MANEJO INTEGRADO DE LA ANTRACNOSIS *Colletotrichum lindemuthianum* EN EL CULTIVO DE FRÍJOL *Phaseolus vulgaris* DE LAS VARIEDADES, DIACOL CALIMA Y AFR 612, EN LA VEREDA EL RETIRO MUNICIPIO DE TIMBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ARNULFO IBAGÓN TRUJILLO
FELIPE PERAFÁN MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009

MANEJO INTEGRADO DE LA ANTRACNOSIS *Colletotrichum lindemuthianum* EN EL CULTIVO DE FRÍJOL *Phaseolus vulgaris* DE LAS VARIEDADES, DIACOL CALIMA Y AFR 612, EN LA VEREDA EL RETIRO MUNICIPIO DE TIMBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA

ARNULFO IBAGÓN TRUJILLO
FELIPE PERAFÁN MARTÍNEZ

Trabajo de grado en la modalidad de proyecto de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agropecuario

DIRECTOR:

CONSUELO MONTES ROJAS,

Ing. Agrónoma M Sc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

Director

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

Popayán, Agosto del 2009

DEDICATORIA

A Dios que nunca me ha fallado y me ha sabido guiar en cada momento de mi existencia.

A mi familia, mis padres Luz Stella Trujillo y Arnulfo Ibagón y mi hermano Alexander Ibagón a quienes agradezco su comprensión y apoyo incondicional para lograr culminar una de mis metas.

A mi hija Karen Tatiana la motivación en mi vida.

A mis amigos de siempre: Harold, Guillermo, Juan Pablo, Aldemar, Walter.

Arnulfo

A Dios Padre y la Virgen María por concederme el don de la vida y por haberme guiado con sabiduría fe y dedicación en el transcurso mis estudios.

A mis padres Rebeca Martínez y Olmedo Perafán. Por el apoyo incondicional que con mucho sacrificio supieron brindarme durante todo el periodo de mis estudios.

A mis hermanos (as): Lorena, Claudia, Lucy, Roberto y Felipe Augusto.

A mis sobrinos (as): Laura y Andrés.

Felipe

AGRADECIMIENTOS

A la directora de tesis Ingeniera Agrónoma M Sc. Consuelo Montes Rojas por su dedicación y orientación en este trabajo.

Al CIAT sede en Popayán, especialmente al investigador Carlos Cerón por la colaboración y orientación en el manejo e identificación de la enfermedad (*Colletotrichum lindemuthianum*).

Al Centro Nacional de Investigación de café “Cenicafe”, Chinchiná; Caldas; por facilitarnos los archivos climáticos de la estación José María Obando del Municipio del Tambo (Cauca).

A la Universidad del Cauca por habernos acogido y permitirnos cursar nuestros estudios y realizar nuestro trabajo de grado.

A los ingenieros Carlos Guamanga y Harold Villota y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la ejecución y culminación del mismo**.**

RESUMEN

En la Vereda el Retiro, Municipio de Timbío, Departamento del Cauca - Colombia, se realizó un ensayo mediante un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con dos tratamientos y tres repeticiones para evaluar la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*). En este ensayo se evaluaron dos variedades de frijol: Diacol Calima y AFR-612, sometidas a dos sistemas de manejo de la enfermedad: Tradicional; en la que se siguió el protocolo utilizado por los agricultores de la zona con aplicaciones frecuentes de fungicidas para controlar la enfermedad y Manejo integrado se tomó como referencia investigaciones realizadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con sede en el Municipio de Popayán, Tamayo (1995) y demás artículos relacionados con el objetivo de este trabajo. Este ensayo se replico en dos ciclos de cultivo y se evaluaron las variables incidencia y severidad en hojas flores y vainas en las etapas V2, V4, R6, R7 y R8 del cultivo y las variables productivas: numero de vainas/planta, producción vainas/parcela, rendimiento grano/parcela (g), peso de 100 semillas (g) y porcentaje de germinación; además se realizo un análisis económico para estimar la relación costo beneficio para cada tratamiento.

