



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA



59830

Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural

Mejoramiento Genético Vegetal Simultáneo para el Manejo de Virus del Mosaico Común, la Antracnosis y la Ascochyta que Afectan al Cultivo del Frijol en la Zona Andina

PR 04100146

Convenio 130 2001 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Gloria Esperanza Santana Fonseca

Rionegro, junio de 2003



24674

59830-59837

**MEJORAMIENTO GENETICO VEGETAL SIMULTANEO PARA EL MANEJO
DEL VIRUS DEL MOSAICO COMUN, LA ANTRACNOSIS Y LA ASCOCHYTA
QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL FRIJOL EN LA ZONA ANDINA**

INFORME FINAL

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**CORPOICA - Regional 4
Centro de Investigación La Selva**

**Gloria Esperanza Santana Fonseca
Líder del proyecto**

Rionegro, Junio 30 de 2003

MEJORAMIENTO GENETICO VEGETAL SIMULTANEO PARA EL MANEJO DEL VIRUS DEL MOSAICO COMUN, LA ANTRACNOSIS Y LA ASCOCHYTA QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL FRIJOL EN LA ZONA ANDINA.

CORPOICA, Grupo Regional de Investigación Agrícola, Regional 4

Investigador Principal

Gloria Esperanza Santana Fonseca¹

Grupo Regional de Investigación Agrícola, Regional 4

Coinvestigadores

Cipriano Díaz Diez²

Pablo Julián Tamayo Molano³

Grupo Regional de Investigación Agrícola, Regional 7

Coinvestigador

Jaime Villamizar Moreno⁴

EXPERTOS ASESORES

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Dr. Matthew W. Blair⁵

Dr. George Mahuku⁶

Dr. Francisco Morales⁷

¹ Bióloga, M.Sc. Mejoradora Genética Vegetal

² Ingeniero Agrónomo

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Fitopatólogo

⁴ Ingeniero Agrónomo

⁵ Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Fitomejorador y Biotecnólogo

⁶ Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Fitopatólogo

⁷ Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Virólogo

MEJORAMIENTO GENETICO VEGETAL SIMULTANEO PARA EL MANEJO DEL VIRUS DEL MOSAICO COMUN, LA ANTRACNOSIS Y LA ASCOCHYTA QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL FRIJOL EN LA ZONA ANDINA

Lugar de Ejecución del Proyecto

Centro de Investigación "La Selva", Rionegro- Antioquia

CRECED Altiplano Norte, Santa Rosa de Osos - CORPOICA Regional 4

Centro de Investigación "El Arsenal" CORPOICA Regional 7, Málaga- Santander

Centro de Investigación "Tinagá" CORPOICA Regional 7, Málaga- Santander

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Palmira- Valle.

Convenio: 130- 2001. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural y CORPOICA, Regional 4.

Código de Agenda CORPOICA 2002-2003: PR 04100146

Período de ejecución de actividades

Fecha de Inicio: 28 Febrero-2002

Fecha de finalización : 30 Junio – 2003

AGRADECIMIENTOS

Gracias al apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, al apoyo científico y logístico del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, al apoyo técnico de las UMATA's, al acompañamiento y dedicación de los productores de frijol, al apoyo científico, técnico y logístico de CORPOICA Regional 4, Rionegro.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO DE DESARROLLO A LARGO PLAZO.....	15
2.2 OBJETIVO GENERAL.....	16
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2.3.1 <i>Desarrollar variedades de frijol tipo Cargamanto con resistencia al virus del mosaico común, la antracnosis y la ascochyta para clima frío moderado de la Zona Andina.</i>	18
2.3.1.1. <i>Desarrollo de híbridos F1 de cruces simples e híbridos de cruces triples entre los genotipos Cargamantos regionales y genotipos resistentes a antracnosis y virus del mosaico común, en el Centro de Investigación La Selva, Rionegro.</i>	18
2.3.1.2. <i>Evaluación de un vivero de líneas tempranas de cruces triples entre Cargamantos regionales y fuentes de resistencia en condiciones de campo y laboratorio.</i>	21
2.3.1.3. <i>Identificación de líneas tempranas con resistencia a ascochyta (Phoma exigua var. Diversispora) que puedan servir como padres para mejorar el frijol Cargamanto, procedentes del CIAT.</i>	37
2.3.2 <i>Desarrollar variedades de frijol Radical resistentes a la antracnosis y con el tipo de semilla comercial en el Nororiente Colombiano.</i>	41
2.3.2.1. <i>Evaluación de un vivero de líneas avanzadas de frijol Radical de hábito voluble para clima frío en Santander.</i>	42
2.3.3 <i>Desarrollar variedades de frijol arbustivo con altos rendimientos, resistentes a antracnosis y con el tipo de semilla comercial para clima frío moderado en Antioquia.</i>	53
2.3.3.1. <i>Evaluación de un vivero de líneas avanzadas de frijol arbustivo resistente a antracnosis y de tipo de grano comercial para clima frío moderado en Antioquia.</i>	53

