas de deforestación en algunas zonas productoras, debido a la cantidad de varas necesarias para el cultivo; estimándose que para sembrar una hectárea se requiere 10.200 varas, y si en la actualidad se siembra 1.600 hectáreas de frijol voluble en monocultivo, se destruyen unos 16.320.000 arbustos. Generalmente se recurre a arbustos jóvenes o rebrotes tiernos, eliminando de esta forma toda posibilidad de regenerar la vegetación arbórea, ocasionando daños ecológicos incalculables³⁹.

? **En monocultivo de enmallado.** Según Obando: “Consiente de la necesidad de manejar adecuadamente los recursos naturales y ayudar a los agricultores a solucionar sus problemas, el ICA entregó esta tecnología, el cual se construye cuando la planta de frijol comienza a emitir sus primeras guías, aproximadamente entre los 60 y 70 días después de la siembra⁴⁰”.

³⁶ JARAMILLO, Op.cit., p. 11

³⁷ ANGULO y OBANDO, Op.cit., p. 2

³⁸ OBANDO, Op.cit., p. 55

³⁹ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p.

19

⁴⁰ OBANDO, Op.cit., 57

Ríos y Román afirman que:

Este sistema, a pesar de ser más costoso que el de tutores, permite aumentar el número de plantas por hectárea y mejorar los rendimientos, incrementado los ingresos netos entre 12 y 17%, además se puede utilizar por cuatro o cinco cosechas quedando amortizado el costo inicial. Por otra parte, hay un mejor enredado de frijol voluble, quedando mayor espacio para desarrollar con más las labores del cultivo y cosecha⁴¹

Sañudo, Checa y Arteaga:

El sistema de enmallado consiste en colocar postes de madera de 2.50 metros de longitud y 10 - 15 centímetros de ancho, enterrados a 0.50 metros de profundidad, a distancia de 6 metros de periferia e internamente. Los postes se unen en la parte superior con alambre galvanizado número 12 y a lo largo de cada surco se dispone alambre número 14, amarrado al interior. Como tutor se utiliza hilo de polipropileno, con el cual se amarra por un extremo la parte inferior de la planta y por el otro el alambre de la parte superior⁴²

1.7.2 Asocio. Según, Davis y García: “La asociación de cultivos puede definirse como un sistema en el cual dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio para resultar en una competencia ínter específica para un recurso limitante o potencialmente limitante”⁴³.

Al respecto, Obando señala, que “En los sistemas de producción de clima frío de Nariño, uno de los arreglos de cultivos más frecuentes en él asocio de frijol voluble con maíz, generalmente, porque proporcionan los más altos ingresos al pequeño agricultor y subsidia en la mayoría de los casos, los costos de producción de las especies involucradas dentro del sistema”⁴⁴.

⁴¹ RIOS, Manuel y ROMAN, Carlos. Recomendaciones generales para el cultivo del frijol voluble o de enredadera en el oriente de Antioquia.. En: Boletín. Antioquia : ICA. No 79, (Nov., 1987); p. 3.

⁴² SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 14

⁴³ DAVIS, Jeremy y GARCIA, Susana. Principios básicos de la asociación de cultivos: Frijol: Investigación y producción. Cali : CIAT, 1985. p.363.

⁴⁴ Obando, Op.cit., p. 57

? **Asocio directo.** Sañudo, Checa y Arteaga, ratifican que:

Es el sistema generalizado en Nariño y la siembra de maíz y frijol se hace simultáneamente o el frijol se siembra una vez haya salido el maíz. En regiones superiores a 2600 msnm, se depositan el maíz y el frijol en el mismo hueco y en cantidad de cuatro o cinco semillas de maíz y de tres o cuatro granos de frijol. De los 2400 a 2600 msnm la siembra de frijol se hace entre los 15 y 20 días después de la siembra de maíz, mientras que en regiones bajas, con menos de 2400 metros de altura, el frijol se siembra entre 20 y 40 días después del maíz. Las distancias de siembras son de 0.80 a 1.00 metros entre surcos y 1 metro entre sitio⁴⁵.

Por su parte, Angulo establece que: “tanto el maíz como el frijol, requieren condiciones y características específicas y que las especies se deben manejar no individualmente, si no como un conjunto para que este, sea agronómica y económicamente, lo más eficiente posible”⁴⁶,

? **Asocio por relevo.** Obando anotan que: “Este sistema se da cuando dos o más especies vegetales compiten parcialmente dentro de su periodo vegetativo, una especie se siembra primero y después de un tiempo cerca de la madurez fisiológica se establece la segunda especie vegetal”⁴⁷. Por su parte, Ligarreto, manifiesta que, “el frijol ésta en relevo con maíz cuando el sitio de siembra de las dos especies es el mismo, pero no coinciden las épocas de siembra. En este caso se presenta una competencia parcial por espacio, luz, agua y nutrientes. Finalmente, concluye que al remplazar el tallo de la gramínea por el tutorado artificial se reducen los costos hasta en un 35%”⁴⁸.

Al respecto, Sañudo, Checa y Arteaga mencionan que:

En regiones bajas, de Nariño, se recomienda sembrar los maíces noventanos en el segundo semestre del año y cuando están en la etapa de choclo, se hace la poda de las hojas hasta la altura de la mazorca basal y se procede a hacer la siembra de frijol, para que utilice la caña

⁴⁵ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 57

⁴⁶ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 15.

⁴⁷ OBANDO, Op.cit., p. 54

⁴⁸ LIGARRETO, G. Efecto del peso y contenido proteínico de las semillas sobre el crecimiento y rendimiento del fruto arbustivo. En : Revista ICA. Colombia. No. 18 (1993); p. 27.

como soporte de crecimiento. Con este sistema, la distancia de siembra empleadas son de 0.60 - 0.80 metros entre surcos y 1 - 1.50 metros entre planta⁴⁹.

1.8 GENERALIDADES DE MAÍZ

Según Pantoja y García:

En el nuevo mundo es considerado el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones Maya, Azteca e Inca. Las teorías genéticas sobre el origen del maíz son muy diversas, pero parece bastante claro que se originó como planta cultivada en algún lugar de América Central. Desde su centro de origen el maíz se difundió por casi toda América y tras el descubrimiento de ésta, por el resto del mundo: es actualmente, uno de los cereales más cultivados. Las principales zonas de cultivo son Estados Unidos, América Central, Argentina, Brasil, Europa, China, África del Sur e Indonesia⁵⁰

Por su parte, Lagos, Criollo y Checa anotan que: “La producción de maíz a nivel mundial, excede los 400 millones de toneladas métricas por año. En Colombia, el promedio de rendimiento de maíz, es uno de los más bajos del mundo, con dos toneladas por hectárea en promedio”⁵¹.

Según reporta el Ministerio de Agricultura:

Los bajos rendimientos parten de la siembra de semilla de baja calidad en donde encontraron que en el año 2003, se sembraron aproximadamente 574.117 hectáreas de las cuales el 26% corresponde a maíz tecnificado y el 74% a maíces tradicionales. Además, concluyen que el rendimiento nacional para el cultivo tecnificado es de 3.2

⁴⁹ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Op.cit., p. 20

⁵⁰ PANTOJA, C y GARCIA, B. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de maíz en el departamento de Nariño. En : Boletín técnico. Pasto, CORPOICA. No. 231. (1995); p. 2

⁵¹ LAGOS, Tulio, CRIOLLO, Hernando. y CHECA, Oscar. Evaluación de 19 materiales de maíz de Clima Frío en una Zona del Altiplano de Pasto, Departamento de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia : Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2. (2000); p. 9.

toneladas por hectárea y para tradicional es de 1.4 toneladas por hectárea⁵².

Finalmente, anotan que, los departamentos productores de maíz tecnificado son Córdoba, Valle, Tolima, Meta y Sucre con una participación de del 84.5%, y para el maíz tradicional los departamentos productores son: Antioquia, Bolívar, Cundinamarca, Córdoba, Cesar y Nariño con la participación del 57.81%.

Según, CORPOICA, “En el departamento de Nariño 34.968 hectáreas están dedicadas al cultivo de maíz, lo que corresponde al 6% del área total, con rendimientos inferiores a una tonelada debido a los rendimientos pobres que alcanza el agricultor minifundista del sector tradicional”⁵³. De otra parte, Sañudo et al, manifiestan que:

Estos bajos rendimientos alcanzados en Nariño se pueden atribuir principalmente a la falta de materiales mejorados, uso de semilla de calidad, niveles inadecuados de fertilización, atraso tecnológico en sistemas de siembra, bajas densidades y falta de riego. Sin embargo, en la zona cerealista, el cultivo de maíz ocupa el segundo lugar en área cultivada después del trigo, con aproximadamente 10.000 hectáreas, distribuidas entre 2000 y 3000 msnm⁵⁴.

1.8.1 Importancia del cultivo de maíz. Como hemos manifestado en líneas anteriores, entre las numerosas especies de plantas cultivadas, útiles al hombre, tres son altamente importantes por su área mundial cultivada y volumen de producción: trigo, arroz y maíz.

Según, Pantoja y García,

El maíz ocupa el cuarto lugar en importancia entre los productores agrícolas de Nariño, por su alta participación en la canasta familiar y por la generación de empleo. A pesar de lo anterior, posee una rentabilidad

⁵² COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado agropecuario, acuícola y pesquero. San Juan de Pasto : Gobernación de Nariño. Secretaria de Agricultura. URPA. Sección de Informática y Estadística, 2003 p. 8.

⁵³ CORPOICA – CRECED CAUCA. Estudio técnico y socio económico del sistema de producción de maíz en zonas de ladera al sur del departamento del Cauca – Colombia. Resumen. Documento interno, CORPOICA Regional 5 y CRECED CAUCA. Cauca : CORPOICA, 2003. p. 6.

⁵⁴ SAÑUDO, et al. Evaluación por rendimiento de dos materiales mejorados de maíz Morocho en 14 ambientes de la zona cerealista de Nariño. En : Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. XVIII. No. 1. (2003); p. 3.

media, causas por bajos rendimientos y por los continuos problemas de deficiencias de agua, principalmente en la zona de clima cálido.

En el año de 1995, el área sembrada en maíz en el departamento de Nariño se estiman en 38.000 y 40.000 hectáreas, distribuidas en los pisos térmicos cálido (34%), medio (26%), frío moderado (16%) y frío (24%). Además, en clima frío un alto porcentaje (60%) se siembra asociado con frijol voluble, en el clima medio y cálido se siembra intercalado principalmente con frijol (7000 hectáreas) y en menor proporción con maní (1000 hectáreas)⁵⁵.

Finalmente, Reyes Castañeda manifiesta que, “La importancia del cultivo de maíz radica en los múltiples usos que se puede agrupar en los siguientes rubros: grano (alimentación humana, alimentación del ganado, materia prima en la industria y semilla), planta (forraje verde, ensilado, forraje tosco y materia orgánica del suelo)”⁵⁶.

1.8.2 Aspectos ecológicos. Criollo, Lagos y Ruiz afirman que:

En Colombia, las zonas de producción de maíz están ubicadas en altitudes que van desde los 0 hasta los 3500 msnm. En general, las variedades sembradas corresponden a maíces tradicionales con rendimientos inferiores a 1.4 tn/ha, razón por la cual el cultivo no ha tenido un gran desarrollo por los bajos remanentes que se obtienen para la comercialización o la industria. Esto se debe especialmente al uso del material de libre polinización y de baja productividad, además del bajo nivel tecnológico y escasa asistencia técnica a los agricultores⁵⁷

? **Clima.** Según, Reyes:

La temperatura y luminosidad influyen directamente sobre el periodo vegetativo. Temperaturas inferiores a 13°C hace que el maíz tenga un crecimiento muy reducido, y mayores de 29 °C ocasionan marchites y muerte de la planta para la dificultad para absorber agua. En su ciclo vegetativo, los requerimientos hídricos son de 600 - 800 mm³. No debe faltarle agua durante la germinación y la floración, en esta última etapa

⁵⁵ PANTOJA y GARCIA, Op.cit., p. 4

⁵⁶ REYES CASTAÑEDA, Pedro. El maíz y su cultivo. México : A.G.T., 1990. p. 49

⁵⁷ CRIOLLO, LAGOS y RUÍZ, Op.cit., p. 10

se presenta el máximo requerimiento de agua, o sea 15 días antes del espigamiento hasta que la mazorca este completamente formado y llena; unos días de déficit de agua, durante este periodo, reduce la producción en 22%, y de seis y ocho días la sequía hasta en 50%⁵⁸.

? **Suelo.** Según Pantoja y García:

El maíz requiere suelos fértiles, pero se adapta a una gran variedad de ellos. No obstante, son preferibles suelos de texturas medias, de buena fertilidad, bien drenados, estructura granular friable y suelta, con un pH entre 5.5 y 7 y pendientes bajas. La profundidad efectiva del perfil puede constituir un factor limitante; un horizonte o capa compacta o de condiciones hidromórficas puede impedir la penetración de raíces y ocasionar trastornos nutritivos o fisiológicos que se manifestarán en una disminución de la producción⁵⁹.

Con respecto a la fertilización, Cardona y Polania manifiesta que “se debe tener en cuenta los análisis de suelo y las etapas del cultivo”⁶⁰.. Según, Jaramillo: “Los requerimientos nutricionales de maíz para una cosecha de 3800 kg/ha son de 106 kg de Nitrógeno, 36 kg de Fósforo, 78 kilogramos de Potasio, 6 kg de Calcio, 6 kg de Magnesio y 6 kg de Azufre, por hectárea de cultivo.”⁶¹

1.8.3 Sanidad

? **Malezas.** Según, Muriel y Méndez: “las malezas en el cultivo de maíz reducen los rendimientos hasta en un 50%, su efecto de competencia es más pronunciado durante los primeros 30 días de edad del cultivo. Según ello, en esta etapa es conveniente controlar las malezas químicamente o mecánicamente, con el fin de asegurar el vigor del cultivo”⁶².

⁵⁸ REYES CASTAÑEDA, OP.cit., p. 278

⁵⁹ PANTOJA y GARCIA, Op.cit., p. 2

⁶⁰ CARDONA, Alexander y POLANIA, Fabio: Manejo Agronómico del cultivo de maíz en los oxisoles de la altillanura colombiana: En : Revista de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, EL CEREALISTA. Bogota .No. 65. (2003); p. 29

⁶¹ JARAMILLOA, Op.cit., p. 38.

⁶² MURIEL y MENDEZ. 2002 P. 52

Por su parte, Sañudo, Checa y Arteaga establecen que:

Generalmente, la siembra de maíz se hace en asocio directo con frijol voluble. De hecho, dos días después de la siembra del sistema se aconseja la ampliación de Afalon (Linuron, 50-75 gr/bomba), recomendándose la mayor dosis en suelos pesados, además, el suelo debe tener una humedad adecuada. A los 30 días de la siembra, se aconseja deshierbas mensuales y junto con ellas es recomendable de hacer un aporque. Después de los 90 días de siembra es conveniente hacer una tercera deshierba. Sin embargo, esta labor puede realizarse químicamente, con Gramoxone (Paraquat, 100 cm³ por bomba), empleando una pantalla protectora para dirigir el chorro únicamente a las calles⁶³.

? **Plagas y enfermedades.** Existen diversidad de hábitos entre las especies de insectos plaga y fitopatógenos que afectan el cultivo de maíz, y su número es bastante significativo. Los insectos y los patógenos que afecta el cultivo de maíz reducen las utilidades de los agricultores por el daño directo al cultivo, todo lo cual se manifiesta en baja producción, disminución de su calidad y costos para combatirlos. En general, según Sañudo, Checa y Arteaga: “Las plagas y enfermedades más frecuentes del maíz, tipo de daño y su control se encuentran resumidos en los cuadros 3 y 4 respectivamente”⁶⁴.

⁶³ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA . Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 15

⁶⁴ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Op.cit., p. 13

Cuadro 3. Principales plagas del cultivo de maíz en clima frío

PLAGA	TIPO DE DAÑO	MANEJO
Trozador (<i>Agrotis ipsilon</i>)	Trozan o cortan las plántulas principalmente en épocas secas.	Destrucción de residuos de cosecha, buena preparación de suelo, aplicación de cypermetrina o clorpirifos 1 litro / ha
Cogolleros (<i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Dargida gramnivora</i>) Chupadores (<i>Rhopalosiphum maydis</i> y <i>Dalbulus maydis</i>)	Comen el cogollo o partes jóvenes de la planta a partir del estado de rodillero. Son transmisores de virus que causan enanismos y rayados cloróticos.	Buena preparación del suelo. Aplicaciones alternadas de Orthene 75% g/ha y sevin PM 80 1 Kg/ha.
Gorgojos de los granos almacenados (<i>Acanthoscelides obtetus</i>)	Ocasiona perforaciones en los granos, dañando la calidad del mismo.	Las mazorcas se cubren herméticamente con una capa plástica colocando 5-6 tabletas de Phostoxin por tonelada de grano y descubriendo una semana después.

Cuadro 4. Principales enfermedades del cultivo de maíz en clima Frío

ENFERMEDAD	TIPO DE DAÑO	MANEJO
Carbón de las mazorcas (<i>Ustilago maydis</i>)	Deformación del grano y presencia de una masa polvosa negra.	Desinfección de semilla con vitavax 400, en dosis de 2 g/kilo de semilla.
Tizón común (<i>Helminthosporium sp</i>)	Bandas necróticas en las hojas	Las tres enfermedades se previenen con caldos bórdoles al inicio de las lluvias o cuando se inician los primeros síntomas, se hace una aplicación de anvil 500cc/ha.
Mancha de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i>)	Manchas ovoides y cuerpos costrosos negros.	
Roya (<i>Puccinia sorghi</i>)	Pústulas polvosas alargadas café rojizas y negras.	
Pudrición de cogollos (<i>Fusarium moniliforme</i>)	Amarillamiento de las hojas del cogollo las cuales no abren en la parte interna hay pudrición húmeda con olor a fermento.	Al presentarse las primeras plantas con síntomas, hacer una aspersion con carbendazim 400cc/ha.

1.8.4 Distancias y sistemas de siembra. Según estudios realizados en el ICA en el año 1989, se muestra que la cantidad de plantas por hectárea es muy variable en la región andina, dependiendo principalmente de la fertilidad de los suelos, las variedades y el sistema de cultivo. Pantoja y García encontraron que:

En los municipios de clima frío del sur del departamento de Nariño, siembran a 0.90 metros entre surcos y 1.20 metros entre plantas; en clima medio se siembra a 0.80 metros entre plantas; en clima cálido y medio del norte del departamento las distancias entre surcos fluctúan entre 1.0 y 1.20 metros y 1.0 y 1.40 metros entre plantas. Las siembras se hacen con chaquin depositado de 3 a 4 granos por sitio⁶⁵.