Los resultados muestran que la variedad Diacol calima con el manejo tradicional presentó los porcentajes de incidencia más altos de antracnosis en las etapas de cultivo V2, V4 y R6 para hojas y R8 en vainas de fríjol y La variedad AFR-612 evaluada en el Manejo Integrado, presentó los porcentajes más bajos de incidencia de antracnosis y mayores rendimientos productivos. El análisis de costo/beneficio para el manejo de la enfermedad fue mejor en el Manejo Integrado, al arrojar los costos de producción más bajos (- 21. 7 %) y una rentabilidad (7,06 %) mayor que el manejo tradicional.

Palabras claves: Antracnosis, Manejo integrado, Manejo tradicional, variedad Diacol calima, variedad AFR 612.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 17

1. MARCO TEÓRICO 19

1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA 19
1.1.1. Clasificación Taxonómica 19

1.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA 19
1.2.1 Raíz 19
1.2.2 Tallo 19
1.2.3 Ramas 20
1.2.4 Hojas 20
1.2.5 Inflorescencia 21
1.2.6 La flor 21
1.2.7 Fruto 22
1.2.8 Semilla 22

1.3 ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRÍJOL 22
1.3.1 Etapas de la fase vegetativa. 23
1.3.2 Etapas de la fase reproductivas 24

1.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO 26
1.4.1 Temperatura 26
1.4.2 Luz 26
1.4.3 Agua 27
1.4.4 Suelos 27

1.5 VARIEDADES DE FRÍJOL 27
1.5.1 Diacol Calima 27
1.5.2 AFR 612 28

1.6 LABORES DE CULTIVO 29
1.6.1 Preparación del Terreno 29
1.6.2 Selección de Semillas 29
1.6.3 Siembra 29
1.6.4 Fertilización 29

1.7 ENFERMEDADES LIMITANTES 30
1.7.1 Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris)* 30
1.7.2 Mancha anillada (*Phoma exigua var. Diversispora*) 31
1.7.3. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) 32

1.8 ANTECEDENTES 36

2. METODOLOGÍA 37

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN 37

2.2 MATERIALES 37

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL 39

2.3.1 Manejo Integrado 40
2.3.1.1 Preparación del terreno 40
2.3.1.2 Selección de semilla 40
2.3.1.3 Siembra 41
2.3.1.4 Control de arvenses 41
2.3.1.5 Manejo de la enfermedad 41

2.3.2 Manejo tradicional 42
2.3.2.1 Preparación del terreno 42
2.3.2.2 Selección de semilla 43
2.3.2.3 Siembra 43
2.3.2.4 Control de arvenses 43
2.3.2.5 Manejo de la enfermedad. 43

2.4 VARIABLES DE RESPUESTA 45
2.5 MUESTREO 46
2.6 ESCALA Y LOS NIVELES DE DAÑO DE LA ANTRACNOSIS EN FRÍJOL 49
2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 49

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 50

3.1. INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) **EN FRÍJOL** 50
3.1.1 Porcentaje de incidencia de antracnosis en hojas de fríjol 56
3.1.2 Porcentaje de incidencia de antracnosis en vainas de fríjol 58

3.2. SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) **EN FRÍJOL** 58
3.2.1. Etapa de cultivo V2 (hojas primarias) 59

3.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LOS COMPONENTES DE PRODUCCIÓN 60
3.3.1 Porcentaje de germinación 60
3.3.2 Promedio vainas/planta 60
3.3.3 Producción vainas/parcela 61
3.3.4 Rendimiento grano/parcela (g) 62
3.3.5 Peso de 100 semillas (g) 63

3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO 64
3.4.1 Costos variables 64
3.4.2 Beneficio bruto de campo 67
3.4.3 Beneficio neto de campo o balance final 67

3.5 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA UNA HA DE FRÍJOL 68

4. CONCLUSIONES 70

5. RECOMENDACIONES 71

BIBLIOGRAFÍA 72

ANEXOS 76

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Época recomendada para la evaluación del nivel de daño de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en frijol. 46

Cuadro 2. Costos variables del Manejo Tradicional para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 65

Cuadro 3. Costos variables del Manejo Integrado para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 65

Cuadro 4. Interpretación en porcentaje para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 66