2.3.4. <i>Evaluar y mantener fuentes de resistencia nativas y foráneas de las principales enfermedades de clima frío moderado.</i>	72
2.3.4.1. <i>Evaluación de viveros por resistencia a antracnosis y por resistencia al virus del mosaico común, procedentes del proyecto de frijol del CIAT y cultivos comerciales.</i>	72
2.3.4.2. <i>Caracterización de aislamientos del hongo Colletotrichum lindemuthianum.</i>	84
3. LOGROS	97
3.1 <i>Objetivo específicos</i>	97
4. BIBLIOGRAFÍA.....	103

LISTA DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Genotipos parentales utilizados en el plan de cruzamientos en 2003 en Rionegro, Antioquia.	19
Tabla 2	Número de semillas F1 obtenidas en cruces simples y triples durante el plan de cruces en el 2003 en el Centro de Investigación La Selva, Rionegro.	20
Tabla 3	Evaluación de selecciones individuales F4 a virus del mosaico común y al virus del mosaico necrótico del frijol.	27
Tabla 4	Fuentes de germoplasma donantes de genes de resistencia al virus del mosaico común y antracnosis y genotipos de tipo cargamanto.	29
Tabla 5	Genotipos evaluados con el marcador ROC 11 _{420bp} tipo SCAR.	32
Tabla 6	Genotipos evaluados con el marcador SCAR SW13 _{690bp} tipo SCAR.	33
Tabla 7	Evaluación de selecciones individuales F4 mediante el marcador molecular tipo SCAR ROC 11 _{420bp} .	35
Tabla 8	Familias F4 y F5 y testigos evaluados por resistencia a ascochyta en el Centro de Investigación "La Selva".	38
Tabla 9	Evaluación de las generaciones F5 y F6 por reacción a ascochyta en Centro de Investigación "La Selva".	40
Tabla 10	Caracteres cuantitativos y cualitativos evaluados en 64 selecciones individuales de frijol voluble en Santander.	43
Tabla 11	Estadísticas simples para caracteres cuantitativos de frijol radical de la zona Nororiente de Colombia.	44
Tabla 12	Resumen de las variables cuantitativas correlacionadas en la evaluación.	45
Tabla 13	Evaluación de genotipos de frijol radical arbustivo en el Centro de Investigación El Arsenal en el Nororiente Colombiano en 2002.	47
Tabla 14	Caracteres cuantitativos y cualitativos evaluados en 100 selecciones individuales de frijol arbustivo de Santander.	49
Tabla 15	Estadísticas simples para caracteres cuantitativos de 100 selecciones individuales de frijol rojo arbustivo de la zona Nororiente de Colombia.	50
Tabla 16	Variables cuantitativas correlacionadas en la evaluación de frijol arbustivo radical.	51