Por su parte, Kehr anota que, “Las dosis de semilla varían entre 15 y 20 kg/ha aproximadamente, dependiendo del peso de grano; donde, la germinación en forma normal no sobrepasa el 90%”⁶⁶. Finalmente, Sañudo, Checa y Arteaga ratifican, “Que en el sistema de asocio maíz x frijol, se siembran de 3 a 4 semillas por sitio, empleando distancias de siembra entre 0.80 a 1.0 metros entre surcos y 1.0 metro entre sitio”⁶⁷.

1.9 GENERALIDADES DE LA ASOCIACIÓN DE CULTIVOS

Según Davis y García afirman que:

La asociación de cultivos en el trópico tiene una historia casi tan larga como la historia de la agricultura. Los sistemas complejos del campesino actual en América tienen sus raíces sin duda en las culturas indígenas y sus cultivos de subsistencia. Su importancia se preserva en numerosas zonas de minifundio en América Central y América del Sur, en especial a todo lo largo de la cordillera andina, en los valles, altiplanos y laderas⁶⁸.

Por su parte, Tobon anota que:

La agricultura minifundista en Colombia, principal responsable de la producción de los alimentos de consumo interno, practica la asociación

⁶⁵ PANTOJA y GARCIA, Op.cit., p. 7

⁶⁶ KEHR, A. sistemas de siembra de frijol en asociación. Cali : CIAT. 1996. p. 14

⁶⁷ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 13.

⁶⁸ DAVIS y GARCIA, Op.cit., p. 363

de cultivos. Cerca de 1.950.000 predios rurales, incluyendo Antioquia, tiene menos de diez hectáreas y abarca cerca del 78% de propietarios y el 9% de la tierra cultivada. Dentro de la gran diversidad de cultivos que se incluyen en las asociaciones (papa, maíz, frijol, yuca, haba, quinua, etc.), la de maíz - frijol resulta ser una de las más frecuentes en Colombia y posiblemente a ello se deba que las dos especies sean las más consumidas en el país⁶⁹.

Según Rivera:

En la actualidad, la asociación de maíz y frijol es uno de los sistemas de cultivo más comunes dentro de los pequeños agricultores, quienes mantienen este sistema de producción por razones de tipo cultural, nutricional, biológico y económico para minimizar riesgos y para mantener una dieta balanceada y estable. Hasta hace algunos años, la proporción de asociaciones que incluían frijol - maíz se estimaba que era de 90% en Colombia, así mismo, informaciones de varios programas indican que alrededor de 60% de maíz y 80% del frijol se producían bajo el sistema de asociación de cultivos⁷⁰

Al respecto Obando menciona que: “En Nariño, alrededor de unas 26.000 hectáreas están dedicadas al cultivo de frijol; el 40% se siembra en clima frío, utilizando variedades de tipo voluble, cultivadas en un 85% en la asociación con maíz e intercalando con otros cultivos como haba, quinua y calabaza”⁷¹.

1.9.1 Importancia de la asociación de cultivos. Obando manifiesta que:

Los sistemas de producción se basan principalmente en los cultivos múltiples, como una estrategia para disminuir el riesgo ante las condiciones ambientales adversas, aprovechar mejor el minifundio y mantener una producción escalonada a través del año agrícola. Al mismo tiempo, son sistemas que presentan una cantidad de interacciones de tipo biológico, que los hace más estables dentro de los agroecosistemas. Por otra parte, estos sistemas son conservacionistas, teniendo en cuenta que al mantener una cobertura viva no permite el crecimiento de malezas, disminuye la necesidad de mover el suelo con

⁶⁹ TOBON, José. Cultivos asociados con frijol en Colombia. En: Curso internacional sobre cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia : CORPOICA, 1992. , p.87.

⁷⁰ RIVERA, Jesús. Sistema de cultivo maíz – frijol: mejoramiento y prácticas agronomías. Op.cit., p.1.

⁷¹ OBNADO, Op.cit., p. 54.

las deshierbas, resiste la energía cinética de las gotas de lluvia y reduce la velocidad de escorrentía, evitando así la erosión⁷².

Por su parte, Tobon, sugiere que:

Para agricultores de bajos recursos de tierra y capital, es muy importante obtener productos adicionales para diversificar el ingreso, permitir el ingreso a corto plazo, distribuir la inversión, diversificar la alimentación, tener mayor y mejor distribución de la ocupación durante todo el año, reducir el control químico de plagas y enfermedades, aprovechar la reducción de labranzas, economizar tierra y mejorar el suelo, entre otras.

Por el contrario, los unicultivos, que corresponden a sistemas de siembra de una sola variedad a densidades altas de población, en extensiones y con uso de maquinaria. Tienen una productividad elevada y se la considera como una evolución de la agricultura; sin embargo, también se dice que el ecosistema más delicado e inestable que jamás haya aparecido en la tierra.

1.9.2 Principios fundamentales de la asociación. Davis y García afirman que: “Entre los principios fundamentales de la asociación de cultivos, se incluyen los factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales”⁷³.

Al respecto, Angulo anota que:

Desde el punto de vista fisiológico, se plantea la forma de cómo aprovechar al máximo los recursos disponibles durante el ciclo anual. El problema fundamental es la competencia por luz, agua y nutrientes que existe entre los cultivos durante su crecimiento y desarrollo”

Teniendo en cuenta el aspecto agronómico, el mismo autor señala que, la asociación de cultivos no presenta problemas especiales en zonas de minifundio, ya que las labores son manuales y el uso de mano de obra es familiar. Las posibilidades de mecanización, la preparación del suelo, la siembra, y cosecha dependen del sistema de siembra de que se trate.⁷⁴

⁷² OBANDO, Op.cit., p. 51

⁷³ DAVIS y GARCIA, Op.cit., p. 368.

⁷⁴ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 7

En cuanto a los factores fitopatológicos y entomológicos, Sañudo, Checa y Arteaga establecen que:

Una especie del sistema defiende de otra del ataque de plagas, principalmente del follaje, al actuar como barrera física o secretar sustancias enmascarantes de los estímulos químicos de atracción por parte del hospedero. Así mismo, la presencia de una enfermedad con menores características de incidencia y severidad con respecto a los de monocultivos, es consecuencia de pequeños cambios ambientales e interferencia física para los propágulos del patógeno⁷⁵.

Para los factores genéticos, Ríos y Quiroz argumentan que:

Existen combinaciones de genotipos de maíz y frijol que son mejores y los genotipos involucrados en las mejores combinaciones no son necesariamente los de mejor producción en unicultivos. Sin embargo, la evidencia indica que si se toman en cuenta algunas características de la planta, tanto de maíz como de frijol, se puede predecir hasta cierto punto las mejores combinaciones⁷⁶.

Finalmente, Angulo menciona que: “En la mayoría de los casos el beneficio económico de las asociaciones es más alto que el de monocultivos y con menores riesgos con respecto a cambios de precios para la obtención de dos cosechas, además, mejora la nutrición familiar”⁷⁷.

1.9.3 Características de las especies involucradas en el asocio maíz por frijol. Según Angulo:

Generalmente, el sistema de asociación maíz por frijol voluble ocasiona reducciones en los rendimientos en las dos especies en relación con los monocultivos. Estas reducciones se atribuyen al factor competencia, que bien podría definirse, como el conjunto de caracteres genéticos y fisiológicos de las especies asociadas de los factores ambientales que interactúan, ocasionando modificaciones en el fenotipo de las plantas, en los rendimientos o disminución en la calidad del fruto⁷⁸

⁷⁵ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA G. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Op.cit., p. 98

⁷⁶ RIOS y QUIROZ, Op.cit., p. 132

⁷⁷ ANGULO, Ernesto, Op.cit., p. 8

⁷⁸ Ibid., p. 10

Por su parte, Davis y García argumentan que: “La característica más notable del sistema es que cualquier variación es un factor que influya en el crecimiento y desarrollo de las plantas, resultará en una ventaja selectiva de uno de los cultivos sobre el otro”⁷⁹.

Según Rivera, los caracteres y factores involucrados en el sistema se pueden agrupar de la siguiente manera:

- 1. Caracteres genéticos - fisiológicos del maíz.** Altura de planta y mazorca, número de hojas, área foliar, resistencia y grosor del tallo, longitud y ángulo del pedúnculo de la mazorca, desarrollo y profundidad del sistema radical, como también su ciclo de producción.
- 2. Caracteres genéticos - fisiológicos del frijol.** Hábito de crecimiento, longitud del tallo, número de ramificaciones, área foliar, número y tamaño de vainas, número y tamaño de granos, desarrollo del sistema radical, además de su ciclo de producción.
- 3. Factores ambientales.** Los que pueden considerarse como más determinantes dentro de la competencia son; luz, precipitación, densidad, temperatura, fertilización, malezas y disponibilidad del agua.⁸⁰

1.10 HISTORIAL DE LOS MATERIALES EVALUADOS DE FRÍJOL

Las líneas precoces, de grano grande y rojo intenso así como las líneas de grano blanco, mediano y ovoide 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 *Fusarium 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 Túquerres, con alta incidencia del amarillamiento, determinándose luego que las líneas objeto de estudio eran promisorias.

⁷⁹ DAVIS y GARCIA, Op.cit., p. 32

⁸⁰ RIVERA, Jesús. Sistemas de cultivo maíz – frijol; mejoramiento y prácticas agronómicas. En: Curso internacional sobre cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia : CIAT, 1992 , p.68

1.11 HISTORIAL DE LOS MATERIALES DE MAÍZ EVALUADOS

La facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño ha desarrollado un programa de mejoramiento de maíz morocho para regiones trigueras entre 2400 y 2900 msnm, con la obtención de materiales de porte mediano y prolíficos, con un potencial de rendimiento mayor de 2 toneladas por hectárea, separando a los maíces regionales. En la actualidad se dispone de semilla de las líneas de morocho blanco mediano y morocho amarillo 3. Según, Sañudo, Checa y Arteaga, estos materiales tienen el siguiente historial de mejoramiento:

- ? Selección individual de plantas en una colección realizada en el municipio de Potosí, para morocho blanco mediano y en Guatarilla para morocho amarillo 3.
- ? Siembra de mazorcas por surcos de las plantas seleccionadas. Dos ciclos de selección masal realizadas con las plantas más precoces obtenidas de los mejores surcos.
- ? Hibridación de la masal precoz con un material japonés de grano blanco, enano, precoz y prolífico de origen desconocido obtenido en una colecta realizada en el municipio de Yacuanquer.
- ? Siete ciclos de selección masal por tamaño mediano de planta, precocidad y dos o más, mazorca por planta⁸¹.

⁸¹ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Op.cit., p. 205.

2 DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó entre los meses de noviembre del 2002 y septiembre del 2003, en los municipios de Pasto, Contadero, Túquerres, Córdoba y Ospina, cuya altura y condiciones climáticas aparecen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Descripción geográfica de las zonas de estudio

Municipio	Vereda	Altura (msnm)	Temperatura promedio (°C)	Precipitación promedio (mm/año)
Pasto	Mapachico	2700	13	700
Contadero	San Francisco	2600	15	1173
Túquerres	Albán	2900	11	990
Córdoba	Chair	2700	12	1020
Ospina	Nariño	2800	12	1020

2.2 SUELOS

Según León:

El cuadro 6, ilustra la característica de los análisis de suelos, típicos de la zona alta Andina, con el cual se puede dimensionar niveles de materia orgánica altos (Pasto, Túquerres y Contadero), medio (Ospina) y bajo (Córdoba) que están directamente relacionados con los niveles de nitrógeno total y fósforo. Sin embargo, los análisis de suelos muestran una relación alta de carbono / nitrógeno (superior a 12), indicando una lenta mineralización y un bajo aporte de fósforo y nitrógeno por parte de la materia orgánica. Según ello, se hace necesario el aporte de estos elementos para aumentar rendimientos en los cultivos⁸²

Por otra parte, la presencia de arcilla alofánicas que predominan en estos suelos derivadas de cenizas volcánicas fijan grandes niveles de fósforo y potasio, afectando su disponibilidad.

⁸² LEÓN, Luís. Los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el suelo: Fundamentos para la interpretación de Análisis de suelos, plantas y aguas para riego. 3 ed. Bogotá, Colombia : S.C.C.S., 2000. p. 189.

Cardona y Polania afirman que:

La alta saturación de bases en los suelos de Pasto y Córdoba con 35.4% y 68.8% respectivamente, hace que no sea necesario la aplicación de elementos como calcio, magnesio y potasio. De hecho, en los suelos de Túquerres, Ospina y Contadero con una saturación de bases de 15.45%, 19.23% y 23.40%, solo se recomiendan pequeñas cantidades de estos elementos (Ca, Mg y K), buscando llevar dicha saturación a un valor cercano a 30%, porcentaje mínimo requerido para el establecimiento de un cultivo de maíz y frijol altamente productivo⁸³.

Los análisis de suelo, también muestran un porcentaje de saturación de aluminio que en ningún caso supera el 30%, lo cual exige la aplicación de Ca y Mg. Las cantidades de fertilizantes recomendados en cada zona se registra en el cuadro 8.

Cuadro 6. Análisis de suelo de las localidades en estudio

Muestra	Unidad	Pasto	Túquerres	Ospina	Córdoba	Contadero
pH		5.7	5.1	5.2	5.7	5.1
Materia orgánica	%	16.6	14.7	7.2	3.1	12.2
Densidad aparente	G/cc	0.9	0.9	0.9	1.1	0.9
Fósforo P	ppm	87	57.4	23	21	41
CIC	CH ₃ CO OHNH ₄ 1NpH7	36	22	31.2	16.8	27.6
Calcio de Cambio		6.8	2.1	4.6	8.8	4.7
Magnesio de cambio		2.5	0.50	0.70	1.7	0.90
Potasio de cambio		0.85	0.80	0.70	1.06	0.86
Aluminio intercambiable		0.7	0.80	0.70	*	1.00
Hierro	Extracción con DTPA		142.00	160.00		432.00
Manganeso			0.80	6.20		5.6
Cobre			1.34	1.00		1.04
Zinc			2.42	0.76		2.88
Boro ppm, método de agua caliente			0.21	0.18		0.21
F=Franco Ar=Arcilloso A=Arenoso		F-Ar-A	Ar-A		A	Ar-A
Nitrógeno total		0.59	0.54	0.31	0.15	0.56
Carbono Orgánico		9.64	8.51	4.16	1.8	7.10

⁸³ CARDONA, Alexander y POLANIA, Fabio. Manejo Agronómico del cultivo de maíz en los oxisoles de la altillanura colombiana: En : Revista de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Bogotá : EL CEREALISTA No. 65. (2003); p. 28

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

En cada localidad se establecieron dos ensayos separados a 300 metros; a) maíz morocho blanco mediano (MBM) asociado con 27 materiales de frijol voluble, b) maíz morocho amarillo 3 (MA3) asociado con los mismos materiales de frijol.

Por ensayo se trabajó con un diseño de bloques al azar con 28 tratamientos y 3 repeticiones, correspondiendo los tratamientos al asocio de maíz y el material de frijol evaluado (Figura 1).

Los diferentes datos obtenidos se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y las pruebas de significancia de Tukey para las variables número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, porcentaje de volcamiento y rendimiento en grano seco.

De igual manera, para frijol, se realizaron las respectivas correlaciones de los componentes de rendimiento evaluados frente a la producción de grano seco.

Finalmente, se hizo un análisis combinado ambiente por genotipos, donde se seleccionaron las mejores líneas teniendo en cuenta las producciones en los diferentes ambientes evaluados a través del modelo de estabilidad propuesto por Eberthart y Russell:

$$Y_{ij} = U_i + BI_{IJ} + S_{jl}$$

Donde:

Y_{ij} = Media del rendimiento de la línea i - ésima en la localidad j - ésima

U_i = Media de la línea i a través de todos los ambientes donde se evalúa.

BI = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la línea i en diferentes ambientes.

$$BI = \frac{\sum Y_{ij} \cdot I_j}{\sum I_j^2}$$

I_j = Índice ambiental de la localidad j - ésima.

$$I_j = \frac{Y_{ij}}{\text{líneas}} - \frac{\sum Y_{ij}}{\text{líneas} \cdot \text{localidad}}$$

S_{ij} = es la desviación de la regresión de la i - ésima línea en el ambiente j .⁸⁴

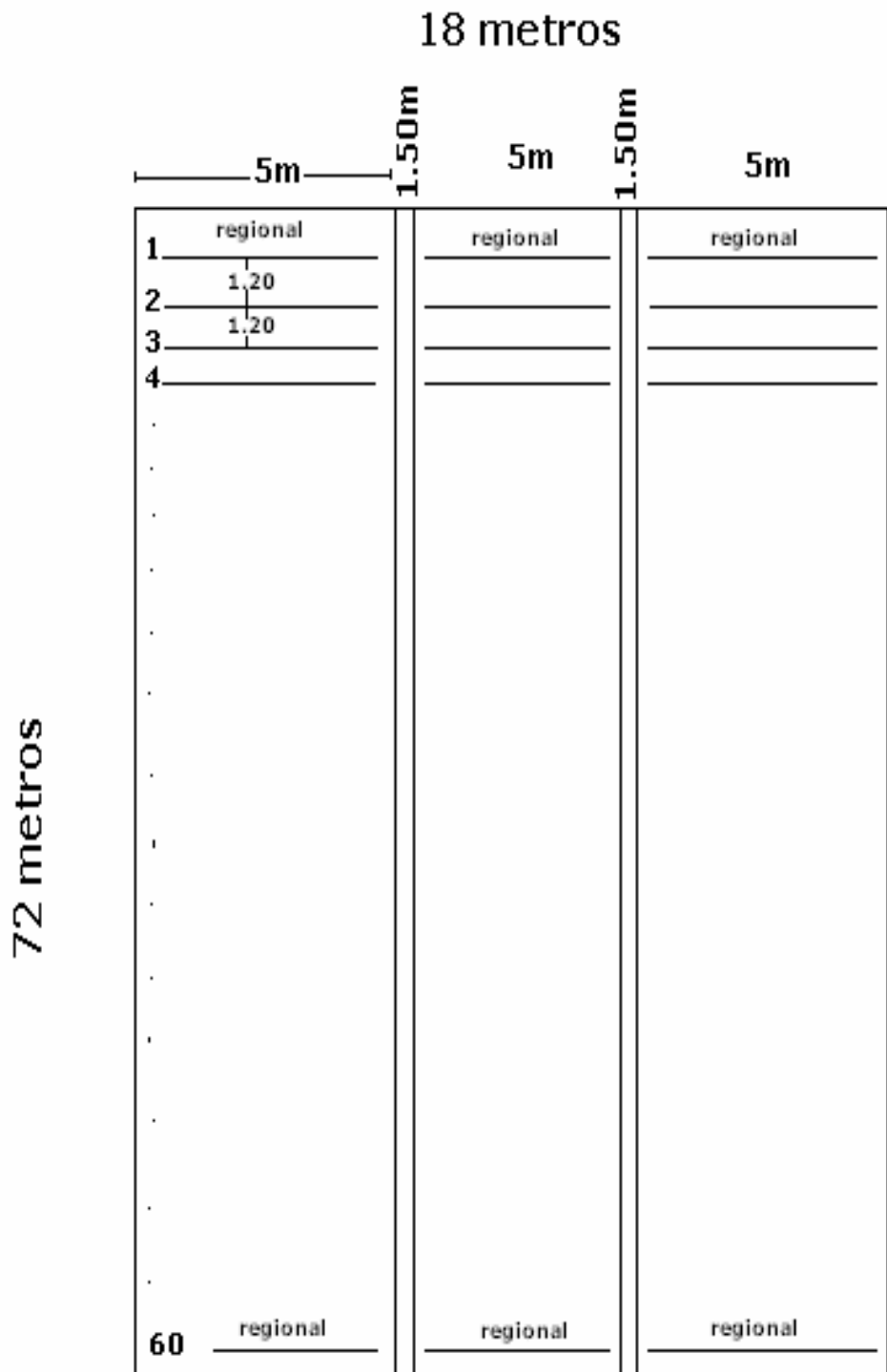
2.4 ÁREA EXPERIMENTAL Y ÚTIL

En cada ensayo se trabajó en un lote de 18m x 72 m para un área total de 1.296 m, donde se distribuyeron 3 bloques de 5,0 x 72 m, separados por calles de 1,50 m. En cada bloque se ubicaron 60 surcos de 5m de longitud y separados a 1,20 m, en donde se establecieron dos surcos por material de frijol voluble, sembrando los surcos extremos con la variedad regional. El área útil estuvo representada por los dos surcos centrales de cada material conformando un área total de 12 m² para cada material de frijol. Los arreglos de campo se muestran en la figura 1(*).