Cuadro 5. Beneficio bruto en campo para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 67

Cuadro 6. Beneficio neto o balance final para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 67

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Etapas de desarrollo de la planta de fríjol. 26

Tabla 2. Comparación del Manejo Integrado vs. Manejo Tradicional para de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 44

Tabla 3. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) para hojas y vainas en fríjol. 47

Tabla 4. Escala de nivel de daño de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* en fríjol. 49

Tabla 5. Promedios post Anova Tukey (P≤0,05) para la primera siembra en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 54

Tabla 6. Promedios post Anova Tukey (P≤0,05) para la segunda siembra en el manejo tradicional e integrado de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 55

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfica 1. Comportamiento de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), para los tratamientos (Manejo Tradicional e Integrado) y su relación con la temperatura (ºC) y precipitación (mm) en las dos épocas de siembra, en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 51

Gráfica 2. Comportamiento de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), para Las variedades (Diacol calima – AFR-612) en las dos épocas de siembra, en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 52

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Etapas de desarrollo de la planta de fríjol. 23

Figura 2. Síntomas de mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) en hojas de fríjol. 30

Figura 3. Síntomas de mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) en vainas de fríjol. 31

Figura 4. Síntomas de mancha anillada (*Phoma exigua var. Diversispora*) en hojas (a), vainas (b) y tallos(c) de fríjol. 31

Figura 5. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en vainas de fríjol 33

Figura 6. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en hojas de fríjol. 33

Figura 7. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el tallo de plantas de fríjol. 34

Figura 8. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en la semilla de fríjol. 34

Figura 9. Ciclo de infección de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*). 35

Figura 10. Localización del proyecto Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 37

Figura 11. Distribución de las parcelas en campo para el manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca 38

Figura 12. Distribución del diseño BCA en campo para el Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 39

Figura 13. Manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 42

Figura 14. Manejo Tradicional de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 43

Figura 15. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en hojas de fríjol. 47

Figura 16. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en vainas de fríjol. 48

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo 1. Formato de toma de datos en campo de incidencia y severidad de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 77

Anexo 2. Formato de aplicación de fungicidas para el manejo de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 78

Anexo 3. Análisis de suelos para el establecimiento del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 79

Anexo 4. Promedios post Anova Tukey (P≤0,05) para los dos ciclos de siembra del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)*, en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 80

Anexo 5. Análisis de varianza para la primera siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 81

Anexo 6. Análisis de varianza para la segunda siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 82

Anexo 7. Análisis de varianza para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 83

Anexo 8. Promedios meteorológicos de la estación José María Obando del Municipio del Tambo (Cauca), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca. 84

INTRODUCCIÓN

El cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) es una de las principales actividades de la economía campesina en varias regiones del País, de mucha importancia como generador de ingresos y empleo rural y como producto básico en la dieta alimenticia de la población por su alto contenido de proteínas y de elementos minerales esenciales.

Por la diversidad de ambientes donde el fríjol es cultivado, la población de patógenos y la importancia económica de estos varía entre regiones, de acuerdo con las condiciones necesarias para el desarrollo de la enfermedad, el nivel de inóculo actual y residual en el campo, y la susceptibilidad de la variedad.

En las regiones de clima medio como el Municipio de Timbío Departamento del Cauca se presentan las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la antracnosis causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, asociada a la tradición del pequeño productor de intercambiar semilla y de utilizar como semilla parte de la producción de grano comercial, estos factores incrementan el problema de la enfermedad, el cual es el principal limitante del cultivo de fríjol en la región.

La antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* es probablemente la enfermedad más importante de *Phaseolus vulgaris* y puede llegar a causar pérdidas en rendimiento de hasta un 95% cuando se siembran variedades susceptibles. Esta enfermedad afecta principalmente la calidad de la vaina de las plantas de fríjol, forma lesiones carnosas, coloreadas, que luego se transforman en chancros hundidos (Chaves 1989). Así mismo, las semillas infectadas frecuentemente presentan decoloración y pueden formar chancros cafés a negros (Chaves 1980). Su severidad induce a muchos agricultores a la utilización de una amplia variedad de fungicidas, lo cual representa altos costos en la producción y contaminación ambiental (Román 1992).