		Página
Tabla 17	Genotipos de frijol arbustivo tipo Cargamanto y radical evaluados en tres localidades de clima frío moderado en Antioquia.	54
Tabla 18	Grado de severidad a ascochyta de líneas LSA avanzadas de frijol arbustivo en dos localidades de clima frío moderado en Antioquia.	58
Tabla 19	Grado de severidad a antracnosis de líneas LSA avanzadas de frijol arbustivo en tres localidades de clima frío moderado en Antioquia.	59
Tabla 20	Evaluación del grano de líneas LSA arbustivas de frijol por productores en Entreríos.	61
Tabla 21	Líneas escogidas por los agricultores por mejores características de grano.	61
Tabla 22	Líneas LSA con evaluación desfavorable en características de grano por los agricultores en Entreríos.	62
Tabla 23	Líneas LSA arbustivas de frijol evaluadas por arquitectura por productores en Entreríos.	63
Tabla 24	Líneas LSA de frijol arbustivo escogidas por los agricultores por mejor arquitectura.	63
Tabla 25	Líneas LSA con evaluación desfavorable en la arquitectura de la planta por los agricultores en Entreríos.	64
Tabla 26	Líneas LSA de frijol arbustivos evaluadas por rendimiento por productores en Entreríos.	64
Tabla 27	Líneas LSA con evaluación desfavorable en rendimiento por los agricultores en Entreríos.	65
Tabla 28	Tabla 31: Líneas LSA de frijol arbustivo con características favorables de grano evaluadas por productores en Entreríos.	68
Tabla 29	Líneas LSA con evaluación desfavorable en las características de grano por los agricultores en Entreríos.	69
Tabla 30	Líneas LSA de frijol arbustivo con características favorables en la arquitectura de planta por productores en Entreríos.	69
Tabla 31	Líneas LSA con evaluación desfavorable en las características de arquitectura de planta por los agricultores en Entreríos.	69
Tabla 32	Líneas LSA de frijol arbustivo con características favorables en el rendimiento por productores en Entreríos.	70

		Página
Tabla 33	Líneas LSA con evaluación desfavorable en las características de arquitectura de planta por los agricultores en Entreríos.	70
Tabla 34	Reacción al virus del mosaico común y al virus del mosaico necrótico del frijol de 7 genotipos BRC.	77
Tabla 35	Evaluación por reacción a BCMV de 29 genotipos en condiciones de invernadero en CIAT, procedentes de Rionegro Antioquia.	78
		Página
Tabla 36	Variedades Colombianas evaluadas por resistencia a tres razas de antracnosis identificadas en Antioquia.	79
Tabla 37	Cargamantos regionales procedentes de Antioquia que han sido evaluados bajo condiciones de invernadero con cuatro aislamientos de antracnosis de Rionegro.	80
Tabla 38	Reacción de 24 líneas seleccionadas en Río Negro inoculadas en condiciones de invernadero con tres razas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> .	83
Tabla 39	Fenotipo de virulencia de las 13 Razas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> presentes en el Departamento de Santander.	85
Tabla 40	Frecuencia de los aislamientos presentes en los campos de Santander.	86
Tabla 41	Identificación de los Aislamientos, Raza y Municipio donde fueron colectados en el Departamento de Santander.	88
Tabla 42	Fenotipo de virulencia de las 12 Razas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> presentes en Altiplano Norte, Departamento (Antioquia).	89
Tabla 43	Frecuencia de los aislamientos presentes en el Altiplano Norte.	90
Tabla 44	Identificación de los Aislamiento, Raza y Municipio donde fueron colectados en Altiplano Norte, Departamento de Antioquia.	92
Tabla 45	Fenotipo de virulencia de las 18 Razas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> presentes en el Oriente Antioqueño.	93
Tabla 46	Frecuencia de los aislamientos presentes en el Oriente Antioqueño.	94
Tabla 47	Identificación de los Aislamientos Raza y Municipio donde fueron colectados en el Oriente Antioqueño. Departamento de Antioquia.	96

LISTA DE FOTOS

		Página
Foto 1	Plantas de frijol con síntomas de mosaico común en condiciones de invernadero.	26
Foto 2	Plantas de frijol con síntomas de mosaico necrótico del frijol en condiciones de invernadero.	26
Foto	Fotografía de un gel de agarosa con bandas del producto del PCR, bajo luz ultravioleta.	31
Foto 4	Parcelas experimentales de manejo de frijol radical arbustivo en el Centro de Investigación El Arsenal, Enciso, Santander.	47