* ENTREVISTA con Benjamín Sañudo, profesor Universidad de Nariño. Programa Ing. Agronómica. Pasto. Noviembre del 2002.

⁸⁴ EBERHART, S. A. y RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. En: Crop Science. Vol. 6, No. 1. (1966); p. 121.

Figura 1. Plano de campo para la evaluación de 28 materiales de frijol voluble asociados con maíz Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo 3



2.5 MATERIALES DE MAÍZ

Después de 11 años de un proceso de selección individual de maíces precoces en lotes comerciales, seguido de una selección masal, hibridación y posteriores ciclos de selección masal hasta 1997, se tienen dos materiales de maíz, morocho blanco mediano (MBM) y morocho amarillo 3 (MA3) en los cuales se realizó el presente trabajo. Estos materiales presentan las características consignadas en el cuadro 7.

Cuadro 7. Características de los materiales de maíz evaluados

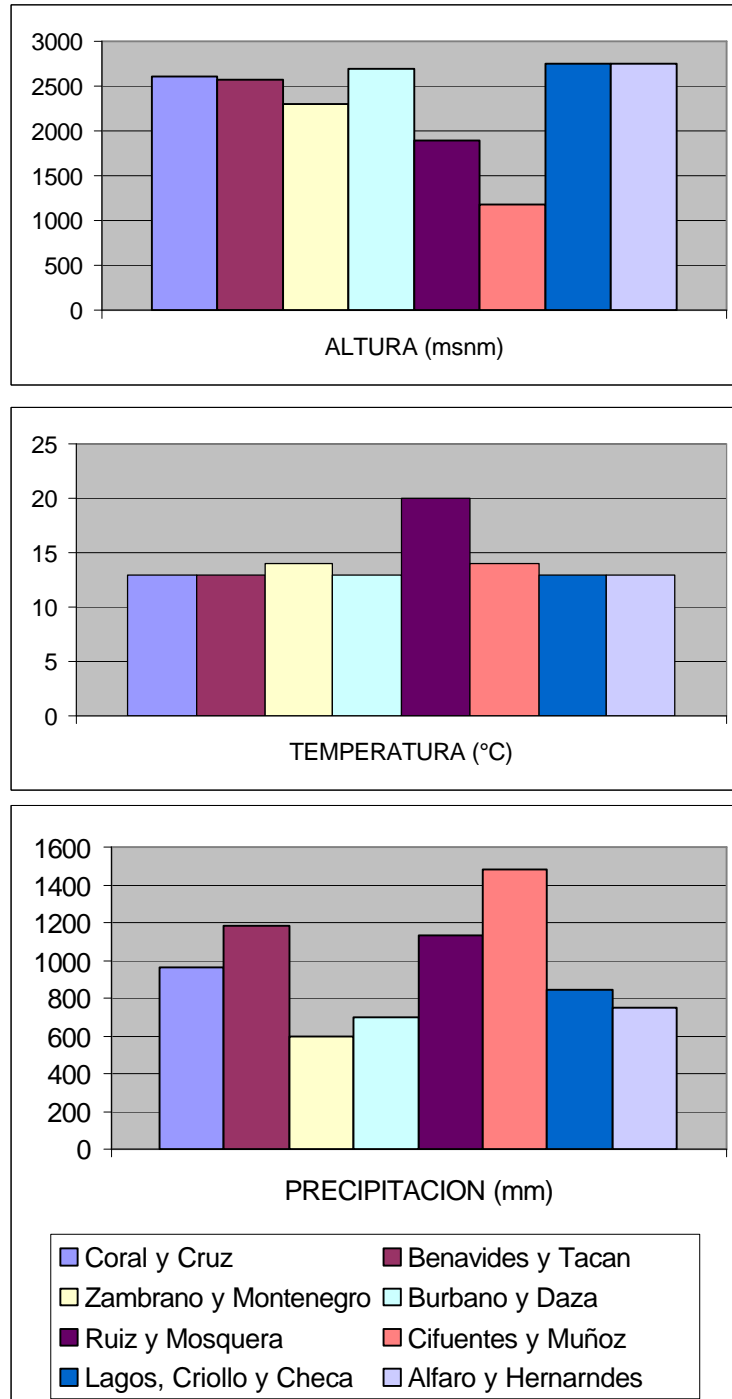
Genotipo	Color de grano	Longitud de mazorca (cm)	Tamaño de grano	Ciclo vegetativo (Días)	Altura de plantas (m)	Mazorcas por planta	Vaneamiento (%)	Rto (kg/ha)
Morocho blanco mediano	Blanco brillante	18 – 20	Mediano	240 - 270	2.70	2.16	23.48	2900
Morocho amarillo 3	Amarillo brillante	18 - 20	Mediano	225 - 250	2.40	1.86	35.69	2000

2.6 MATERIALES DE FRÍJOL

Después de siete años de selección individual de variedades comerciales de bolon rojo, bolon blanco, recolectadas por tener posible resistencia a *Fusarium oxysporum*, se tienen los materiales promisorios de frijol con resistencia al amarillamiento, destacándose: PPR45, L60, L87, como también las líneas L34, L54, L14, L68, L67, L23, L64, L31, L30, L10, L35, L70, L9, L33, L71, L3, L75, L4, L76, L74, L72, L1, L2 Y L78.

Las líneas L17, L60, L87, L3, L4 fueron evaluadas en sistema de monocultivo en el año 2001 por Coral y Cruz en Gualmatan, Benavides y Tacan en Córdoba, Rubio y Tobar en Guaitarilla y Zambrano y Montenegro en Imues. Burbano y Daza en el año 2003 evaluaron los materiales L60, L59, L78 y T45PPR en el corregimiento de Mapachico y bajo el sistema de asocio con los mismos materiales de maíz (MBM y MA3) evaluados en el presente estudio. Cuyas alturas y condiciones climáticas de las zonas de estudio antes mencionados aparecen en la figura 2.

Figura 2. Datos de altura, precipitación y temperatura de las zonas de estudio de autores mencionados



? **L87.** Procede del cruzamiento de las variedades ICA Rumichaca por Conejo, grano mediano, redondo, de color rojo con pintas crema, con un peso de 100 granos de 60 a 65 gramos, de cuatro a cinco granos por vaina, con un promedio de 48 vainas por planta y un rendimiento promedio superior a 1800 kg/ha. Hábito de crecimiento tipo IVa. Cumple su ciclo de vida en un periodo comprendido entre 190 a 220 días. Las mismas características las presentan las líneas L74, L67, L68 y L70.

? **PPR45.** Según Burbano y Daza:

Procede del cruzamiento de Bolón rojo por ICA Rumichaca. Hábito de crecimiento IVa. De grano grande, ovoide y de color rojo, con un peso de 100 granos de 83.40 gramos, cumple su ciclo de vida en un periodo de 180 días, un promedio de 30.1 vainas por planta, 4.9 granos por vaina, un porcentaje de vaneamiento del 4.6% y un rendimiento promedio de 1858 kg/ha⁸⁵

? **L 60.** Selección individual de grano blanco, procedente de OBN -102. Hábito de crecimiento IVa, grano mediano, ovoide, de color blanco, con un peso de 100 granos de 49,8 gramos, 30.7 vainas por planta, 3.3 granos por vaina, un porcentaje de vaneamiento de 5.6, un ciclo de vida comprendido entre 190 a 193 días, y un rendimiento de 761.3 kg/ha. Las mismas características las presentan las líneas L64, L30 y L60⁸⁶

También se evaluó la línea L3: de grano blanco, ovoide, tipo cargamento, provenientes de cruzamiento OBN-102 por bolón blanco y L4, que procede del cruzamiento OBN-102 x ICA Rumichaca, presentado las mismas características que L9, L10, L1, L2 y L5. Estas tres últimas presentan betas blancas.

Las líneas L14 y L23, proceden de selecciones individuales de bolon rojo, de tamaño mediano, ovoide y de color rojo, con peso de 100 granos de 76.20 gramos, habito de crecimiento IVa.

⁸⁵ BURBANO, Jhon y DAZA Dora. Evaluación del comportamiento agronómico de trece líneas mejoradas de frijol voluble (*phaseolus vulgaris* l.) en asocio con dos variedades de maíz (*zea mays*) en una zona del altiplano de pasto. Pasto, 2003, p. 32. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁸⁶ Ibid., p. 45

ICA Rumichaca (testigo). Corresponde a la línea ICA TIB 3042 que procede del cruzamiento de L38 x Cargamanto x Segregante Mortiño x Diacol Calima; presenta un promedio de 95 vainas por planta y siete granos por vaina. El grano es de color rojo con estrías crema y de forma redonda.

2.7 LABORES CULTURALES

2.7.1 Preparación del terreno. Para ello, se utilizó el sistema empleado por los agricultores de cada zona, consiste en una arada y dos rastrilladas, posteriormente se realizó una surcada con yunta.

2.7.2 Siembra y fertilización. Para el manejo de patógenos, la semilla de maíz y frijol fue tratada con Vitavax 300 (Carboxín + Captán) en dosis de un gramo por kilogramo de semilla más Orthene 75% (Acefato) en la misma dosis.

La siembra se hizo a chaquin, depositando en cada sitio distanciados a 1 m x 1,20 m, 5 semillas de maíz y 3 de frijol.

La fertilización se realizó con base en el análisis de suelo dando prioridad a los requerimientos del cultivo de frijol (Jaramillo, 1991)**; aplicando 15-15-15 en dosis de 150 kg/ha, más 10 kg. de agrimins por hectárea.

Esta labor fue realizada con chaquin en el momento de la siembra depositando el abono en dos huecos al lado y lado de la semilla.

2.7.3 Control de plagas y enfermedades. “Esta labor se realizó mediante aplicación de plaguicidas, teniendo en cuenta el tipo de plaga o clase de enfermedad presente, las condiciones ambientales, nivel de daño de la plaga, así como la intensidad de ataque de la enfermedad. Se utilizaron los plaguicidas y dosis recomendadas por Sañudo, Checa y Arteaga”⁸⁷ (Ver Cuadro 9).

⁸⁷ SAÑUDO, CHECA y ARTEAGA. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Op.cit., p. 96-100

** JARAMILLO, El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona cafetera; opciones tecnológicas. Op, cit., p. 14

Cuadro 8. Control fitosanitario general

Problema fitosanitario		Control	Días después de emergencia
PLAGA	<i>Agrotis sp,</i> <i>Spodoptera spp</i>	Aplicación de Cypermetrina + Clorpirifos (Látigo) 50cc/bomba en los focos de daño y en horas de la tarde.	15 – 30
	<i>Ancognatha spp,</i> <i>Astaena sp</i>	Inyección de Carbofuran (Furadán) en el suelo abriendo dos huecos a los lados de las plantas atacadas, en dosis de 150cc/bomba.	20 – 60
	<i>Naupactus sp,</i> <i>Cerotoma spp,</i> <i>Diabrotica spp</i>	Aspersión de Carbofuran (Furadán) 80cc/bomba, remojando bien la base de las plantas.	15 - 80
	<i>Trialeurodes vaporarium</i>	Aplicación de Thocyclam hidrogenoxalato (Evisect) 20gr/bomba alternado con Metomil (Lannate) 50cc/bomba, al observarse las primeras poblaciones.	30 - 90
	<i>Laspeyresia sp</i>	Aspersión de Lamda-Cihalotrina (Karathe) 15cc/bomba en el inicio de formación de vainas.	90 - 110
	<i>Dargida grammivora,</i> <i>Spodoptera frugiperda</i>	Aplicación de Acefato (Orthene 75%) en dosis de 25gr/bomba, alternado con Carbaril (Sevin PM 80) 50gr/bomba.	30 - 90
ENFERMEDAD	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Aplicación de Carbendazín (Bavístin) 30cc/bomba.	40 - 80
	<i>Oidium erysiphoides</i>	Aspersión de Carbendazin (Bavistin) 30cc/bomba.	60 - 90

2.7.4 Control de malezas. El control de malezas se efectuó a los 30 y 60 días después de la siembra, utilizado para ello una pala; simultáneamente con esta última labor se realizó un ligero aporque.

2.7.5 Cosecha. La cosecha de frijol y maíz se realizó a medida que las vainas y mazorcas alcanzaron su madurez total. Se cosechó primero el frijol y posteriormente el maíz, descartando en cada unidad experimental los extremos para evitar el efecto de borde, obteniendo una parcela útil de 12 metros cuadrados.

2.8 VARIABLES EVALUADAS SOBRE LAS LÍNEAS DE FRÍJOL

2.8.1 Días de siembra a floración (DAF). A partir de la fecha de siembra se contabilizaron los días requeridos por cada material para que el 50% de las plantas alcancen su estado de floración.

2.8.2 Días de siembra a madurez de cosecha (DMC). Se contabilizó los días comprendidos entre el momento en que se sembró hasta que el 90% de las plantas presentaron la primera vaina totalmente seca; observándose cambio de color verde a color amarillo uniforme de las vainas.

2.8.3 Número de vainas por planta (V). En cada parcela útil se tomaron cuatro sitios al azar; evaluando el número de vainas totales y dividiéndolo entre el número de plantas evaluadas.

2.8.4 Número de granos por vaina (GPV). Se analizó con base a una muestra de 50 vainas tomadas al azar de cada parcela útil. Se desgranó, se contaron el número de granos y se dividió entre el número de vainas.

2.8.5 Peso de 100 granos (P100G). Se tomaron 100 semillas al azar por parcela y su peso fue ajustado al 14 % de humedad.

2.8.6 Porcentaje de vaneamiento (%V). Se tomaron al azar cuatro sitios de los dos surcos de la cada parcela, se contabilizó el número de vainas totales y el número de vainas vanas, para obtener el promedio de vainas efectivas. Los porcentajes de vaneamiento se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de vaneamiento} = \frac{\text{Número de vainas llenas}}{\text{Número de vainas totales}} \times 100$$

2.8.7 Rendimiento (Rto). Periódicamente se hizo la recolección de las vainas secas de cada parcela útil (12 m²), para someterlas a secado al sol hasta cuando presentaron dehiscencia natural, se realizó posteriormente la trilla y limpieza de grano. El grano obtenido se sometió a secado al sol hasta que tuvo una humedad del 14%. La humedad fue determinada en un medidor marca motonko. Finalmente, se hizo el pesaje de toda la producción, transformando los datos a kilogramos de grano seco por hectárea. El dato de rendimiento se obtuvo por la fórmula propuesto por CIMMYT

$$Rto = \frac{RP \cdot 10000m^2}{ACm^2} \cdot \frac{100 - \%HM}{86}$$

Donde

Rto = Rendimiento de frijol en kg/ha

RP = Rendimiento por parcela

AC = área Cosechada

HM = Humedad de la muestra

86 = Constante⁸⁸

2.9 VARIABLES EVALUADAS SOBRE LAS LÍNEAS DE MAÍZ

2.9.1 Número de Mazorcas por planta (MP). Cuando el maíz alcanzó la madurez de cosecha, en los dos surcos de cada parcela, se tomaron 10 sitios al azar para contar el número total de mazorcas y se dividió entre el número total de plantas.

2.9.2 Número de granos por mazorca (GM). En cada parcela útil (12 m²) se tomaron cinco mazorcas al azar, se llevaron a secamiento y se hizo un desgrane manual, contando en número total de granos para determinar el promedio por mazorca.

2.9.3 Peso de 100 granos (P100G). Se tomaron 100 semillas al azar por parcela y su peso fue ajustado al 14% de humedad.

2.9.4 Porcentaje de volcamiento (%V). Se determinó en cada parcela útil (12 m²) contando el número de plantas totales y el número de plantas volcadas. El porcentaje de volcamiento se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

⁸⁸ CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO, Op.cit., p. 35

$$\%V = \frac{\text{Número de plantas volcadas}}{\text{Número de plantas totales}} \cdot 100$$

2.9.5 Rendimiento (Rto). Se obtuvo en base a la recolección total de las mazorcas de los dos surcos de cada parcela, llevándolas a secamiento al sol por tres oportunidades, luego se realizó el desgrane y se colocó al sol hasta que soltaron la pelusa, posteriormente se efectuó la limpieza y pesaje del grano transformando los datos a kg/ha, utilizando la siguiente fórmula propuesta por CIMMYT y ajustados con una humedad del 14% la cual se realizó con un medidor marca Motonko.

$$RM = \frac{RP \cdot 10000m^2}{ACm^2} \cdot \frac{100 - \%HM}{86}$$

RM = Rendimiento de maíz en kg/ha

RP = rendimiento por parcela

AC = área cosechada

HM = Humedad de la muestra

86 = constante⁸⁹

⁸⁹ Ibid., p. 35

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 EVALUACIÓN DE LOS GENOTIPOS DE FRÍJOL ASOCIADO CON MAÍZ MOROCHO BLANCO MEDIANO (MBM)

3.1.1 Ciclo de vida. En el Anexo 1, se puede observar los resultados de ciclo de vida en cuanto a días de floración (DAF) y días de madurez de cosecha (DMC) correspondientes a los 28 materiales de frijol voluble evaluados en cada uno de las localidades.