El control de enfermedades constituye la actividad más importante durante el ciclo del cultivo; sin embargo, por las limitaciones que sufre el pequeño productor no es posible dar un manejo adecuado y año tras año incurre en prácticas deficientes de manejo, que lo exponen a sufrir importantes pérdidas económicas. Debido al daño económico que produce esta enfermedad en el cultivo de fríjol se realiza uso indiscriminado de agroquímicos para su control lo que ocasiona producciones con altas trazas de productos químicos que son perjudiciales para la salud y el medio

ambiente. Por lo que se hace necesario establecer alternativas de manejo en las que estén involucradas prácticas agrícolas enfocadas a la producción limpia que puedan disminuir la utilización de agroquímicos y hacer uso de otras fuentes naturales que cumplen la misma función como son los bioinsumos para el control de esta enfermedad, que además permitan obtener alimentos sanos para el consumo. De esta manera se podría contribuir a que los pequeños y medianos productores disminuyan costos de producción y ocasionen menos efectos sobre suelo, agua y la micro fauna benéfica del entorno (medio ambiente).

Con el propósito de mejorar las labores agronómicas, aspectos sociales, ambientales y económicos de los productores de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), este trabajo, se propuso como alternativa:

Objetivo general:

Evaluar alternativas de Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol de las variedades Diacol Calima y AFR 612, para disminuir costos y mejorar la producción de grano.

Objetivos específicos:

Estimar el grado de incidencia de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* sobre las hojas, flores, vainas y en la producción del cultivo de fríjol.

Determinar el tipo de tratamiento que mejor resultados presente en la producción de fríjol con baja incidencia de antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum*.

Comparar el costos/beneficio del Manejo Integrado de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* en contraste con el Manejo Tradicional.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

1.1.1. Clasificación Taxonómica.

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliofitas*
- Clase: *Dicotiledóneas*
- Subclase: *Rósidas*
- Orden: *Fabales.*
- Familia: *Leguminoceae*
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris*. (asignado por Lineo en 1753).

1.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

1.2.1 Raíz. En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

La composición del sistema radical del fríjol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. (CIAT, 1980).

1.2.2 Tallo. Es el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. Desde la germinación, y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristemo tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. El tallo tiene un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semipostrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. (CIAT, 1980).

El tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Puede terminar en una inflorescencia que al aparecer, normalmente, el tallo cesa su crecimiento (la planta es de hábito determinado). Presentar el tallo parte terminal un meristemo vegetativo que le permite seguir creciendo, formando más nudos y entrenudos, (la planta es de hábito indeterminado). Cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado el tallo posee, por lo general, un bajo número de nudos, y en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado el número de nudos es mayor. (Fenalce, 1999 – 2007)

1.2.3 Ramas. Presentan un menor diámetro que el tallo principal. Las ramas primarias, que comienzan habitualmente a desarrollarse cuando las plantas presentan entre tres y cuatro nudos en el tallo principal, son importantes en la producción de vainas.

La ramificación se inicia generalmente en la axila de la primera hoja trifoliada (tercer nudo del tallo principal) y continúa hacia la parte alta, siendo en general las dos primeras ramas en formarse (tercer y cuarto nudo), las más importantes. Las ramas primarias que se originan en nudos más altos del tallo principal y/o las ramas secundarias, en el caso de los cultivares que las producen, son de menor crecimiento y realizan un menor aporte al rendimiento. El desarrollo de ramas en el nudo cotiledonar sólo ocurre en casos en que la planta sufra algún daño importante en su crecimiento. En el segundo nudo, que corresponde al del primer par de hojas unifoliadas, tampoco es común que se produzcan ramas, aunque es más probable que en el nudo de los cotiledones. (Fenalce, 1999 – 2007)

1.2.4 Hojas. Son de dos tipos, simples y compuestas y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son típicas del fríjol, tienen tres foliolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles. (CIAT, 1984).

En condiciones normales, existe una gran variación en cuanto al color y la pilosidad de las hojas. Estos caracteres pueden o no tener relación con el color y la pilosidad del tallo y de las ramas. La variación también está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta y con la edad (CIAT, 1984).