LISTA DE GRAFICAS

		Página
Figura 1	Compatibilidad de las variedades diferenciales en porcentaje a los aislamientos de Santander.	87
Figura 2	Compatibilidad de las variedades diferenciales en porcentaje a los aislamientos de Altiplano Norte.	91
Figura 3	Compatibilidad de las variedades diferenciales en porcentaje a los aislamientos del Oriente Antioqueño.	95

MEJORAMIENTO GENETICO VEGETAL SIMULTANEO PARA EL MANEJO DEL VIRUS DEL MOSAICO COMUN, LA ANTRACNOSIS Y LA ASCOCHYTA QUE AFECTAN AL CULTIVO DEL FRIJOL EN LA ZONA ANDINA.

Gloria Esperanza Santana Fonseca¹

RESUMEN EJECUTIVO

La producción comercial de frijoles regionales Cargamantos y Radicales es afectada por la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), ascochyta (*Phoma exigua* var. *Diversispora*) y virus del mosaico común. Enfermedades transmitidas por la semilla cuyo control ecológico, económico y duradero es mediante el mejoramiento genético vegetal. Este proyecto de investigación fue realizado bajo el convenio entre CORPOICA, Rionegro y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Fue desarrollado en los municipios de Santa Rosa de Osos y Rionegro, en el departamento de Antioquia y en los municipios de Enciso, Cerrito y Málaga en Santander con la coordinación de las UMATA's en la selección de fincas, agricultores y socialización del proyecto. El objetivo del proyecto fue desarrollar variedades de frijol voluble y arbustivo resistentes a las principales enfermedades limitantes de la producción, con el tipo de semilla comercial que contribuyan a la disminución del uso de agroquímicos y pérdidas en el rendimiento. Para el frijol voluble tipo cargamanto se seleccionaron 8 genotipos con resistencia a antracnosis entre variedades diferenciales y variedades mejoradas (Kaboon, G2338, G2333, T.O, Widusa, AB 136, G19833 y G 7602), por inoculación de razas de antracnosis presentes en Antioquia, 14 genotipos con resistencia al virus del mosaico común del frijol (BRB 151, BRB 203, BRB 204, BRB 211, BRB 197, BRB 183, BRB 225, BRC 12, BRC 14, BRC 30, BRC 31, BRC 32, BRC 33 y BRC 34) por inoculación de la cepa NL3 y mediante marcadores moleculares tipo SCAR; y 5 genotipos con características comerciales de grano por evaluaciones de campo (GES 5, Ica Viboral, GES 11, G7.T2.pl4, G6.T3.pl2 y LAS220). Fueron realizados cruces simples y triples para obtener 141 familias F1 de cruces triples.

¹ Mejoradora genética vegetal. Grupa de investigación Agrícola. Centro de Investigación La Selva. CORPOICA. hopesantana@yahoo.es. Apartado aéreo 100 Rionegro Antioquia.

Así mismo, fueron evaluadas las generaciones tempranas F2 y F3 y se identificaron 1400 selecciones individuales F3, a las cuales se les confirmó la resistencia a antracnosis con inoculaciones de 7 razas del hongo (9, 129, 141, 525, 645, 651, y 653) en condiciones de campo. A 11 selecciones F3 se les confirmó la resistencia al virus del mosaico común con la inoculación de la cepa NL3 y se identificó mediante selección asistida por marcadores moleculares 148 selecciones F3.

De otra parte, se evaluaron líneas F4 y F5 de cruces interespecíficos entre *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus*, por resistencia a ascochyta (*Phoma exigua* var. *Diversispora*) y fueron seleccionadas 16 líneas promisorias como padres resistentes a esta enfermedad en un programa de mejoramiento con dicho objetivo.

Fueron evaluados de forma participativa en finca de agricultores, dos viveros de líneas avanzadas de frijol arbustivo tipo cargamanto para clima frío moderado; por evaluaciones de rendimiento, arquitectura de planta erecta, buena carga, sanidad y color del grano fueron seleccionadas 16 líneas.