En las variables evaluadas se puede indicar que el ciclo de vida de los materiales en estudio estuvo comprendido entre 160 y 250 días; en donde, en todas las localidades el testigo ICA Rumichaca se mostró como el material más tardío. De igual manera, se puede reconocer que en general el ciclo de vida de los materiales tuvieron un comportamiento similar en las diferentes localidades; encontrándose que las líneas L14, L70, L71, L72, L74, L75, L76, L78 y PPR45 fueron los más precoces con días a floración que oscilaron entre 55 y 80 días; así mismo, tuvieron un periodo más corto para llegar a madurez de cosecha que osciló entre 160 y 210 días; siendo más tardíos los materiales L30, L64, L67, L68 y el testigo ICA Rumichaca con un periodo que osciló entre 70 y 110 días a floración entre 200 a 250 días a madurez de cosecha.

A si mismo, se puede ratificar lo expuesto por Davis y García⁹⁰ quienes afirman que a temperaturas más altas se alarga el ciclo de vida y que por el contrario que a temperaturas más bajas se acorta el periodo de vida del frijol; demostrado en el presente ensayo donde todos los genotipos fueron más precoces en Córdoba, (Anexo 1) situado a 2600 msnm, con una temperatura promedio de 12°C y más tardíos en Túquerres ubicado a 2900 msnm, con una temperatura promedio de 10.8°C. Situación similar reportan Zambrano y Montenegro (2001, 70), Rubio y Tovar (2001, 50), Benavides y Tacan (2001, 62) y Coral y Cruz (2001, 52), donde manifiestan que el ciclo de vida de estos materiales de frijol es afectado por la temperatura.

3.1.2 Número de vainas por planta (VPP). Para la variable número de vainas por planta los datos se muestran en la tabla 1, en donde, se obtuvo un promedio general entre 35.2 y 12.9 vainas por planta para los diferentes materiales de frijol. Según el análisis de varianza (anexo, B), se presentaron diferencias estadísticas entre localidades, genotipos y la interacción genotipo por localidad.

⁹⁰ DAVIS y GARCIA, Op.cit., p. 14

La prueba de comparación de promedios (tabla 1), permitió determinar que el material L10 produjo el mayor número de VPP (35.6), seguidos de las líneas L87, L2, PPR45, L14, L72 y L30 con 35.2, 33.2, 33.1, 32.8, 31.8, y 31.1 vainas por planta respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas respecto a las líneas L9, L60, L4, L74, L23 y L54, los cuales difieren significativamente con el testigo ICA Rumichaca con 12.9 VPP, y con el resto de materiales.

Al comparar los promedios de VPP obtenidos en los 5 ambientes (cuadro 10), en términos generales se observa que la localidad de Pasto seguida por la de Ospina se presentaron como los ambientes más favorables para la expresión de esta variable con un promedio general de 31.4 y 25.2 respectivamente vainas por planta, las cuales mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellas y con el resto de las localidades, encontrándose la localidad de Contadero con 20.9 vainas por planta presentado el menor promedio.

Así mismo, en el Anexo 3, se comparan los promedios de VPP de cada material en su respectivo ambiente, donde se observa que en la localidad de Pasto y Córdoba se destacan las líneas L10 y L87 con un promedio de 51 y 46.30 y 41.03 y 34 vainas por planta respectivamente; mostrando que en la zona de Pasto hay diferencias estadísticas significativas con los materiales de grano blanco L4 y L60, con 39.6 VPP, L54 y L2 con 38 y 37.6 vainas por planta con el resto de materiales que presentan promedios inferiores a estas líneas; entre ellos el testigo ICA Rumichaca con 14 VPP presentado el menor promedio.

Igualmente, en la zona de Córdoba, los materiales L10 y L87 presentaron diferencias estadísticas significativas con los materiales L67, L71 y L35 con 21.3, 21 y 20 vainas por planta respectivamente y con el resto de materiales que presentaron promedios inferiores a 19 VPP.

Contrario a lo anterior, en la zona de Ospina, el mayor promedio de vainas por planta lo presentó la línea PPR45 con 33.6, seguido por la línea L10 con 33 vainas por planta, también se destaca la línea L87 con 30.3 VPP sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ellas.

En la localidad de Túquerres, los mayores promedios lo presentaron las líneas L14 y L2 con 33.6 VPP, destacándose nuevamente las líneas L87, L10 y PPR45 con 33.3, 31.6 y 30.3 VPP respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ellos y difiriendo con el material L3 con 17,6 VPP y con el resto de materiales que presentaron promedios inferiores a este.

Tabla 1. Comparación de número de vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano

Líneas	Media	Significancia
L10	35.6	A
L87	35.2	A B
L2	33.2	A B C
PPR45	33.1	A B C
L14	32.8	A B C
L72	31.8	A B C D
L30	31.1	A B C D
L9	30.8	B C D
L60	30.2	C D
L4	30	C D
L74	29.8	C D
L23	29.1	C D
L54	27.4	D
L1	19.3	E
L64	19.7	E
L71	19.7	E
L3	19.5	E
L68	19.1	E
L35	19	E
L75	18.8	E
L34	18.6	E
L76	18.3	E
L31	18	E
L70	18	E
L33	17.8	E
L67	17.6	E F
L78	16.8	E F
R	12.9	F

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

Cuadro 9. Prueba de comparación de promedios de Tukey para cinco ambientes en la evaluación de número de vainas por planta de 28 genotipos de frijol en zonas frías del departamento de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Pasto	31.4167	A
Ospina	25.2024	B
Córdoba	22.8452	C
Túquerres	21.8214	C D
Contadero	20.9762	D

Finalmente, en la localidad de Contadero, los mayores promedios de VPP lo registraron las líneas L2 con 35 VPP seguido del material L87, con 32.3 VPP, sin presentar diferencias significativas con las líneas L72, PPR45, L23 y L30 con 28.6, 27.3 y 26 VPP difiriendo significativamente con el material L10 (21.3), que en las demás zonas había presentado uno de los mayores promedios de VPP.

Lo anterior indica que algunos materiales de frijol, tienen un comportamiento bueno en ambientes favorables y que sus promedios de vainas por planta decrecen en ambientes desfavorables, lo cual permitiría suponer la existencia de características genotípicas también diferentes. Lo que manifiesta la importancia de la selección individual para aumentar la capacidad productiva. Resultados obtenidos por Checa, Sañudo y Arteaga (2000, p82), en materiales de frijol arbustivo evaluados en regiones frías de Nariño.

Resultados similares fueron obtenidos a este trabajo obtuvieron Burbano y Daza: "Al encontrar la mayor capacidad productiva en cuanto VPP a los materiales de grano coloreado, sobresaliendo las líneas L87 con promedios que oscilaron entre 32.8 y 39 VPP al evaluarse en la zona de Pasto (vereda Mapachico) y bajo de sistema de asocio con maíz MBM"⁹¹; de igual manera, ensayos realizados por Rubio y Tobar y Zambrano y Montenegro en el año 2001 "bajo sistema de monocultivo realizado en las zonas de Guaitarilla e Imues respectivamente, reportan promedios que oscilan entre 33.1 y 80 vainas por planta"⁹².

⁹¹ BURBANO y DAZA, Op.cit, p. 98

⁹² ZAMBRANO, Juan y MONTENEGRO, Marco. Evaluación de 15 materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a *Fusarium oxysporum f.sp.* en el municipio de Imués departamento de Nariño. Pasto, 2001, p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio al compararlos con los encontrados por los autores antes mencionados, podrían explicarse en la capacidad competitiva de los materiales de fríjol adaptadas al sistema en cuanto a luz, agua y nutrientes. Además, Ajquejay⁹³, ratifica que el único componente de rendimiento afectado por el sistema de cultivo es el número de vainas por planta.

3.1.3 Número de granos por vaina (GPV). En la tabla 2, se consignan los datos de GPV, observándose un promedio general que osciló entre 4.32 y 6.46 granos por vaina. De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 2), se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no para localidades ni para su interacción; lo que ratifica lo expuesto por Mosquera y Ruiz quienes afirman que: “el numero de semillas por vaina es un factor genético que probablemente las condiciones ambientales presentadas pueden afectar su fenotipo pero no su número”⁹⁴; contrario por lo expuesto por Ajquejay quien establece que: “esta variable es uno de los componentes de rendimiento afectados por factores edafoclimáticos”⁹⁵.

En la tabla 2, se comparan los promedios generales de número de granos por vaina obtenidos para los 28 materiales de fríjol evaluados determinándose que las líneas L3 tipo Cargamanto Blanco (6.46), L2 (6.45), L9 (6.44), L1 (6.43), L4 (6.42) de grano blanco y PPR45 con 6.31 granos, presentaron los mayores promedios mostrando diferencias significativas respecto a los demás materiales sin diferir significativamente.

Resultados similares obtuvieron Rubio y Tovar: “al evaluar alguno de estos materiales bajo sistema de monocultivo, encontrando la mayor capacidad productiva en cuanto a GPV a los materiales de grano blanco, sobresaliendo las líneas L60 y L59 con 4.8 y 4.7 granos, superando a los de grano coloreado”⁹⁶.

⁹³ AJQUEJAY, A. S. Efecto de la densidad y la fertilización en seis genotipos diferentes de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sur oriente de Guatemala, Guatemala.1980, p. 26 Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de San Carlos.

⁹⁴ MOSQUERA, Jairo y RUIZ, Marco. Evaluación de diez materiales de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.) en una zona de clima medio del departamento de Nariño. Pasto, San Juan de Pasto, 1986, p. 38 Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

⁹⁵ AJQUEJAY, Op.cit., p. 31

⁹⁶ RUBIO, José y TOVAR, Vicente. Evaluación de materiales promisorios de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris*) en la región cerealera de Guaitarilla, departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2001, p. 52. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Según Coral y Cruz: “En un segundo ensayo, estos mismo autores encontraron que los materiales de grano blanco fueron superados en cuanto a GPV por materiales de grano coloreado, destacándose la línea L24 con 5.1 granos”⁹⁷; de igual manera y Burbano y Daza⁹⁸ coincidieron que para esta variable se destacó el material L24 con 6.33 y 5.7 granos.

Como dato de interés agronómico, se destaca que el número de granos por vaina de los materiales L87 (5.6) y PPR45 (6.31) encontrados en el presente estudio, son similares a los obtenidos por Coral y Cruz⁹⁹, al evaluar estos mismos materiales de frijol en regiones similares y bajo sistema de monocultivo, presentaron promedios de 5.50 y 6.30 granos respectivamente, ratificándose lo expuesto por Ajquejay, quienes establecen que “el número de semillas por vaina es una característica genética que no es afectada por el sistema de cultivo, siempre y cuando estos materiales estén adaptados al sistema de asocio con maíz, generándose una mínima competencia ínter específica entre dos especies involucradas en el sistema”¹⁰⁰.

3.1.4 Peso de 100 semillas (P100s). Según el análisis de varianza (Anexo 2), los materiales estudiados, presentaron diferencias estadísticas en cuanto al peso de 100 semillas; sin mostrar diferencias estadísticas significativas entre localidades, ni para su interacción; lo que explica que esta variable es una característica genética de cada material que no se ve afectada por interacciones de factores ambientales.

⁹⁷ CORAL, James y CRUZ, Omar. Evaluación participativa de materiales promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*), en el municipio de Gualmatán (N). San Juan de Pasto, 2001, p. 61. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁹⁸ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 59

⁹⁹ CORAL y CRUZ, p. 67

¹⁰⁰ Ajquejay, Op.cit., p. 31

Tabla 2. Comparación de promedios para granos por vaina de 28 materiales de fríjol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano

Líneas	Media	Significancia
L3	6.46	A
L2	6.45	A
L9	6.44	A
L1	6.43	A
L4	6.42	A
PPR 45	6.31	A
L87	5.6	B
L70	5.39	BC
L72	5.38	BC
L14	5.36	BC
L71	5.36	BC
L75	5.3	BC
L67	5.3	BC
L68	5.28	C
L74	5.25	C
L78	5.24	C
L76	5.22	C
R	5.18	C
L10	5.16	C
L23	4.5	D
L30	4.42	D
L54	4.4	D
L34	4.4	D
L60	4.38	D
L64	4.38	D
L31	4.35	D
L33	4.34	D
L35	4.34	D

Comparador de Tukey al 5% = 0,425
 Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

Los materiales L1, PPR45 y L2 presentaron los mayores valores de peso de 100 semillas con 55.95, 55.58 y 54.96 granos respectivamente, seguidos por los genotipos L3, L9 y L4 de grano blanco tipo cargamanto, cuyos valores oscilaron entre 54.25 y 53.99 granos; los cuales difirieron estadísticamente respecto a los demás materiales; entre ellos las líneas L60 (45.79), L64 (45.2) y L30 (41.88) de grano blanco que tienen como característica intrínseca la formación de semillas pequeñas y por lo tanto de menor peso (tabla 3).

Resultados similares obtuvieron Coral y Cruz , Zambrano y Montenegro: “Al evaluar diferentes materiales de frijol voluble bajo el sistema de monocultivo, encontrando que los materiales de grano coloreado presentaron un peso que osciló entre 70.86 y 74.33 granos y para los de grano blanco entre 46.2 y 55.0 gramos”¹⁰¹; de igual manera, Burbano y Daza: “al evaluar las líneas de frijol voluble en asocio con maíz encontraron promedios de pesos de 100 granos que osciló entre 50.5 y 83.9 gramos para los materiales de grano coloreado y de 48.30 a 49.50 para los materiales de grano blanco; resultados que superan a los registrados en el presente estudio”¹⁰².

Lo anterior, explica que esta variable se ve posiblemente afectada por la interacción de factores ambientales y características genéticas de los materiales, más no por el sistema de cultivo. Esto puede confirmar con los resultados obtenidos por Angulo: “quien encontró que: en el sistema de asocio obtuvo una reducción de 2? granos con respecto al monocultivo, lo cual no fue estadísticamente significativo”¹⁰³.

3.1.5 Porcentaje de vaneamiento (∇)

El análisis de varianza para porcentaje de vaneamiento de los 28 materiales de frijol voluble (Anexo 2), asociado con maíz morocho blanco mediano no mostró, diferencias significativas entre genotipos, ni entre las diferentes localidades, tampoco en la interacción genotipo por localidad. Lo anterior indica que esta variable en los materiales de frijol evaluados presentó un comportamiento similar en los diferentes ambientes sin ser afectado por posibles factores ambientales como baja de temperatura y exceso de agua, los cuales podrían afectar negativamente el adecuado llenado de vainas¹⁰⁴

¹⁰¹ CORAL y CRUZ, Op.cit., p. 47

¹⁰² BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 62

¹⁰³ ANGULO, Néstor. Op.cit., p. 56

¹⁰⁴ RIOS y QUIROZ, Op.cit., p. 15

A si mismo, se reconoce la adaptación de estos materiales a las condiciones edafoclimaticas de las zonas, sin desmeritar su composición genética.

Tabla 3. Comparación de promedios para peso de 100 semillas de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano

Líneas	Media	Significancia
L1	55.95	A
PPR45	55.58	A
L2	54.96	A
L3	54.25	A
L9	54.09	A
L4	53.99	A
L76	46.37	B
L71	46.26	B
L87	46.2	B
L75	46.04	B
L60	45.79	B
L74	45.78	B
L78	45.74	BC
L10	45.66	BCD
L70	45.54	BCD
L72	45.4	BCD
L64	45.2	BCD
L67	45.13	BCD
L14	45.02	BCD
L68	44.93	BCD
L23	44.59	BCDE
R	43.6	CDEF
L54	43.52	DEF
L35	42.73	EF
L34	42.53	EF
L33	42.29	F
L31	42.02	F
L30	41.88	F

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

3.1.6 Rendimiento. De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 4) se presentaron diferencias altamente significativas entre los diferentes genotipos de frijol voluble en asocio con maíz morocho blanco mediano, en las cinco localidades evaluadas.

Según el análisis combinado de variancia (tabla 4), se encontraron diferencias altamente significativas entre ambiente y materiales de frijol por separado, pero no para su interacción; indicando que los diferentes materiales de frijol, expresan un buen potencial de rendimiento en ambientes favorables y que sus rendimientos decrecen en ambientes desfavorables, sin que determinada línea muestre un comportamiento distinto al de otros genotipos de ciertos ambientes, los cuales permiten suponer la existencia de características genotípicas también diferentes.

De acuerdo con la prueba de comparación de promedios de rendimiento para la líneas de frijol voluble (tabla 5) se presentaron rendimientos que oscilaron entre 993 y 1867 kg/ha para las diferentes línea evaluadas. Así mismo en estas tabla se aprecia que las líneas 10, 87 y PPR45 presentan los mayores rendimientos los cuales varían entre 1867 y 1807 kg/ha. Las líneas 72, 35, 60, 2, 30 y 14 hacen parte de un segundo grupo de rendimiento comprendido entre 1547 y 1460 kg/ha. De la misma forma los menores rendimientos obtenidos los presentaron las línea 31 y 70 con 1000 y 993 kg/ha respectivamente. Las demás líneas conformaron un grupo estadísticamente heterogéneo con rendimientos que oscilaron entre 1433 y 1060 kg/ha. Las líneas 10, 87 y PPR45 se diferencian ampliamente de las líneas 31 y 70.

De acuerdo con lo anterior, se destaca como dato de interés agronómico, que el potencial productivo de las líneas L10, L72, L87 y PPR45 superan al testigo ICA Rumichaca, adaptado a las condiciones de las zonas de estudio; posiblemente se deba un mejor comportamiento en suelo de mediana a baja fertilidad, gracias al trabajo de mejoramiento realizado por la Universidad de Nariño (FACIA), a cargo del Dr. Benjamín Sañudo.

Por sus características promisorias, dichas líneas están próximas ha ser lanzadas como variedad para zonas frías de Nariño.

Así mismo, el análisis de varianza (tabla 4), mostró diferencias altamente significativas entre localidades, indicando que en cada una de ellas, los genotipos se expresaron de distinta manera, lo que permite suponer que el ambiente influye en el rendimiento.