1.2.5 Inflorescencia. Puede ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT, 1980).

1.2.6 La flor. Es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola, que aún está cerrada, sobresale, y las bractéolas cubren sólo el cáliz. Cuando ocurre el fenómeno de antesis la flor se abre. Las características de la flor son las siguientes:

- Un pecíolo, y en su base una pequeña bráctea.

- El cáliz posee cinco dientes triangulados dispuestos en dos grupos. En la base del cáliz hay dos bractéolas ovoides que persisten hasta poco después de la floración.

- La corola es pentámera y papilionácea, con dos pétalos soldados por su base. En ella se distinguen el pétalo más sobresaliente o estandarte, que puede ser de color blanco, verde, rosado o púrpura y que, generalmente, se torna amarillo después de la fecundación, y dos alas cuyo color puede ser blanco, rosado o púrpura. En general, las alas son más oscuras que las otras partes de la corola. La otra parte es la quilla, que tiene forma de espiral muy cerrada y compuesta por dos pétalos completamente unidos.

- El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base por un tubo, y un estambre libre llamado vexilar.

- El gineceo incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal.

La morfología floral del fríjol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (CIAT, 1984).

1.2.7 Fruto. Es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la sutura dorsal, llamada placental, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras semillas, alternan en la sutura placental. (Fenalce, 1999 – 2007)

1.2.8 Semilla. No posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. Las partes externas más importantes de la semilla son:

- La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo.
- El hilum, que conecta la semilla con la placenta.
- El micrópilo, que es una abertura en la cubierta cerca del hilum. A través de esta abertura se realiza la absorción del agua.
- El rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo.

Internamente, la semilla está constituida por el embrión, formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipócotilo, los dos cotiledones y la radícula.

La semilla tiene una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), de forma y brillo. La combinación de colores también es muy frecuente. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de fríjol (CIAT, 1984).

1.3 ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRÍJOL

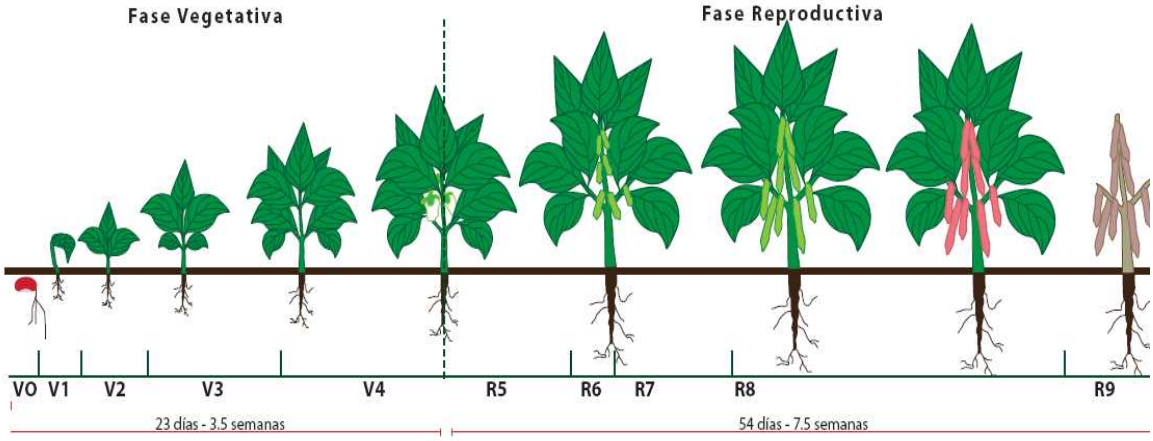
El desarrollo fisiológico de la planta de fríjol se divide en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a la semilla las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. La fase reproductiva, por su parte, está comprendida entre la

aparición de los primeros botones florales o racimos y la madurez de cosecha. (CIAT, 1980).

En el desarrollo de la planta de fríjol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo, cuyo nombre la identifica, y termina donde se inicia el siguiente evento, y así sucesivamente.