Para la zona Nororiental del país, se evaluaron los frijoles rojos tipo radical volubles para clima frío y arbustivos para clima medio. Entre los volubles se evaluó un vivero conformado por líneas LAS y otro vivero de frijol cabrerano común (R-C), de los cuales fueron seleccionados por altos rendimientos, calidad de grano y sanidad las líneas LAS 449, LAS 450, R-C 316 y R-C 323, las cuales pueden ser evaluadas en pruebas regionales como futuras variedades. Para los frijoles de hábito arbustivo se evaluaron los viveros R-SG y R.ARS, de los cuales fueron seleccionadas 5 líneas, por los altos rendimientos, la resistencia a antracnosis y grano comercial; estas líneas son promisorias como padres para un programa de mejoramiento de frijol arbustivo rojo.

Por último se realizaron 57 colectas de variedades regionales de frijol con el objetivo de buscar fuentes de resistencia a las principales enfermedades que afectan la producción de frijol en la Zona Andina. En estas colectas se observó los síntomas del virus del mosaico común, la antracnosis y la ascochyta en condiciones de campo. Así mismo, se hicieron 110 colectas de material vegetal entre hojas y vainas con síntomas de antracnosis, en 21 y 11 municipios de los departamentos de Antioquia y Santander

respectivamente. Fueron caracterizadas 30 razas en Antioquia y 13 Santander; las variedades diferenciales resistentes a las razas encontradas en Antioquia son Kaboon, AB 136, G-2333, T.O y Widusa, en Santander Kaboon, G2333, y México

Como un resultado adicional, se realizó un día de campo con 24 agricultores, quienes evaluaron dos viveros de frijol cargamento arbustivo. Se capacitó a 14 investigadores y asistentes de investigación en el reconocimiento de los síntomas del virus del mosaico común en condiciones de campo. Se capacitó al mejorador genético en la estandarización y uso masivo de metodologías en marcadores moleculares como una herramienta de la biotecnología al servicio del mejoramiento clásico. Se capacitó a la estudiante Claudia Julio del SENA La Salada, en las actividades relacionadas al establecimiento, mantenimiento y evaluación de viveros de frijol en condiciones de campo, mediante la modalidad de práctica empresarial. Se participó y presentó resultados parciales del proyecto en dos cursos nacionales realizados uno en Antioquia y otro en Santander. Se presentó resultados parciales en la XLVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales celebrado en Santo Domingo, República Dominicana, así como en el Primer Curso Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol asistido por marcadores moleculares, en Palmira Valle. Se participó en el primer concurso nacional de productos biotecnológico con fines industriales organizado por Colciencias. Se participará en el VIII Congreso de protección de cultivos y fitomejoramiento el próximo 2 de Julio.

Descriptores /Palabras claves: *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus coccineus*, mejoramiento genético, *Colletotricum lindemuthianum*, marcadores moleculares tipos SCAR, resistencia múltiple, *Phoma exigua* var. *Diversispora* y virus del mosaico común.

independientes (Co - 1, Co-2, Co-3, Co-4, Co-5 y Co-6) (Young and Kelly, 1996). El conocimiento de estos genes de resistencia facilitan la piramidación de los mismos en diferentes combinaciones, mediante el cruce de genotipos que los posean.

La ascochyta causa pérdidas del 40% en zonas de clima medio y frío moderado en todas las variedades de frijol común; solo hoy día se cuenta con accesiones resistentes en *Phaseolus coccineus* en la subespecie *polyanthus*, con la cual se han desarrollado híbridos interespecíficos (Schwartz, 1994). La mancha ascochyta afecta todas las partes de la planta (Pastor - Corrales y Schwartz, 1994) y se transmite por semilla generando un problema endémico (Pastor-Corrales, 1997).

Entre las alternativas de control a estas enfermedades están el manejo cultural, el uso de semilla certificada, el uso de agroquímicos y el uso de variedades resistentes. Esta última alternativa es la más económica, ecológica y duradera. Por esta razón, el programa de mejoramiento vegetal de CORPOICA continuará las investigaciones tendientes a desarrollar variedades de frijol tipo Cargamanto y Radicales de hábitos volubles y arbustivos resistentes antracnosis, virus del mosaico común y la mancha ascochyta con el tipo de grano comercial, para los climas frío moderado y cálido de la Zona Andina de Colombia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO DE DESARROLLO A LARGO PLAZO

- Contribuir a la producción de un cultivo tradicional más tecnificado, menos dependiente de insumos químicos, a la recuperación de las hectáreas que se han dejado de sembrar, a la reducción de las importaciones y al incremento duradero en la disponibilidad de un recurso agrícola autóctono mejorado, alimento nutritivo y básico para la población Colombiana.