Al comparar los promedios de rendimientos obtenidos por los cinco ambientes (cuadro 10), en términos generales se observa que los mejores promedios de producción se obtuvieron en la localidad de Pasto con 1431 kg/ha, superando

significativamente a las demás localidades, donde los rendimientos promedios oscilaron entre 1342 y 1323 kg/ha; siendo la localidad de Córdoba donde los materiales de frijol expresan sus más bajos promedios de rendimiento; estos resultados confirman lo expuesto por Geps y López 1.985 donde sustentan que: “el potencial de rendimiento de un material de frijol esta limitado por condiciones de suelo, humedad y temperatura, competencia de malezas, ataque de plagas y enfermedades”¹⁰⁵, esta alta producción en Pasto debido posiblemente a los altos niveles de nutrientes que registran el suelo, además del buen estado de lluviosidad presentado en el ciclo del cultivo y a la menor ataque de enfermedades y plagas presentadas.

Tabla 4. Análisis de varianza combinado de 28 materiales de frijol evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño

FDV	GL	SC	CM
LOCALIDADES	4	0.65	0.16**
REPS / LOC	10	0.38	0.04
LÍNEAS	27	24.55	0.91**
LIN x LOC	108	2.36	0.02 NS
ERROR	270	9.62	0.04
TOTAL	419	37.56	

**Altamente significativo
NS No significativo

Cuadro 10. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento kg/ha de materiales de frijol evaluados en cinco zonas del departamento de Nariño

Localidad	Promedio	Tukey
Pasto	1.430	A
Ospina	1.341	B
Túquerres	1.341	B
Contadero	1.330	B
Córdoba	1.322	B

Comparador de Tukey al 5% = 0,425
Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

¹⁰⁵ GEPS y LÓPEZ 1985 P. 18

Tabla 5. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento (kg/ha) de 28 materiales de fríjol voluble evaluados en cinco ambientes del departamento de Nariño

Genotipo	Promedio	Tukey
L87	1.867	A
PPR45	1.840	A
L10	1.807	A
L72	1.700	AB
L35	1.547	BC
L60	1.520	BCD
L2	1.513	BCD
L30	1.480	BCD
L14	1.460	BCDE
L54	1.433	CDEF
L9	1.427	CDEFG
L64	1.367	CDEFGH
L74	1.353	CDEFGHI
L23	1.347	CDEFGHI
L4	1.333	CDEFGHI
L76	1.333	CDEFGHI
L68	1.287	CDEFGHIJ
L34	1.220	EFGHIJK
L67	1.173	FGHIJK
L75	1.167	HIJK
L71	1.160	HIJK
L78	1.147	HIJK
L1	1.100	IJK
L3	1.067	JK
IR	1.060	JK
L33	1.000	K
L31	0.993	K
L70		

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

3.2 RESULTADOS SOBRE EL MAÍZ

3.2.1 Número de mazorcas por planta (MPP). En cuanto a mazorcas por planta, el análisis de varianza (Anexo 5), indica que existen diferencias altamente significativas entre localidades, sin mostrar diferencias en su prolificidad cuando se asocia con los diferentes genotipos de fríjol, ni en la interacción genotipo por localidad, debido posiblemente porque todos los materiales de fríjol tienen el mismo hábito de crecimiento, generándose una misma competencia ínter específica al tener características fisiológicas y morfológicas parecidas.

La prueba de comparación de promedios (cuadro 11), en cuanto a MPP obtenidos en las diferentes localidades, permitió determinar que estuvo comprendido entre 1.79 y 1.82 mazorcas por planta; presentándose la localidad de Contadero como el ambiente más favorable para la expresión de esta variable con una prolificidad de 1.82 mazorcas, mostrando diferencias significativas con el resto de localidades, entre ellas la localidad de Túquerres (1.79) en donde se observó la menor prolificidad de maíz morocho blanco mediano. Lo anterior es explicable en la interacción, localidad por tratamiento, lo que permite deducir que sembrar un mismo material en diferentes localidades, se afecta el comportamiento de este.

Cuadro 11 Comparación de promedios de mazorcas por planta de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 genotipos de fríjol evaluados en zonas del departamento de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Contadero	1.82	A
Córdoba	1.81	B
Ospina	1.8	B
Pasto	1.8	B
Túquerres	1.79	C

Por otra parte, Lagos, Criollo y Checa, al evaluar el maíz MBM en Botana (Pasto, cuya altura y condiciones climáticas aparecen en la figura 1.), encontraron: “una prolificidad de 0.9 mazorcas por planta; llevándolos a concluir que esta variable es un carácter genético que es afectado por condiciones edafoclimáticas; atribuyendo esta baja prolificidad a las inapropiadas condiciones física de los suelos presentes en las zonas de estudio”¹⁰⁶.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenidos por Burbano y Daza quienes registraron: “una prolificidad de maíz MBM que osciló entre 1.77 y 1.80 mazorcas al asociarse con 12 líneas de fríjol voluble”¹⁰⁷; de igual manera, Duran y Gonzáles en: “Tangua bajo sistema de monocultivo, al evaluar ocho materiales de maíz morocho blanco encontraron que estos genotipos presentan promedios de mazorcas por planta que oscilan entre 1.66 y 1.99, destacándose el material MBM con una prolificidad de 1.89”¹⁰⁸. Según Burbano y

¹⁰⁶ LAGOS, CRIOLLO y CHECA. Op.cit., p. 19

¹⁰⁷ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 75

¹⁰⁸ DURAN, José y GONZÁLEZ, Fabio. Evaluación de componentes de rendimiento y respuesta a enfermedades de 16 materiales de maíz Morocho en el Mpio de Tangua - Nar. San Juan de Pasto, 1998, p.10. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Daza: “Alta prolificidad de este material de maíz, se debe a que los programas de mejoramiento genético de la Universidad de Nariño (FACIA) han dedicados grandes esfuerzos para mejorar esta característica que en uno de los componentes de rendimiento más importantes”¹⁰⁹.

3.2.2 Número de granos por mazorca (NGM). En la tabla 6, se consignaron los promedios de número de granos por mazorca de material maíz MBM asociado con 28 materiales de frijol voluble y evaluados en 5 ambientes diferentes, observándose que estuvo comprendido entre 248.13 y 269.57 granos. De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 5), se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto a NGM de maíz al asociarse con los diferentes genotipos de frijol, sin mostrar diferencias entre localidades ni entre la interacción localidad por tratamiento. Lo anterior indica que el maíz MBM tiene un amplio rango de adaptabilidad en cuanto a la expresión de esta variable, además, permite suponer la existencia de características genotípicas diferentes en los materiales de frijol que afectan el comportamiento de número de granos por mazorca del maíz MBM.

Al comparar los promedios de granos por mazorca mediante prueba de Tukey (tabla 6), se estableció que la línea L34 efectuó el mayor promedio de NGM (269.57) del maíz MBM mostrando diferencias significativas con las líneas de grano blanco tipo cargamanto quines provocaron un promedio que oscilo entre 248.27 y 248.74 granos respectivamente; de igual manera, presentó diferencias estadísticas con los genotipos L87, PPR45 y L78 generando un promedio de 248.27, 248.15 y 248.13 granos respectivamente.

Lo anterior se debe posiblemente a que la línea de frijol L34 se presenta como una de las menos competitivas; ventaja aprovechada por el maíz. Por el contrario, las líneas L87 y PPR45 presentaron unos de los promedios más altos en la mayoría de las variedades evaluadas y por ende los mejores rendimientos que los presenta como genotipos competitivos afectando en mayor grado el número de granos por mazorca del maíz.

¹⁰⁹ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 75

Tabla 6. Comparación de promedios para granos por mazorca de maíz Morocho Blanco Mediano asociado con 28 materiales de fríjol voluble evaluados en zonas del departamento de Nariño.

Líneas	media	Significancia
L34	269.57	A
R	250.52	AB
L30	250.5	AB
L31	250.42	AB
L33	250.34	AB
L68	249.81	AB
L23	248.78	AB
L74	249.75	AB
L72	249.62	AB
L71	249.44	AB
L67	249.35	AB
L14	249.32	AB
L70	249.25	AB
L64	249.18	AB
L76	249.14	AB
L75	249.11	AB
L1	248.97	AB
L54	248.93	AB
L9	248.74	B
L3	248.7	B
L2	248.68	B
L60	248.67	B
L4	248.67	B
L35	248.58	B
L10	248.43	B
L87	248.27	B
PPR45	248.15	B
L78	248.13	B

Comparador de Tukey al 5% = 0,425
 Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

Los resultados del presente estudio son similares a los obtenidos por Alfaro y Hernández y Cifuentes y Muñoz Quienes al evaluar “este material de maíz bajo sistema de monocultivo en Mapachico y en Tangua respectivamente (cuyas

alturas y condiciones climáticas aparecen en la figura 2) registran promedios de granos por mazorca que oscilan entre 250.31 a 263.20 granos. Según ello, esta variable no es afectado por el sistema de cultivo”¹¹⁰, confirmando lo expuesto por Angulo quien establece, que: “cuando se asocian materiales de maíz con frijoles volubles precoces, con hábito de crecimiento lba y poca agresiva; estos generan una menor competencia provocando una mínima reducción en los componentes de rendimiento del maíz involucrado en el sistema”¹¹¹.

3.2.3 Peso de 100 granos (P100G). Según el análisis de varianza (Anexo 5), el material de maíz estudiado presentó diferencias estadísticas altamente significativas en cuanto a peso de 100 granos al evaluarse en las diferentes localidades, pero no cuando se asocio con las diferentes materiales de frijol ni para su interacción. La prueba de Tukey (cuadro 12), permitió determinar que en general el promedio de peso de 100 granos estuvo comprendido entre 47.32 y 48.89 gramos; donde, la localidad de Contadero seguida por la de Pasto se presentaron como los ambientes más propicios para la expresión de esta variable con un promedio general de 48.89 y 48.71 gramos respectivamente, con diferencias significativas con el resto de las localidades donde se registraron promedios de P100G que oscilaron entre 47.32 y 47.57 gramos.

Cuadro 12 Comparación de promedios para peso de 100 granos de maíz Morocho Blanco Mediano asociado con 28 materiales de fríjol voluble en cinco localidades del departamento de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Contadero	48.89	A
Pasto	48.71	A
Ospina	47.57	B
Córdoba	47.4	B
Túquerres	47.32	B

Rubio y Tobar¹¹² Teniendo en cuenta lo anterior, el peso de granos es un carácter genético que es afectado por factores como bajas temperaturas, fertilidad de suelos, reduciendo la actividad fotosintética y provocando un inadecuado abastecimiento de nutrientes. Además, se confirma lo expuesto por Fuentes y Muñoz quienes “al encontrar un promedio de peso de 100 granos en MBM que

¹¹⁰ ALFARO, Eduardo y HERNÁNDEZ, Mauricio. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (Zea mays L.) tipo Morocho en el corregimiento de Mapachico municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2002, p. 42 Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

¹¹¹ ANGULO, Op.cit., p. 40

¹¹² RUBIO y TOVAR, Op.cit., p. 57

oscilo entre 40.0 y 42.27 granos¹¹³; promedio que supera a lo registrados por Alfaro y Hernández y a los obtenidos por Lagos, Criollo y Checa; concluye que: “La variable P100G de maíz es un componente de rendimiento afectado por factores edafoclimaticos. Igualmente, es importante tener en cuenta que los registros encontrados por los autores antes mencionados se efectuaron bajo sistema de monocultivo; según ello, esta variable no se ve afectada por el sistema de asociación con frijól voluble¹¹⁴; situación que ratifica lo expuesto por Angulo quien deduce que: “El P100G del maíz no se ve afectado cuando se asocia con frijoles poco agresivos, además si se utilizan densidades de siembra técnicamente adecuadas”¹¹⁵

3.2.4 Porcentaje de volcamiento. En cuanto el porcentaje de volcamiento del maíz morocho blanco mediano asociado con frijól voluble, el ANDEVA (Anexo 5), indica que no existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados, ni entre localidades, tampoco en la interacción genotipo por tratamiento.

Lo anterior demuestra que los diferentes genotipos de frijól, ejercieron un efecto similar en cuanto al volcamiento del maíz morocho blanco mediano, lo que permite suponer la existencia de características genéticas parecidas; como agresividad y distribución de vainas en toda la planta.

A pesar de no existir diferencias estadísticas, el Anexo 6, nos indica que el promedio general del porcentaje de volcamiento del MBM es relativamente bajo, que osciló entre 2.5 y 3.1, comparados con los resultados obtenidos por Burbano y Daza (2003, 103), donde registraron un porcentaje de volcamiento comprendido entre 6 y 9, para este material de maíz asociado con frijoles volubles; que además los consideran bajos, teniendo en cuenta la presencia de viento fuertes que se les presentó en las últimas etapas del cultivo, debido posiblemente al porte medio y al grosor de la caña del maíz, evitando un mayor número de plantas volcadas¹¹⁶

Al respecto, Angulo establece que, “El volcamiento de maíz se reduce con el sistema de asocio, debido al anclaje físico de las raíces y tallos de frijól sobre el maíz, factor importante para la producción en ladera”¹¹⁷

¹¹³ FUENTES, Carlos y MUÑOZ, Orlando. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays* L.) tipo Morocho en dos zonas del municipio de Tangua departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2003, p 58. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

¹¹⁴ ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 42

¹¹⁵ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 74

¹¹⁶ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 103

¹¹⁷ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 18

3.2.5 Rendimiento. Como se puede apreciar en el cuadro 13, el rendimiento general de maíz asociado con los 28 materiales de frijol encontrados en las 5 localidades estuvo comprendido entre 2225 y 2383 kg/ha. Según análisis de varianza (Anexo 5) esta variable mostró diferencias altamente significativas al evaluarse en las diferentes localidades, pero no cuando se asoció los genotipos de frijol, ni para su interacción. Debido posiblemente a que los materiales de frijol tuvieron un hábito de crecimiento IVa lo que influyó en que ejerciera una competencia similar con el maíz, traduciéndose en una producción estable en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 13 Comparación de promedios para rendimiento (kg/ha) de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de frijol voluble evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño.

Localidad	Media	Significancia
Pasto	2.382	A
Contadero	2.378	A
Córdoba	2.280	B
Ospina	2.268	B
Túquerres	2.225	C

Al comparar los promedios de rendimientos mediante prueba de Tukey (cuadro 13), obtenidos en los 5 ambientes, en términos generales se observa que la localidad de Pasto seguida de Contadero fueron las que permitieron los mejores rendimientos (2383 y 2378 kg/ha), mostrando diferencias estadísticas significativas con el resto de localidades donde se registraron promedios de rendimiento que oscilaron entre 2225 y 2280 kg/ha, debido posiblemente por encontrarse en alturas representativas para el establecimiento de este material de maíz.

Similares resultados reportan Duran y Gonzáles citado por Burbano y Daza: “Al encontrar en ocho materiales de maíz morocho blanco un rango de rendimiento que osciló entre 1520 y 2310 kg/ha en monocultivo: siendo el material de maíz MBM con 2310 kg/ha el que presenta mayor rendimiento¹¹⁸; de igual manera, coinciden con los resultados obtenidos por Alfaro y Hernández¹¹⁹, en el corregimiento de Mapachico quienes al evaluar este material en sistema de monocultivo obtuvieron un promedio de 2269.53 kg/ha y por Sañudo et al quienes

¹¹⁸ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 84

¹¹⁹ ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 52

reportan “Un promedio general de 2092.42 kg/ha para el material MBM al evaluarlo en ambientes diferentes”¹²⁰

Por el contrario Lagos, Criollo y Checa en Botana (Catambuco) encontraron: “Un rendimiento de 1043.56 kg/ha con el material de maíz MBM bajo el sistema de monocultivo”¹²¹, Burbano y Daza (2003, 74), “registraron un promedio que estuvo comprendido entre 2759.1 y 2968.3 kg/ha al asociarlo con 13 materiales de fríjol”¹²². Lo anterior indica que los rendimientos de maíz no se ven afectados por el sistema de cultivo, cuando se asocia con fríjol poco vigoroso, con un hábito de crecimiento IVa y un periodo vegetativo intermedio; situación encontrada en 15 ensayos realizados por el CIAT (1985) “al asociar fríjol con maíz donde este ultimo no presento reducciones en sus rendimientos”¹²³.

3.3 EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE FRÍJOL ASOCIADO CON MAÍZ MOROCHO AMARILLO 3 (MA3)

3.3.1 Ciclo de vida. En el Anexo 1, se registran los datos de los genotipos de fríjol voluble en asocio con maíz MA3 en cuanto al periodo en días requerido siembra a floración y a madurez de cosecha, evaluados en cinco localidades.

En términos generales los genotipos de fríjol cumplieron su ciclo de vida comprendido entre 160 y 250 días; presentándose que en la localidad de Córdoba todos los materiales de fríjol fueron más precoces, cumpliendo su ciclo en promedios que oscilaron entre 55 y 70 días a floración y 160 y 200 días a madurez de cosecha, seguidos de las localidades de Ospina y Pasto en promedios de días que estuvieron comprendidos entre 65 y 80 días a floración y a 170 a 210 días a madurez de cosecha. La localidad que efectuó un periodo más largos en los ciclos de vida de los genotipos se encuentra Túquerres donde se determinó que el margen de tiempo para que los materiales de fríjol alcancen su floración y su madurez de cosecha estuvo comprendido entre 80 y 110 días y 210 a 250 días respectivamente.

Así mismo, se estableció que el periodo vegetativo de los diferentes genotipos de fríjol voluble no fueron similares teniendo en cuenta que se presenta una

¹²⁰ SAÑUDO, et al. Introducción al manejo técnico de cultivos hortícola en al zona cerealista de Nariño. San Juan de Pasto : UNIGRAF, 2002. p. 209

¹²¹ LAGOS, CRIOLLO y CHECA, Op.cit., p. 18

¹²² BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 74

¹²³ CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de fríjol. Aart van Schoonhoven y Marcial A Pastor. (comps). Cali, Colombia : CIAT, 1989 p. 35

diferencia en su ciclo de vida de 40 días; donde los materiales L70, L71, L72, L74, L75, L76, L78, PPR45 Y L14 fueron más precoces con promedios que oscilaron entre 55 y 80 días a floración y 160 a 210 días a madurez de cosecha, en comparación con las líneas L68, L67, L64, L30 y el testigo ICA Rumichaca quienes resultaron tardíos a la floración, con un promedio que oscilo entre 70 y 110 días y entre 200 a 250 días a madures de cosecha.

Al comparar estos resultados con los del primer ensayo (MBM), no se observa diferencias en el ciclo de vida de los materiales de frijol voluble al asociarse con las dos variedades de maíz tipo morocho, debido posiblemente a las características similares de los maíces en cuanto a precocidad, altura de la plantan y prolificidad. Por otra parte, las diferencias entre localidades podrían explicarse por los efectos de las características físicas del suelo y condiciones de fertilidad sobre las etapas de desarrollo, confirmando lo expuesto por Geps y López quienes manifiestan que:

Los factores más importantes que afectan la madurez de las etapas de desarrollo de frijol incluyen el genotipo (cuyas características, hábito de crecimiento y precocidad puedan variar) y el clima. Así mismo existen otros factores tales como la fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros, que causan variación en la duración de las etapas¹²⁴.