La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular. Es decir, **V** si la etapa pertenece a la fase vegetativa, o **R** si pertenece a la fase reproductiva. El número indica la posición de la etapa en la escala. (Figura 1)

Figura 1. Etapas de desarrollo de la planta de fríjol.



Fuente: CIAT 1980.

Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del fríjol son el genotipo y el clima, aunque también influyen otros factores como la fertilidad y las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros. (CIAT, 1980)

Descripción de las etapas de desarrollo

1.3.1 Etapas de la fase vegetativa. Incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada. (Tamayo 1994).

- **Etapa V0 (Germinación):** la semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias; el hipócotilo también crece, y quedan los cotiledones al nivel del suelo.

- **Etapa V1 (Emergencia):** se inicia cuando los cotiledones aparecen a nivel del suelo. El hipócotilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias.

- **Etapa V2 (Hojas primarias):** comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. En un cultivo se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta etapa empieza el desarrollo vegetativo rápido de la planta, durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas. Los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose.

- **Etapa V3 (Primera hoja trifoliada):** se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.

- **Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada)**: se inicia cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas. La primera rama generalmente inicia su desarrollo cuando la planta comienza la etapa 3.

1.3.2 Etapas de la fase reproductivas. En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración. (Tamayo, 1994).

- **Etapa R5 (prefloración):** se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En una variedad determinada, se nota el desarrollo de los botones florales en el último nudo del tallo o la rama; en cambio, en las variedades indeterminadas los racimos florales se observan en los nudos inferiores.

- **Etapa R6 (Floración):** se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

- **Etapa R7 (Formación de las vainas):** en una planta, esta etapa se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

- **Etapa R8 (Llenado de las vainas):** en un cultivo, la etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad. En algunas variedades, las valvas de las vainas empiezan a pigmentarse, lo que generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de la semilla.

- **Etapa R9 (Maduración):** esta etapa es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica. Aquí termina el ciclo biológico de la planta y ésta se encuentra lista para la cosecha. (Tamayo, 1994).

Tabla 1. Etapas de desarrollo de la planta de fríjol.

Fase	Etapa	Código	DDS*
Vegetativa	Germinación	V0	0 -5
	Emergencia	V1	5 -7
	Hojas primarias	V2	7 -11
	Primera hoja trifoliada	V3	11 - 16
	Tercera hoja trifoliada	V4	16 - 23
Reproductiva	Prefloración	R5	23 – 32
	Floración	R6	32 – 36
	Formación de vainas	R7	36 -44
	Llenado de vainas	R8	44 – 62
	Maduración	R9	62 - 77

*DDS: días después de la siembra

Fuente: IICA 2008.

1.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son temperatura y luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

1.4.1 Temperatura. La planta de fríjol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27 ºC. Temperaturas bajas retardan el crecimiento, mientras que altas temperaturas lo aceleran. El fríjol es una especie de días cortos; días largos tienden a causar demora en la floración y en la maduración. (Ríos, Quirós y Arias 2003).

1.4.2 Luz. El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días. Los factores climáticos como temperatura y luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como siembra en épocas apropiadas, para

que la planta tenga condiciones más favorables en su desarrollo. (Ríos y Quirós, 2002).

1.4.3 Agua. Es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. (Ríos y Quirós, 2002).

Una cantidad de agua entre 300 y 400 mm, incluidos riego y precipitación, son suficientes para obtener una buena producción en fríjol. El mayor consumo de agua presenta durante los periodos de floración y formación de grano. (Ríos, Quirós y Arias, 2003). En contraste con lo anterior, las zonas donde se siembra fríjol en Colombia corresponden a los pisos altitudinales premontano (1.000 a 2.000 m.s.n.m) y montano bajo (2.000 a 3.000 m.s.n.m), con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual, y en el caso de tierras cafeteras y de clima frío moderado, son superiores a los 1.000 mm, suficientes para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. (Ríos y Quirós, 2002).

Está demostrado que el fríjol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos, 2002).

1.4.4 Suelos. El fríjol requiere de suelos profundos y fértiles, sueltos a medianos, con buenas propiedades físicas, cuya textura varia de franco – limoso a ligeramente arenoso; tolera bien suelos franco – arcillosos. Crece bien en suelos con pH entre 5.5 a 6.5, topografía plana u ondulada y buen drenaje.