2.2 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar variedades de frijol voluble y arbustivo resistentes a las principales enfermedades limitantes de la producción, con el tipo de semilla comercial que contribuyan a la disminución del uso de agroquímicos y pérdidas en el rendimiento.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo Específico Uno

- Desarrollar variedades de frijol tipo Cargamanto con resistencia al virus del mosaico común y la antracnosis y a ascochyta para clima frío moderado de la Zona Andina.

Actividades

- Desarrollo de híbridos F1 de cruces simples e híbridos de cruces triples entre los genotipos Cargamantos regionales y genotipos resistentes a antracnosis y virus del mosaico común, en el Centro de Investigación La Selva, Rionegro.
- Evaluación de un vivero de líneas tempranas de cruces triples entre Cargamantos regionales y fuentes resistencia en condiciones de campo y laboratorio.
- Identificación de líneas tempranas con resistencia a ascochyta (*Phoma exigua* var. *Diversispora*) que puedan servir como padres para mejorar el frijol Cargamanto, procedentes del CIAT.

Objetivo Específico Dos

- Desarrollar variedades de frijol Radical resistentes a la antracnosis y con el tipo de semilla comercial en el Nororiente Colombiano.

Actividades

- Evaluación de un vivero de líneas avanzadas de frijol Radical de hábito voluble para clima frío en Santander.
- Evaluación de un vivero de líneas avanzadas de frijol Radical de hábito arbustivo para clima cálido en Santander .

Objetivo Específico Tres

- Desarrollar variedades de frijol arbustivo cargamanto resistentes a antracnosis, con altos rendimiento y semilla comercial para clima frío moderado en Antioquia

Actividades

- Evaluación de un vivero de líneas avanzadas de frijol arbustivo resistente a antracnosis y de tipo de grano comercial para clima frío moderado en Antioquia.

Objetivo Específico Cuatro

- Evaluar y mantener fuentes de resistencia nativas y foráneas de las principales enfermedades de clima frío moderado.

Actividades

- Evaluación de un vivero por resistencia a antracnosis y de uno por resistencia al virus del mosaico común, procedentes del proyecto de frijol del CIAT.
- Caracterización de aislamientos del hongo *Colletotrichum lindemuthianum*.

2.3.1 Desarrollar variedades de frijol tipo Cargamanto con resistencia al virus del mosaico común, la antracnosis y la ascochyta para clima frío moderado de la Zona Andina.

59827

Actividades

2.3.1.1. Desarrollo de híbridos F1 de cruces simples e híbridos de cruces triples entre los genotipos Cargamantos regionales y genotipos resistentes a antracnosis y virus del mosaico común, en el Centro de Investigación La Selva, Rionegro.

Gloria Esperanza Santana Fonseca
Ovidio García Osorio

Ubicación geográfica

El Centro de Investigación "La Selva" de CORPOICA está ubicado en el municipio de Rionegro, Antioquia a una altura de 2.100 m.s.n.m., temperatura promedio 17°C y una precipitación de 1.800 mm.

Materiales

Para los cruces simples y triples fueron utilizados cuatro genotipos resistentes a antracnosis, siete genotipos resistentes al virus del mosaico común, procedentes de CIAT, Palmira y cinco genotipos con el tipo de semilla comercial procedentes de CORPOICA (Tabla 1).

Métodos

Los genotipos fueron sembrados en parcelas de 5m de largo, con distancias de siembra de 0,25m entre plantas y 1m entre surcos. Para el establecimiento y mantenimiento de las parcelas se utilizó cal dolomítica, gallinaza y triple 15, desyerbe con azadón y control fitosanitario establecido para el cultivo (Tamayo, 2001), cuando fue necesario.