3.3.2 Número de vainas por planta (VPP). El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para variable de número de vainas por planta entre materiales de frijol, entre las localidades y la interacción genotipo por localidad, como se aprecia en el Anexo 7.

Lo anterior indica que los diferentes genotipos de frijol, tienen un comportamiento bueno en ambientes favorables y que sus rendimientos decrecen en ambientes desfavorables; a sí mismo, permite suponer la existencia de características genotípicas también diferentes.

Al comparar los promedios de vainas por planta mediante prueba de Tukey (Cuadro 14), obtenidos en los cinco ambientes, en términos generales se observa que la localidad de Pasto fue la que permitió el mejor promedio de VPP (32, 09), mostrando diferencias significativas con el resto de localidades.

Contrario a lo anterior, los menores promedios de vainas por planta (24.34 a 25.33) sin diferencias estadísticas entre ellos, ocurrieron en la localidad de

¹²⁴ GEPS, Paul y LÓPEZ, Fernando. Etapas de desarrollo en planta de frijol. En Frijol, Investigación y producción. Cali : CIAT, 1985. p. 65-78

Contadero, Ospina y Córdoba, debido posiblemente a una inestabilidad total en cuanto frecuencia e inestabilidad de precipitación presentada en la época de estudio, lo cual podría afectar a la formación de vainas.

Cuadro 14 Comparación de promedios para vainas por planta de materiales de fríjol asociado con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en cinco municipios de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Pasto	32.09	A
Túquerres	26.10	B
Córdoba	25.33	BC
Ospina	24.84	BC
Contadero	24.34	C

En la tabla 7, se comparan los promedios generales de vainas por planta obtenidos para los 28 materiales de fríjol evaluados, determinándose que la líneas L10, L87, L74 Y PPR45, con 42.93, 40.2, 39.53, 39.20 vainas, sin diferencias entre ellos, mostraron diferencias significativas. Respecto al material L23, quien presentó un promedio de 28.8 vainas; siendo estadísticamente diferente con el resto de material que registraron promedios que oscilaron entre 14.6 y 20.53 vainas por planta, entre ellos el testigo ICA Rumichaca quien presentó el menor promedio.

De igual manera, el Anexo 8, indica el promedio de VPP de los diferentes materiales de fríjol en cada uno de los cinco municipios, donde la localidad de Pasto registró promedios de VPP que oscilaron entre 14.3 y 53.6 vainas, presentado el mayor número de vainas los materiales L10, L87, L72, L74, L14 y L30 quienes oscilaron entre 44 y 53.6 vainas, sin diferencias entre ellos pero si con los genotipos L23, L1, L75, L71, L64, L76, L34, L67 y L33, quienes muestran un promedio entre 23.6 y 33.6 vainas, que además que difieren con el resto de los materiales que presentan promedios inferiores a estos.

Igualmente, en la zona de Contadero las líneas L10 y L78 con 40 y 38 vainas por planta fueron las que presentaron los mejores promedios sin presentar diferencias significativas con los genotipos PPR45, L74, L72, L54, L60, L9, L30, L4 y L2 quienes mostraron promedios que oscilaron entre 29.66 y 35 vainas, pero si con los genotipos L35, L76, L64, L71, L31, L70, L67, L68 y el testigo ICA Rumichaca quienes registran los menores promedios, comprendidos entre 13.33 y 18.66 vainas.

A sí mismo, en la localidad de Túquerres los mejores promedios de vainas lo presentan las líneas L10, PPR45 y L87 con promedios de 41, 38.33 y 37 vainas

sin presentar diferencias significativas entre ellos y difiriendo estadísticamente con L78, L31, L75, L67, L35, L34, L71, L64 y el testigo ICA Rumichaca quienes registraron promedios entre 13.8 y 20.4 vainas.

En Ospina, los mayores promedios los presentan los genotipos L74, L10, PPR45, L60 y L87 con 42, 40.6, 40.6, 37.3 y 36 vainas por planta, sin diferencias significativas con L54, L72, L4, L30, L9, L2 y L14 quienes registraron promedios que oscilan entre 33.3 y 35.3 vainas, quienes difieren significativamente con el resto de los materiales.

Finalmente, la localidad de Córdoba muestra al material L74 con 43.3 vainas por planta con el mayor promedio, sin diferencias significativas con los genotipos L87, L60, PPR45, L10, L54, L72, L14, L30, L2 y L4 quienes registraron promedios que oscilan entre 30.6 y 41.3 vainas, pero difiriendo significativamente con las líneas L70, L34, ICA Rumichaca, L64, L76, L71, L75 quienes presentan los menores promedios comprendidos entre 12.6 y 16 vainas por planta.

El número de vainas por planta de frijol obtenidos en los dos ensayos (MBM y MA3), registró un comportamiento similar, sin presentar diferencias contrastantes. Resultados similares encontraron Burbano y Daza:

Al evaluar 13 genotipos de frijol voluble en asocio con maíz MBM Y MA3, donde concluyen que esto materiales de maíz pueden producir una misma competencia ínter específica por nutrientes, humedad y luz al tener característica fisiológicas y morfológicas parecidas; sin determinar la capacidad de adaptación de los materiales de frijol a este sistema¹²⁵.

Estos resultados, obtenidos en los dos ensayos, son bajos con lo reportado en el año 2001 por Coral y Cruz, Zambrano y Montenegro, Benavides y Tacan y Tobar y Rubio, quienes registran promedios entre 40 y 70 vainas por planta; bajo sistema de monocultivo, confirmando lo expuesto por Ajquejay, al concluir que: “El número de vainas por planta es el único componente de rendimiento que es afectado por el sistema de cultivo”¹²⁶.

¹²⁵ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 95

¹²⁶ AJQUEJAY, Op.cit., p. 35

Tabla 7. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño

Líneas	media	Significancia
L10	42.93	A
L87	40.2	AB
L74	39.53	ABC
PPR45	39.2	ABC
L72	37.13	BCD
L60	36.66	BCD
L54	36.2	BCD
L2	34.66	BCD
L30	34.53	CD
L9	34.4	CDE
L14	34.2	CDE
L4	32.33	DE
L23	28.8	E
L75	20.53	F
L1	20.26	F
L67	19.6	FG
L64	19.2	FG
L34	19.06	FG
L3	18.8	FG
L71	18.66	FG
L70	18.13	FG
L78	18.06	FG
L76	17.93	FG
L33	17.53	FG
L31	17	FG
L68	16.53	FG
L35	16.53	FG
R	14.6	G

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

3.3.3 Número de granos por vaina (GPV). El número de granos por vaina presentó diferencias altamente significativas entre materiales de frijol, pero no entre localidades, ni para su interacción. Lo anterior indica que ninguna línea de frijol muestra un comportamiento distinto al de los otros materiales de ciertos ambientes; según ello, permite suponer la existencia de características genóticas diferentes entre los materiales de frijol.

La prueba de comparación de medias en términos generales (Tabla 8), mostró que las líneas L9, L3 y L2 con 6.52, 6.49 y 6.48 granos presentan los mayores

promedios de granos por vaina, sin diferencias significativas con los materiales L1 (6.46), L4 (6.46) Y PPR45 (6.27), contrario a lo anterior, estos genotipos difieren estadísticamente con el resto de materiales que registran promedios que oscilan entre 4.30 y 5.57 granos por vaina.

Diferentes resultados obtuvieron Burbano y Daza: “Al evaluar genotipos de fríjol bajo sistema de asocio, para quienes el número de granos por vaina oscilaron ente 3.33 y 5.7 granos”¹²⁷.

Por el contrario, los resultados del presente estudio son similares a los registrados por Coral y Cruz, Zambrano y Montenegro, Benavides y Tacan en el año 2001, quienes al evaluar materiales de fríjol bajo sistema de monocultivo encontraron promedios de granos por vaina comprendidos entre 4.34 y 6.45 granos, registros que no confirman lo expuesto por Angulo, quien concluye que: “La asociación de fríjol con maíz disminuyó significativamente el número de semillas por vaina en un 25% respecto al monocultivo”¹²⁸.

3.3.4 Peso de 100 granos (P100G). En la tabla 9, se consignan los promedios generales de peso de 100 granos de los 28 materiales de fríjol voluble en asocio con maíz MA3, observándose según análisis de varianza (Anexo 7) diferencias altamente significativas entre genotipos por separado, pero no entre localidades ni para su interacción; lo que indica que el peso de las semillas de fríjol es un carácter genético de cada material que no se ve afectado por factores ambientales, siempre y cuando se evalúen materiales en zonas representativas.

La prueba de comparación de medias (tabla 9) permitió determinar que la línea L2, produjo el mayor peso de 100 granos, seguida por los materiales L4, L9, L3 Y L1 con 55.55, 55.52, 55.54 y 55,40 gramos, mostrando diferencias significativas con el resto de genotipos cuyos promedios de peso oscilan entre 41.75 y 53.40 gramos.

Resultados similares fueron obtenidos por Rubio y Tovar, quienes reportan: “Un peso de 41.8 y 53.7 gramos para las líneas de grano coloreado y para los genotipos de grano blanco mediano L60, L30 y L64 pesos de 100 granos que oscilaron entre 43.20 y 46.16 gramos, que por tener como característica genética semillas pequeñas, registran un menor peso de grano”¹²⁹.

¹²⁷ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 96

¹²⁸ ANGULO, Nestor, Op.cit., p. 43

¹²⁹ RUBIO y TOVAR, Op.cit., p. 56

Tabla 8. Comparación de promedios para granos por vaina de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño

Líneas	media	Significancia
L9	6.52	A
L3	6.49	A
L2	6.48	A
L1	6.46	A
L4	6.46	A
PPR45	6.27	A
L14	5.57	B
L87	5.56	BC
L71	5.45	BCD
L74	5.36	BCD
L70	5.36	BCD
L78	5.35	BCD
L23	5.34	BCD
L76	5.34	BCD
L32	5.32	BCD
L35	5.26	CD
L68	5.26	D
L67	5.22	D
R	5.22	D
L10	5.21	D
L34	4.46	E
L33	4.44	E
L64	4.39	E
L31	4.36	E
L54	4.36	E
L35	4.36	E
L30	4.36	E
L60	4.30	E

Comparador de Tukey al 5% = 0,425
 Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

Cabe mencionar, que los resultados obtenidos por los autores antes mencionados se obtuvieron bajo sistema de monocultivo, lo que indica que estos materiales de frijol se adaptan muy bien al sistema de asocio con maíz, sin que la variable peso de grano disminuya significativamente con respecto al monocultivo. Resultados similares fueron obtenidos por Angulo: “en materiales de frijol voluble asociado con maíces precoces, y poco agresivos”¹³⁰.

3.3.5 Porcentaje de vaneamiento (V). En cuanto al porcentaje de vaneamiento, de los 28 materiales de frijol asociado con maíz morocho amarillo 3, se observa igualmente, una situación similar al de registrado en el primer ensayo, donde el análisis de varianza (Anexo 7) permite demostrar que no se presentaron diferencias significativas entre localidades, ni entre materiales de frijol por separado. A si mismo, no se presentó diferencia alguna entre la interacción genotipo por localidad.

Lo anterior indica que los diferentes materiales de frijol, tienen un comportamiento similar en cuanto al porcentaje de vaneamiento en diferentes ambientes, sin que determinada línea de frijol exprese un comportamiento distinto al de los otros materiales de ciertos ambientes, lo cual permitirá suponer la existencia de características genotípicas también similares.

3.3.6 Rendimiento. Se observa una situación similar al primer ensayo, donde el análisis de varianza (Anexo 9), muestra diferencias altamente significativas entre los promedios de rendimientos de los genotipos de frijol evaluados en cada una de las zonas de estudio.

De acuerdo con el análisis de variancia combinado (Tabla 10) se encontraron diferencias significativas entre ambientes y genotipos de frijol, pero no para la interacción genotipo por ambiente; situación que permite suponer que el ambiente es un factor determinante en el rendimiento, además, se ratifica, que los materiales de frijol en estudio presentan potenciales de rendimiento diferentes; debido posiblemente a sus características genéticas también diferentes.

¹³⁰ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 56

Tabla 9. Comparación de promedios para peso de 100 granos de 28 materiales de frijol asociados con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas del departamento de Nariño

Líneas	media	Significancia
L2	55.67	A
L4	55.55	A
L9	55.52	A
L3	55.44	A
L1	55.4	A
PPR45	53.4	B
L14	46.84	C
L71	46.72	C
L76	46.62	C
L75	46.61	C
L60	46.59	C
L70	46.57	C
L78	46.54	C
L87	46.52	C
L10	46.49	C
L72	46.48	C
L67	46.48	C
L68	46.41	C
L74	46.26	C
L23	46.23	C
L54	46.16	C
L64	46.13	C
R	43.16	D
L30	42.3	D
L31	41.88	D
L35	41.85	D
L33	41.58	D
L34	41.57	D

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

En la prueba e comparación de promedios para rendimiento para frijol voluble (tabla 11) se aprecia que el rendimiento oscilo entre 1900 y 1067 kg/ha siendo las líneas 87, PPR 45 y 10 las de mayor rendimiento y las líneas de 31 y 70 de menor rendimiento. Las líneas 72, 2 y 35 presentaron rendimientos entre 1747 y 1600 kg/ha; estas líneas conforman un segundo grupo de rendimiento e igual que las anteriores difieren ampliamente de las líneas 31 y 70. Así mismo los demás

materiales evaluados conformaron un grueso número de rendimientos que varía entre 1553 y 1093 kg/ha.

Tabla 10. Análisis de varianza combinado para rendimiento de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas de Nariño

FDV	GL	SC	CM
LOCALIDADES	4	3.02	0.76 **
REPS / LOC	10	0.22	0.02 NS
LÍNEAS	27	21.62	0.80 **
LIN x LOC	108	6.34	0.06 NS
ERROR	270	10.05	0.04
TOTAL	419	41.25	

** = Diferencias altamente significativas

NS = No significativa

Similares resultados encontraron Burbano y Daza: “Para quines los materiales L87 y PPR45 con promedios de rendimientos que oscilaron entre 1630, 1920, 1620 y 1910 kg/ha, fueron los que presentaron los mejores rendimientos superando a los demás genotipos en estudio¹³¹; igualmente, trabajos realizados en el año 2001, por Benavides y Tacan, Coral y Cruz, Rubio y Tovar y Zambrano y Montenegro; bajo sistema de monocultivo, registraron promedios de rendimiento para estos materiales que oscilaron entre 1600 y 1910 kg/ha.

Lo anterior indica el alto potencial de rendimiento de estos materiales de frijol tanto en monocultivo como en asocio, sin que este último afecte significativamente su rendimiento; debido posiblemente a las características morfo-fisiológicas del maíz MA3 que hace que las producciones de la especie involucrada no altere su potencial productivo.

Al comparar los resultados obtenidos en los ensayos tanto en maíz MBM y MA3, se observa un leve incremento en los rendimientos de frijol al asociarse con este último material de maíz, debido posiblemente a la menor altura; característica genética que lo hace menos competitivo con respecto al frijol; además, es ventaja aprovechada por el frijol para la interceptación de luz; siendo este un factor influyente en el rendimiento del cultivo.

¹³¹ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 112

Tabla 11. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento (kg/ha) de 28 materiales de frijol voluble asociado con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en zonas de Nariño

Materiales	Rto (kg/ha)	Tukey
L87	1900	A
PPR45	1893	A
L10	1860	AB
L72	1747	ABC
L2	1600	BCD
L35	1600	BCD
L60	1553	CDE
L14	1547	CDE
L30	1533	CDEF
L9	1473	DEFG
L54	1460	DEFGH
L4	1420	DEFGHI
L64	1400	DEFGHI
L23	1400	DEFGHI
L74	1393	DEFGHI
L76	1373	DEFGHIJ
L68	1313	EFGHIJK
L67	1273	FGHIJKL
L34	1240	GHIJKL
L75	1220	GHIJKL
L78	1213	GHIJKL
L71	1207	HIJKL
L1	1193	IJKL
L33	1127	JKL
IR	1120	JKL
L3	1093	KL
L31	1067	KL
L70	1067	L

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

La prueba de Tukey (Cuadro 15), en términos generales se observa que los rendimientos estuvieron comprendidos entre 1376 y 1470 kg/ha, donde la localidades de Pasto y Contadero se presentaron como los ambientes más favorable para la expresión de esta variable, con un promedio general de 1470 kg/ha. El promedio más bajo en cuanto a rendimiento se registró en la localidad de Túquerres con un valor de 1.376 kg/ha.

Cuadro 15. Comparación de promedios de Tukey para rendimiento kg/ha de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en cinco municipios de Nariño

Localidad	Rendimiento (kg/ha)	Tukey
Pasto	1470	A
Contadero	1390	AB
Ospina	1387	B
Córdoba	1385	B
Túquerres	1376	B

3.4 RESULTADOS SOBRE EL MAÍZ MOROCHO AMARILLO 3

3.4.1 Número de mazorcas por planta (MPP). Se observa igualmente, una situación similar al del primer ensayo, donde el análisis de varianza (Anexo 10), indican diferencias altamente significativas entre localidades, sin mostrar diferencias en cuando a mazorcas por planta al asociarse con los materiales de frijol voluble, ni en la interacción genotipo por localidad.

Lo anterior permite deducir que sembrar un mismo material de maíz en diferentes localidades, se afecta el comportamiento de mazorcas por plantas de este. Por otra parte, los genotipos de frijol no efectuaron diferencias en la prolificidad del maíz, debido a que los programas de mejoramiento genético de la Universidad de Nariño (FACIA), han dedicado grandes esfuerzos para mejorar esta característica, que es uno de los componentes importantes de rendimiento.

A si mismo, han trabajado en la búsqueda de materiales de frijol voluble con características morfo-filológicas que los hacen confiables para sembrarlos en asocio con maíz, sin que afecte los rendimientos de las especies involucradas en el sistema.

Al comparar los promedios de mazorcas por plata obtenidos en los cinco ambientes (Cuadro 16), en términos generales se observa que la localidad de Pasto seguida por la localidad de Ospina se presentaron como los ambientes más favorables para la expresión de esta variable con un promedio de 1.62 y 1.60 mazorcas por plantas, mostrando diferencias significativas entre ellas y con el resto de las localidades; donde el maíz MA3 registra una prolificidad general de 1.58 mazorcas.

Cuadro 16. Comparación de promedios de mazorcas por planta del maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de frijol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Pasto	1.62	A
Ospina	1.60	B
Contadero	1.58	C
Túquerres	1.58	C
Córdoba	1.58	C

Estos resultados difieren con los obtenidos por Alfaro y Hernández, para quienes “El maíz morocho amarillo 3 presentó un promedio de 1.89 mazorcas por planta”¹³². Igualmente, Duran y Gonzáles y Cifuentes y Muñoz en Tangua, en sistema de monocultivo registraron una prolificidad que osciló entre 2.0 y 2.12 mazorcas.

Así mismo, Burbano y Daza: “Al evaluar este material de maíz en asocio con frijol voluble encontraron un promedio de mazorcas por plantas que osciló entre 1.68 y 1.72 mazorcas”¹³³. Por el contrario, Lagos, Criollo y Checa en Botana (Pasto) reportan “una prolificidad de 0.92 MPP para el maíz MA3; lo cual lo atribuyen a las condiciones de fertilidad de los suelos de Botana y especialmente a las condiciones físicas de estos, que empeoraron en condiciones de verano presentado en la época de estudio”¹³⁴.

De acuerdo a los resultados encontrados en los dos ensayos de maíz morocho amarillo 3 (MA3) y morocho blanco mediano (MBM), este último presentó una mayor prolificidad; característica intrínseca de este material, que además, presenta una mayor altura de plantas, que según Ángulo: “esta característica en el maíz sembrado en asocio con frijol, lo hace más competitivo por la eficiencia en la intercepción de luz por las hojas; importante para mejorar rendimientos”¹³⁵.

3.4.2 Número de granos por mazorca (NGM). En la Tabla 12, se indican los promedios generales de granos por mazorca del maíz morocho amarillo 3, en asocio con frijol voluble y evaluado en cinco localidades diferentes; observándose resultados similares con los obtenidos en el maíz morocho blanco mediano. De

¹³² ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 71

¹³³ BURBANO y DAZA, OP.cit., p. 100

¹³⁴ LAGOS, CRIOLLO y CHECA, Op.cit., p. 15

¹³⁵ ANGULO, Néstor, Op.cit., p. 12

acuerdo con el análisis de varianza, (Anexo 10), se encontraron diferencias altamente significativas en cuanto a granos por mazorca al asociarse con los genotipos de frijol, sin mostrar diferencias entre localidades ni la interacción localidad por tratamiento. Lo anterior permite suponer que existen materiales de frijol con características fenotípicas que afectan el número de granos por mazorca del maíz evaluado. Así mismo, se establece que esta variable en maíz MA3 se comporta bien en diferentes ambientes, sin que se presente reducciones significativas.

La prueba de Tukey (tabla 12), permitió determinar que la línea L34 generó el mayor promedio de NGM (260.41) del maíz MA3, difiriendo significativamente con los promedios evaluados por los materiales de frijol blanco tipo cargamanto L9, L3 y L2, quienes provocan promedios de 238.71, 238.68 y 238.67 granos respectivamente. A si mismo, la línea L3 presentan diferencias significativas en el resto de genotipos que generan promedios entre 237.80 y 237.91 granos por mazorca, entre ellos las líneas L87 (237.81) y PPR45 (237.80), quienes provocan los menores promedios de GPM del maíz, debido posiblemente a la alta cantidad de nutrientes extraídos por estos materiales quienes presentan los mayores rendimientos en kg/ha.

Similares resultados reportan, Alfaro y Hernández y Cifuentes y Muñoz, “quines bajo sistema de monocultivo encontraron promedios de granos por mazorca que oscilan entre 230 y 260.20 granos”¹³⁶, ratificando lo expuesto por Angulo quien concluye que: “Los granos de mazorcas no es afectado por el sistema de asociación cuando el material de maíz esta adaptado al sistema”¹³⁷

¹³⁶ ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 59

¹³⁷ Angulo, Néstor, Op.cit., p. 40

Tabla 12. Comparación de promedios de granos por mazorca del maíz Morocho Amarillo 3 asociado con materiales de frijoles volubles y evaluados en cinco municipios de Nariño

Líneas	Media	Significancia
L34	260.41	A
R	248.32	AB
L30	248.20	AB
L31	247.93	AB
L33	247.81	AB
L68	246.70	AB
L23	245.91	AB
L74	245.91	AB
L72	244.98	AB
L71	243.10	AB
L67	243.09	AB
L14	243.08	AB
L70	243.03	AB
L64	242.97	AB
L76	242.91	AB
L75	241.99	AB
L1	240.99	AB
L54	239.75	AB
L9	238.71	B
L3	238.68	B
L2	238.67	B
L60	237.91	B
L4	237.90	B
L35	237.88	B
L10	237.83	B
L87	237.81	B
PPR45	237.80	B
L78	237.80	B

Comparador de Tukey al 5% = 0,425
 Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes

3.4.3 Peso de 100 granos (P100G). El peso de 100 granos del maíz MA3 se anota en el cuadro 19, que en términos generales estuvo comprendido entre 44.62 y 46.02 gramos. Según análisis de varianza (Anexo 10), esta variable mostró diferencias estadísticas entre localidades, pero no se observa efecto significativo de los diferentes genotipos de frijol en cuanto P100G, ni en la interacción genotipo por localidad.

Cuadro 17 Comparación de promedios para peso de 100 granos de maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de frijol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Contadero	46.02	A
Ospina	45.94	AB
Pasto	45.33	BC
Túquerres	44.69	CD
Córdoba	44.62	D

Al comparar los promedios de peso de 100 granos obtenidos en los cinco ambientes (cuadro 17), en términos generales se observa que la localidad de Contadero se presentó como el ambiente más favorable para la expresión de esta variable, con un promedio general de 46.02 gramos, con diferencias significativas entre localidades de Pasto, Túquerres y Córdoba, donde se encontraron promedios de P100G que oscilaron entre 44.62 y 45.33 gramos. Lo anterior deduce que el maíz MA3 se comporta bien en cuanto a peso de grano en ambientes favorables y que su peso de grano disminuye en ambientes desfavorables.

Resultados similares encontraron Fuentes y Muñoz, donde: “Al evaluar este material de maíz en monocultivo encontraron peso de 100 granos que osciló entre 41.87 y 44.80 gramos”¹³⁸, contrarios a los resultados obtenidos por Alfaro y Hernández, para quienes: “El maíz MA3 presentó un P100G que osciló entre 32.01 y 35.0 gramos”¹³⁹; igualmente, Lagos, Criollo y Checa: “Al evaluar esta variable en condiciones inapropiadas de suelo, registran promedios de peso inferiores de 30 gramos”¹⁴⁰.

¹³⁸ FUENTES y MUÑOZ, Op.cit., p. 75

¹³⁹ ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 59

¹⁴⁰ LAGOS, CRIOLLO y CHECA, Op.cit., p. 17

Los registros obtenidos por los autores antes mencionados se encontraron en evaluaciones realizadas bajo sistema de monocultivo; lo que confirma lo expuesto por Mosquera y Ruiz (Matituy, cuyas alturas y condiciones climáticas aparecen en la figura 2) donde manifiesta que: “El peso de grano es un caracter genético que se expresa de igual manera tanto en monocultivo como en asociación y que probablemente las condiciones edafoclimáticas pueden afectar el tamaño de las semillas, afectando su peso”¹⁴¹.

3.4.4 Porcentaje de volcamiento. El análisis de varianza (Anexo 10), presenta una situación similar al primer ensayo, donde no se presentan diferencias significativas entre tratamientos y localidades, tampoco entre la interacción genotipo por localidad, indicando que los diferentes materiales de frijol, al presentar un mismo hábito de crecimiento (IVa) efectuaron un similar efecto en cuanto al número de plantas volcadas. Resultados similares fueron obtenidos por Burbano y Daza: “en el mismo material de maíz (MA3), en asocio con frijoles volubles, sembrado en la localidad de Mapachico (Pasto)”¹⁴².

Sin embargo, el Anexo 11, nos muestra un porcentaje de volcamiento general comprendido entre 2.3 y 2.9; considerándose bajo, teniendo en cuenta los porcentajes encontrado por Burbano y Daza: donde registran “Promedios que oscilan entre 4.6 y 6.7 % en el maíz MA3, y evaluando bajo el mismo sistema de cultivo”¹⁴³.

Al comparar los resultados de volcamiento obtenidos con los materiales de maíz morocho blanco mediano (2.5 y 3.1 %) y morocho amarillo 3 (2.3 y 2.9 %), se observa una mínima diferencia, debido posiblemente a que el maíz MBM tiene como característica genética una mayor altura, lo que está directamente relacionado con el número de plantas volcadas.

3.4.5 Rendimiento. Como se puede apreciar en el Anexo 10, al rendimiento de maíz morocho amarillo 3 asociado con materiales de frijol voluble, mostró diferencias significativas al evaluarlo en las diferentes localidades, pero no se presentó un efecto significativo de los materiales de frijol sobre el rendimiento; a si mismo, no se observa diferencias significativas en la interacción localidad por tratamiento, lo cual indica que el maíz compite muy bien en el sistema de asocio sin que sus rendimientos sean afectados. Esta situación se apreció en trabajos

¹⁴¹ MOSQUERA, Jairo y RUIZ, Marco. Evaluación de diez materiales de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.) en una zona de clima medio del departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 1986, p. 38 Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

¹⁴² BURBANO y DAZA, OP.cit., p. 110.

¹⁴³ Ibid., p. 110

realizados por Francis y Prager, quienes encontraron que: “Los rendimientos de maíz se ve afectado por la asociación con frijol, cuando se siembra con variedades de frijol voluble agresivas, vigorosa y tardíos”.

La prueba de Tukey (cuadro 18), permite demostrar que la localidad de Pasto seguida de Contadero fue donde el maíz MA3 expresó el mayor rendimiento con un promedio de 1870 y 1830 kg/ha, mostrando diferencias significativas entre ellos, y a su vez con el resto de localidades; donde los rendimientos promedios oscilan entre 1750 y 1790 kg/ha, lo que permite demostrar que este material de maíz tiende a lograr una mejor respuesta en ambientes con condiciones favorables aumentando su rendimiento.

Cuadro 18. Comparación de promedios para rendimiento de maíz Morocho Amarillo 3 en asocio con 28 materiales de frijol voluble evaluado en cinco municipios de Nariño

Localidad	Media	Significancia
Pasto	1.87	A
Contadero	1.83	B
Córdoba	1.79	C
Ospina	1.77	D
Túquerres	1.75	E

Es de destacar que los resultados obtenidos en el presente ensayo fueron superiores a los registrados por Lagos, Criollo y Checa, quienes encontraron: “Un promedio de rendimiento de 1408.90 kg/ha”¹⁴⁴, igualmente, superan a lo obtenido por Sañudo et al, donde: “El maíz MA3 mostró promedios generales de 1649 kg/ha al evaluarse en 14 ambientes diferentes, mostrando los mejores rendimientos en localidades más representativas para la siembra de este material”¹⁴⁵.

Por el contrario, los resultados del presente ensayo, son bajos comparados con los encontrados por Duran y Gonzáles, “Al presentar en ocho materiales de maíz morocho amarillo un rango de rendimiento que osciló entre 1010 y 2450 kg/ha, destacándose la línea MA3 con 2450 kg/ha con el mejor rendimiento”¹⁴⁶. Así

¹⁴⁴ LAGOS, CRIOLLO y CHECA, Op.cit., p. 9

¹⁴⁵ SAÑUDO, ARTEAGA. Introducción al manejo técnico de cultivos hortícola en al zona cerealista de Nariño. Op.cit., p. 9

¹⁴⁶ DURAN y GONZÁLES, Op.cit., p. 47

mismo, Alfaro y Hernández: “Registran promedios de rendimiento para el maíz MA3 de 1909.44 kg/ha”¹⁴⁷.

De acuerdo con lo anterior, se destaca como dato de interés agronómico, que el potencial productivo de la línea de maíz morocho amarillo 3 no es afectado por el sistema de asociación realizado con los materiales de frijol, debido a que los datos encontrados por los autores antes mencionados se obtuvieron bajo sistema de monocultivo, situación que se ratifica con los altos rendimientos obtenidos por Burbano y Daza¹⁴⁸ en esta línea de maíz asociado con frijol voluble, donde los promedios de rendimiento superan los 2485.90 kg/ha.

¹⁴⁷ ALFARO y HERNÁNDEZ, Op.cit., p. 17

¹⁴⁸ BURBANO y DAZA, Op.cit., p. 106

4. CONCLUSIONES

? En todas las localidades evaluadas los materiales de fríjol voluble L70, L71, L72, L74, L75, L76 y L78 de grano tipo Mortiño y las líneas L14 y PPR45 de grano rojo tienen un comportamiento precoz al asociarlo con los materiales de maíz tipo morocho, con días a madurez de cosecha comprendidos entre 160 y 210.

? Las líneas de fríjol L10, L72 L87 y PPR45, se mostraron como las mejores líneas al asociarlas con los dos tipos de maíz morocho por presentar rendimientos entre 1700 y 2170 kg/ha.

? Las otras líneas de fríjol evaluadas presentaron rendimientos que oscilaron entre 1600 y 993 kg/ha donde los menores promedios los registraron las líneas 31 y 70.

? El mayor rendimiento de maíz se obtuvo cuando estos se asociaron con la línea de fríjol L34, con valores de 1.830 kg/ha para MA3 y 2.383 kg/ha para MBM.

5. RECOMENDACIONES

- ✍ Realizar programas de transferencia de tecnología con las líneas de fríjol L10, L72, L87 y PPR45 en asociación con maíz Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo 3, en diferentes regiones frías del departamento de Nariño.

- ✍ Establecer trabajos de investigación conducentes al manejo integrado de los cultivos de fríjol y maíz evaluando la respuesta a la fertilización; así como la identificación de problemas fitosanitarios causados por plagas y enfermedades.

- ✍ Evaluar los materiales bajo diferentes materiales de población y su efecto en la presencia de problemas fitosanitarios y rendimiento

BIBLIOGRAFÍA

AJQUEJAY, A. S. Efecto de la densidad y la fertilización en seis genotipos diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sur oriente de Guatemala. Guatemala, 1980, 72 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de San Carlos.

ALFARO, E y HERNÁNDEZ, M. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays* L.) tipo Morocho en el corregimiento de Mapachico municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2002, 92 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ANGULO, N. Comportamiento agronómico de selecciones avanzadas de frijol voluble con maíces de diferentes periodos vegetativos en asociación y monocultivo. Bogota, 1986, 84 p. Tesis de grado (Mg Sc). Universidad nacional de Colombia.

ANGULO, N y OBANDO, L. El cultivo del frijol en los agroecosistemas de ladera. En: Curso internacional sobre el cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Río Negro Antioquia, Colombia: CORPOICA, 1992. 64 p

ARCILA, B y LÓPEZ, C. Estudio de referencia de variedades de frijol y aceptabilidad de líneas promisorias con productores, comerciantes y consumidores de Nariño. Nariño: CORPOICA, 1999. 38 p.

BENAVIDES, J y TACAN, F. Evaluación de 14 materiales de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a (*Fusarium oxysporum* f.sp. phaseoli), y de cuatro variedades comerciales en el municipio de Córdoba departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2001, 100 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

BURBANO, J y DAZA D. Evaluación del comportamiento agronómico de trece líneas mejoradas de frijol voluble (*phaseolus vulgaris* l.) en asocio con dos variedades de maíz (*zea mays*) en una zona del altiplano de pasto. San Juan de Pasto, 2003, 97 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CARDONA, A y POLANIA, F. Manejo Agronómico del cultivo de maíz en los oxisoles de la altillanura colombiana: En: Revista de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Bogotá: EL CEREALISTA No. 65. (2003); p. 28 – 32.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO. Adiestramiento de maíz. Experimento fuera de la estación. Documento de trabajo. México: CIMMT, 1981. 36 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Etapa de desarrollo de la planta en frijol común. Cali : CIAT, 1981. 26 p.

_____. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A Pastor. (comps). Cali, Colombia : CIAT, 1989. 56p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Consolidado agropecuario, acuícola y pesquero. San Juan de Pasto: Gobernación de Nariño. Secretaria de Agricultura. URPA. Sección de Informática y Estadística, 2003 33 p.

CORAL, J y CRUZ, O. Evaluación participativa de materiales promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*), en el municipio de Gualmatán (N). San Juan de Pasto, 2001, 102 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CORPOICA – CRECED CAUCA. Estudio técnico y socio económico del sistema de producción de maíz en zonas de ladera al sur del departamento del Cauca – Colombia. Resumen. Documento interno, CORPOICA Regional 5 y CRECED CAUCA. Cauca: CORPOICA, 2003. 9 p.

CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL. Sistema de información de precios del sector agropecuario. En: SIPSA. Ministerio de Agricultura. Vol. 10, No. 11. 3 p.

CRIOLLO, H, LAGOS, T y RUIZ, H. Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2; (2000); p. 9 - 20.

DAVIS, J y GARCIA, S. Principios básicos de la asociación de cultivos: Frijol: Investigación y producción. Cali: CIAT, 1985.370 p.

DURAN, J y GONZÁLEZ, F. Evaluación de componentes de rendimiento y respuesta a enfermedades de 16 materiales de maíz Morocho en el Mpio de Tangua - Nar. San Juan de Pasto, 1998, 77 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

EBERHART, S. A. y RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. En: Crop Science. Vol. 6, No. 1. (1966); 125 p.

FERNÁNDEZ, F, GEPTS, P y SCHOONHOVEN, A. Etapas de desarrollo en la planta de fríjol. En: Fríjol: investigación y producción. Cali :CIAT, 1985. 78 p.

FUENTES, C y MUÑOZ, O. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays* L.) tipo Morocho en dos zonas del municipio de Tangua departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2003, 108 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

GEPS, P y LÓPEZ, F. Etapas de desarrollo en planta de fríjol. En Fríjol, Investigación y producción. Cali : CIAT, 1985. p. 65-78

JARAMILLO, M. El cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona cafetera; opciones tecnológicas. Chinchiná: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1991. 33 p.

LAGOS, T, CRIOLLO, H. y CHECA, O. Evaluación de 19 materiales de maíz de Clima Frío en una Zona del Altiplano de Pasto, Departamento de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2 (2000); 9-20 p.

LEÓN, L. Los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el suelo: Fundamentos para la interpretación de Análisis de suelos, plantas y aguas para riego. 3 ed. Bogotá, Colombia: S.C.C.S., 2000. p. 189.

LIGARRETO, G. Efecto del peso y contenido proteínico de las semillas sobre el crecimiento y rendimiento del fruto arbustivo. En: Revista ICA. No. 28 (1993);:33-38 p.

MALDONADO, G y MOYA, L. El cultivo de fríjol en la cuenca alta del río Guatiquía. Santa Fe de Bogotá : Produmedios, 2000. 35p.

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

OBANDO, L. El fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en los agroecosistemas de ladera de Nariño. En: Curso internacional sobre cultivo de fríjol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia: CORPOICA., 1992. 64 p

OBANDO, L. y ANGULO, N. El frijol *Phaseolus vulgaris* L. en los agroecosistemas de ladera de la Región Andina. Rionegro, Antioquia: ICA, CORPOICA y PROFIZA, 1992. 54 p.

OSPINA y ALDANA. Papel de los recursos genéticos de las leguminosas, casos frijol, los sistemas de producción: visión conceptual. En: Curso Internacional sobre el cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Rionegro, Antioquia: CORPOICA, 1992. p. 51-54

PANTOJA, C y GARCIA, B. Fertilización y manejo de suelos en el cultivo de maíz en el departamento de Nariño. En: boletín técnico, Pasto: CORPOICA. No. 231 (1995); 147 p.

INFOAGRO. Programa de investigación y transferencia de tecnología de frijol pitta-frijol. Guía del cultivo del frijol. [en línea]. Bogotá: INFOAGRO 1994 [citado, 3 de Feb., 205]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.infoagro.go.cr/>>.

RIOS, M y ROMÁN, C. Recomendaciones generales para el cultivo del frijol voluble o de enredadera en el oriente de Antioquia. ICA. En: Boletín No 79, Antioquia, Colombia (Nov., 987); 16 p.

RIOS, M y QUIROS, J. El Frijol. Su cultivo beneficio y variedades. Medellín: FENALCE, 2002. 193 p.

RIVERA, J. Sistemas de cultivo maíz – frijol; mejoramiento y practicas agronómicas. En: Curso internacional sobre cultivo de frijol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia: CIAT, 1992 p 65-84.

_____. Sistema de cultivo maíz – frijol: mejoramiento y prácticas agronómicas. Bogotá: Convenio FENALCE – FONDO NACIONAL DE LEGUMINOSAS FONADE – SENA – SAC, 2002. 22 p.

RUBIO, J y TOVAR, V. Evaluación de materiales promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*) en la región cerealera de Guaitarilla, departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2001, 111 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

SAÑUDO, B, CHECA, O y ARTEAGA, G. Manejo agronómico de las leguminosas en zonas cerealistas. Pasto: Produmedios, 1999. 98 p.

_____ Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2001. 214p.

SAÑUDO, BI. Evaluación por rendimiento de dos materiales mejorados de maíz Morocho en 14 ambientes de la zona cerealista de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. XVIII. No. 1. (2003); p.

SAÑUDO, B. Introducción al manejo técnico de cultivos hortícola en al zona cerealista de Nariño. San Juan de Pasto : UNIGRAF, 2002. 130 p.

TOBON, J. Cultivos asociados con fríjol en Colombia. En: Curso internacional sobre cultivo de fríjol en zona de ladera de la región andina. Río Negro, Antioquia, Colombia: CORPOICA, 1992, 94 p.

TORREGROZA, M., MARTINEZ, O., MURCIA, S. y GONZÁLES, L. Comportamiento de genotipos y densidades de siembra de maíz en asocio con fríjol en Simijaca. Simijaca: Agricultura Tropical, 1991. 75-85 p.

YEPES, B, ARCILA, B y PEÑA, A. Estrategia para la producción y manejo de semillas de fríjol voluble. En: Boletín Dيبulгатivo No. 11. San Juan de Pasto : CORPOICA. (1999); 42 p.

YEPES, B. Estrategia para la producción y manejo de semilla de fríjol voluble. En: Boletín Divulgativo No 11. San Juan de Pasto: CORPOICA, (1999); 24 p.

ZAMBRANO, J y MONTENEGRO, M. Evaluación de 15 materiales de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a *Fusarium oxysporum f.sp.* en el municipio de Imués departamento de Nariño. San Juan de Pasto, 2001, 101 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ANEXOS

Anexo 1. Periodo productivo de 28 materiales de fríjol voluble en asociación con maíz Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo 3

Materiales	Pasto		Contadero		Túquerres		Córdoba		Ospina	
	DF	DMC	DF	DMC	DF	DMC	DF	DMC	DF	DMC
L1	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L2	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L3	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L4	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L9	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L10	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L14	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L23	75	190	90	225	100	240	65	180	75	190
L30	80	210	95	240	110	250	70	200	80	210
L31	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L33	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L34	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L35	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L54	75	190	90	230	100	240	65	180	75	190
L60	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
L64	80	210	95	240	110	250	70	200	80	210
L67	80	210	95	240	110	250	70	200	80	210
L68	80	210	95	240	110	250	70	200	80	210
L70	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L71	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L72	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L74	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L75	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L76	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L78	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
L87	70	180	80	200	90	230	60	170	70	180
PPR45	65	170	70	190	80	210	55	160	65	170
IR	80	210	95	240	110	250	70	200	80	210

DF = Días a floración

DMC = Días a madurez de cosecha

Anexo 2. Análisis de varianza combinado para las variables de producción de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano evaluados en cinco localidades (cuadrados medios)

F de V	GL	NGV	NVP	P100G	%V	RTO
Localidad	4	0.04255 NS	1483.702 **	4.767 NS	66.68	0.16**
Genotipo	27	8.38495 **	745.809 **	298.529 **	42.01	0.91**
Gen(Loc)	108	0.3669533 NS	37.30608 **	2.339 NS	5.42	0.02 NS
Bloque	2	0.2035 NS	37.2595 NS	5.3274 NS	3.19	0.04 NS
Error	278	0.0485	12.2978	2.5435	1.25	0.04
Total	419					

Anexo 3. Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Blanco Mediano evaluados en cinco zonas del departamento de Nariño

PASTO			CÓRDOBA			OSPINA			TÚQUERRES			CONTADERO		
línea	media	Tukey	línea	media	Tukey	línea	media	Tukey	línea	media	Tukey	línea	media	Tukey
L10	51	A	L10	4103	A	PPR 45	33.6	A	L14	33.6	A	L2	35	A
L87	46.3	A	L87	34	AB	L10	33	A	L2	33.6	A	L87	32.3	AB
L74	44.3	ABC	L14	34	AB	L2	32	AB	L87	33.3	A	L72	28.6	ABC
L72	44	ABC	L72	34	AB	L4	31	ABC	L10	31.6	AB	PPR 45	27.3	ABCD
L14	42	ABC	L74	33	ABC	L14	30.6	ABC	PPR 45	30.3	AB	L23	26	ABCDE
PPR 45	42	ABC	L60	33	ABC	L87	30.3	ABC	L9	28.6	AB	L30	26	ABCDE
L30	41.3	ABC	PPR 45	32.3	ABC	L9	30.3	ABC	L23	28.3	AB	L14	24	BCDEF
L9	40.3	ABC	L9	32	ABCD	L30	29.6	ABC	L60	27	ABC	L4	23.6	BCDEFG
L4	39.6	BC	L30	32	ABCD	L72	29	ABCD	L30	26.6	ABCD	L60	23.3	BCDEFG
L60	39.6	BC	L54	30.3	ABCDE	L60	28	ABCDE	L4	26.6	ABCD	L74	23.3	BCDEFG
L54	38	BCD	L23	29.6	ABCDEF	L23	26.6	ABCDE	L74	24.3	ABCDE	L54	23	BCDEFG
L2	37.6	BCD	L4	29	BCDEFG	L74	24.3	ABCDEF	L54	24	ABCDEF	L9	22.6	BCDEFG
L23	35	CDE	L2	27.6	BCDEFG	L34	22.3	ABCDEFG	L72	23.3	BCDEF	L1	22	BCDEFG
L1	28.6	DEF	L68	25	BCDEFGH	L54	22	ABCDEFG	L3	17.6	CDEFG	L10	21.3	CDEFG
L64	28.3	DEFG	L31	23	BCDEFGHI	L64	20.3	BCDEFG	L33	17.6	CDEFG	L3	19.3	CDEFG
L75	27.6	DEFG	L67	21.3	CDEFGHI	L3	19.6	BCDEFG	L76	17.3	CDEFG	L68	19.3	CDEFG
L71	26.6	EFGH	L71	21	CDEFGHI	L78	19	CDEFGR	L70	17	DEFG	L33	19	CDEFG
L76	26.3	EFGH	L35	20	DEFGHI	L33	18.6	CDEFG	L64	17	DEFG	L70	18.6	CDEFG
L35	26	EFGH	L3	19	EFGHI	L71	18.6	CDEFG	L68	16.6	EFG	L31	17	DEFG
L67	24.6	EFGHI	L70	19	EFGHI	L35	18.6	CDEFG	L71	16.3	EFG	L35	16.3	EFG
L34	22.3	FGHI	L64	19	EFGHI	L68	17.16.6	DEFG	L78	16	EFG	L75	16	EFG
L3	22	FGHI	L34	19	EFGHI	L75	16.3	DEFG	L31	15.6	EFG	L71	16	EFG
L33	20.3	FGHI	L78	18.6	EFGHI	L31	16.3	EFG	L75	15.6	EFG	L67	15.6	EFG
L70	19.6	FGHI	L75	18	FGHI	L1	16	EFG	L67	15.3	EFG	L76	15	FG
L31	18	FGHI	L1	17.6	FGHI	L76	15.6	EFG	L34	15.3	EFG	L78	14.6	FG
L68	17.6	GHI	L76	17	GHI	L70	12.6	EFG	L1	15	EFG	L34	14.3	FG
L78	16	HI	L33	13.3	HI	R	11	FG	L35	14.3	FG	L64	14	FG
R	14	I	R	12.3	I	L67	10	G	R	12.3	G	R	13.3	G

Anexo 4. Análisis de varianza para rendimiento de 28 materiales de frijol en cinco zonas del departamento de Nariño (Cuadrados medios)

FDV	GL	PASTO		CONTADERO		TÚQUERRES		CÓRDOBA		OSPINA	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
REPS	3	0.16	0.08	0.02	0.01	0.07	0.04	0.06	0.03	0.06	0.03
LINEA	27	7.43	0.28**	3.79	0.14**	4.44	0.16**	3.93	0.15**	7.32	0.27**
ERROR	54	1.81	0.03	2.29	0.04	1.89	0.03	2.07	0.04	1.56	0.03
TOTAL	3	9.40		6.10		6.40		6.07		8.94	

Anexo 5. Análisis de varianza para las variables de producción de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de frijol voluble (cuadrados medios)

F de V	GL	NGM	NMP	P100G	%V	RTO
Localidad	4	411.179 NS	0.1045 **	48.6322 **	4.51 NS	0.4137 **
Genotipo	27	229.572 **	0.00156 NS	3.71423 NS	0.19 NS	0.00212 N S
Gen(Loc)	108	217.532 NS	0.00104 NS	3.8494 NS	0.11 NS	0.00352 NS
Bloque	2	179.223	0.1005	68.005	0.16	0.2036
Error	278	228.719	0.00116	4.5633	0.20	0.00341
Total	419					

Anexo 6. Comparación de promedios para porcentaje de volcamiento de maíz Morocho Blanco Mediano en asocio con 28 materiales de frijol voluble evaluado en cinco municipios del departamento de Nariño

Material	Volcamiento	Tukey
L78	3.11	A
IR	3.10	A
L9	3.09	A
PPR45	3.07	A
L72	3.07	A
L71	3.06	A
L10	3.05	A
L60	3.05	A
L2	3.01	A
L68	3.01	A
L64	3.01	A
L23	3.01	A
L70	2.97	A
L76	2.97	A
L4	2.97	A
L87	2.97	A
L67	2.96	A
L34	2.95	A
L54	2.95	A
L74	2.94	A
L33	2.92	A
L35	2.91	A
L31	2.89	A
L75	2.89	A
L30	2.88	A
L14	2.87	A
L3	2.85	A
L1	2.54	A

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes

Anexo 7 Análisis de varianza combinado para las variables de producción de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluados en cinco localidades (cuadrados medios)

F de V	GL	NGV	NVP	P100G	%V	RTO
Localidad	4	0.0157 NS	844.0559 **	0.2557 NS	6.49 NS	0.76 **
Genotipo	27	8.2853 **	1371.2842 **	307.0611 **	40.90 NS	0.80 **
Gen(Loc)	108	0.0375 NS	40.7769 **	1.4861 NS	4.81 NS	0.06 **
Bloque	2	0.03552 NS	24.4595 NS	3.344 NS	2.32 NS	0.02
Error	278	0.04667	16.6273	1.3981	1.12 NS	0.04
Total	419					

Anexo 8 Comparación de promedios para vainas por planta de 28 materiales de frijol voluble en asocio con maíz Morocho Amarillo 3 evaluado en cinco zonas del departamento de Nariño

PASTO			CÓRDOBA			OSPINA			TÚQUERRES			CONTADERO		
líneas	media	sig	Líneas	media	sig	líneas	media	sig	líneas	media	sig	línea	media	sig
L10	53.6	A	L74	43.3	A	L74	42	A	L10	41	A	L10	40	A
L87	48.6	AB	L87	41.3	AB	L10	40.6	A	PPR45	38.33	AB	L87	38	AB
L72	46.3	ABC	L60	39.6	AB	PPR45	40.6	A	L87	37	ABC	PPR45	35	AB
L74	46	ABC	PPR45	39.6	AB	L60	37.3	A	L2	37	ABC	L74	34.66	AB
L14	44.6	ABCD	L10	39.3	AB	L87	36	A	L54	36.6	ABCD	L72	34	AB
L30	44	ABCDE	L54	37.6	ABC	L54	35.3	A	L72	34.33	ABCDE	L54	33.66	AB
L9	43.6	ABCDE	L72	36.6	ABC	L72	34.3	A	L9	33.6	ABCDEF	L60	32.66	AB
L60	43.3	ABCDE	L14	35	ABCD	L4	34.3	A	L4	32	ABCDEF	L9	31.66	ABC
PPR45	42.3	BCDEF	L30	33	ABCDE	L30	34.3	A	L74	31.6	ABCDEF	L30	30.66	ABC
L2	40.6	BCDEFG	L2	32.3	ABCDEF	L9	34.3	A	L30	30.6	ABCDEF	L4	30.33	ABC
L54	37.6	CDEFGH	L4	30.6	ABCDEF	L2	33.6	A	L60	30.3	ABCDEF	L2	29.66	ABCD
L4	34.3	DEFGHI	L9	28.6	BCDEFGH	L14	33.3	A	L23	29.6	ABCDEF	L14	28.66	BCDE
L23	33.6	EFGHI	L23	25.6	CDEFGHI	L23	27.6	AB	L14	29.3	ABCDEF	L23	27.33	BCDEF
L1	32.3	FGHI	L67	21.6	DEFGHI	L75	18.3	B	L70	27.3	ABCDEF	L34	21.33	CDEF
L75	30.6	GHIJ	L33	20.3	EFGHI	L31	17.3	B	L68	25	BCDEF	L3	21	CDEF
L71	28	HIJK	L78	19.3	FGHI	L34	17	B	L1	23.6	BCDEF	L33	19	DEFG
L64	27.6	HIJK	L1	19	FGHI	L3	17	B	L3	23.5	CDEF	L78	19	DEFG
L76	27.3	HIJK	L3	18.3	GHI	L76	16.3	B	L76	20.5	CDEF	L75	19	DEFG
L34	26.3	IJK	L31	17.6	GHI	L67	16.3	B	L78	20.4	DEFG	L35	18.66	EFG
L67	24	IJKL	L68	17.3	GHI	L71	16	B	L31	19.8	EFG	L76	17.66	FG
L33	23.6	IJKLM	L70	16	HI	R	16	B	L75	17.8	FGHI	L64	17.33	FG
L3	20.6	JKLM	L34	16	HI	L1	14.6	B	L67	17.7	JHIJKL	L71	17.33	FG
L31	18	KLM	R	15.3	HI	L78	14	B	L35	16.8	HIJKL	L31	16.33	G
L70	18	KLM	L64	14.3	I	L35	13.6	B	L34	16.0	IJKL	L70	15.66	G
L35	18	KLM	L76	13.3	I	L68	13.6	B	L71	15.4	JKL	L67	14.33	G
L78	17.6	KLM	L71	12.6	I	L64	13.6	B	L64	14	KL	L68	13.66	G
R	14.3	LM	L75	12.6	I	L70	13	B	R	13.8	KL	R	13.33	G
L68	13	M	L35	12.3	I	L33	13	B	L68	13.8	KL	L1	11.66	G

Anexo 9 Análisis de varianza para rendimiento de 28 materiales de fríjol en cinco municipios del departamento de Nariño

		PASTO		CONTADERO		TÚQUERRES		CÓRDOBA		OSPINA	
FDV	GL	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
REPS	3	0.059	0.029	0.02	0.01	0.06	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02
LINEA	27	7.662	0.284 **	4.29	0.16 **	4.31	0.16 **	4.10	0.15 **	7.60	0.28 **
ERROR	54	1.735	0.032	2.56	0.05	1.94	0.04	2.18	0.04	1.64	0.03
TOTAL	83	9.456		6.87		6.31		6.31		9.28	

Anexo 10 Análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento de maíz Morocho Amarillo 3 asociado con 28 materiales de frijol voluble

F de V	GL	CUADRADO MEDIO				
		NGM	NMP	P100G	%V	Rto Tn/ha
Bloque	2	178.221	0.0060	20.9801	0.16	0.004526
Localidad	4	410.101 NS	0.0285 **	36.922 **	2.36 NS	1.185431 **
Genotipo	27	228.476 **	0.00071 NS	1.856 NS	0.21 NS	0.001279 NS
Gen(Loc)	108	217.520 NS	0.00067 NS	2.489 NS	0.10 NS	0.00054835 NS
Error	278	227.710	0.00189	2.6005	0.22	0.000917
Total	419					

Anexo 11. Comparación de promedios para porcentaje de volcamiento de maíz Morocho Amarillo 3 en asocio con 28 materiales de frijol voluble evaluados en cinco municipios del departamento de Nariño

Material	Volcamiento	Tukey
L78	3.03	A
L72	3.03	A
IR	3.01	A
L9	3.01	A
L60	3.01	A
L71	2.99	A
L10	2.99	A
PPR45	2.98	A
L23	2.96	A
L70	2.96	A
L87	2.96	A
L68	2.92	A
L54	2.91	A
L76	2.91	A
L30	2.89	A
L2	2.89	A
L67	2.89	A
L4	2.88	A
L34	2.87	A
L74	2.87	A
L35	2.85	A
L64	2.85	A
L33	2.85	A
L31	2.83	A
L3	2.83	A
L75	2.83	A
L14	2.80	A
L1	2.48	A

Comparador de Tukey al 5% = 0,425

Promedios con la misma letra no son significativamente Diferentes