1.5 VARIEDADES DE FRÍJOL

1.5.1 DIACOL Calima. Procede del cruzamiento de las variedades (Perú 5 x Algarrobo) x (Estrada rosado x Algarrobo), periodo vegetativo entre 83 – 87 días, buena distribución de la carga (concentrada en el eje central); días a floración 42, días a madurez fisiológica 85, resistente a la roya y ligeramente tolerante a bacterias y mancha angular e intermedio alto a la antracnosis. Año de liberación 1966.

Características Botánicas:

- Plantas de crecimiento arbustivo, porte erecto, buena disposición de carga.

- Tallo fuerte, el numero de nudos es bajo, de 5 a 10, comúnmente cortos. La altura de las plantas puede variar entre 30 y 50 cm. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo. El sistema radicular tiende a ser fasciculado o fibroso en algunos casos; el tipo pivotante sólo se presenta en algunos casos.

- Flores blancas y numerosas.

- Vainas de color verde con líneas rojas.

- Granos rojo oscuro moteado de crema; forma cilíndrica, de bordes frecuentemente angulares. Tamaño de 15 a 19 mm de largo x 6 a 9 mm de ancho. Peso de 100 semillas 48 gr.

- Adaptación a clima cálido y clima medio. (800 – 1.800 m.s.n.m.)

- Rendimiento comercial de 1.500 a 1.800 Kg. /ha.

- Recomendación de siembra 75 a 80 Kg. /ha en siembra mecanizadas a distancia entre planta de 15 a 20 cm y entre surco de 45 ó 50 cm, en promedio de 7 plantas/metro lineal.

1.5.2 AFR 612. Es una variedad mejorada de fríjol tipo Calima, proviene de la retro cruza entre las variedades G 20554 x (PAD 3 x G 20554), el G 20554 (tostado) es originario de Rwanda (África), color de la semilla amarillo con rojo grande, es de habito crecimiento tipo 1 (hábito determinado arbustivo). El PAD 3 (Línea 23) es originario de Colombia, color de la semilla es rojo mediano.

La variedad AFR 612 presenta hábito de crecimiento tipo 1 (hábito determinado arbustivo), en las plantas de hábito 1 por lo general el tallo es fuerte, el número de entrenudos es bajo, 5 a 10 cm, comúnmente cortos. La altura de las plantas puede variar entre 30 y 50 cm. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo, presenta un periodo vegetativo entre 85 – 90 días, días a floración es de 36, días a madurez fisiológica 85, resistente al virus del mosaico común BCMV, sensible a fotoperiodo, resistente a la antracnosis, intermedio a mancha angular, bacteriosis común y roya.

Características Botánicas:

- Planta de crecimiento arbustivo, porte erecto, buena disposición de carga.
- Flores blancas.
- Vainas de color verde de 10 cm largo, granos promedio 5/vaina.
- Granos rojo moteado. Peso de 100 semillas 43 gr.
- Adaptación a clima cálido y clima medio.
- Recomendación de siembra distancia entre planta de 15 cm y entre surco de 50 ó 60 cm, en promedio de 7 plantas/metro lineal.

1.6 LABORES DE CULTIVO

1.6.1 Preparación del Terreno. Excepto algunas zonas planas del Valle del Cauca y del Huila donde el cultivo de fríjol es en monocultivo mecanizable, la preparación del terreno generalmente se efectúa con bueyes, realizando una ó dos aradas; una ó dos rastrilladas y una melgada ó surcada. El número de estas labores depende del tipo de terreno y del cultivo.

1.6.2 Selección de Semillas. Es la parte más importante en el éxito de cualquier cultivo que se desee implementar, la semilla debe ser proveniente de materiales mejorados (certificada), con el fin de disminuir la dispersión de patógenos.

1.6.3 Siembra. El fríjol arbustivo se siembra a distancias entre surcos de 50 – 60 cm. y 10 cm. entre plantas dejando una semilla por sitio. a 20 - 30 cm. entre plantas, para depositar tres semillas por sitio.

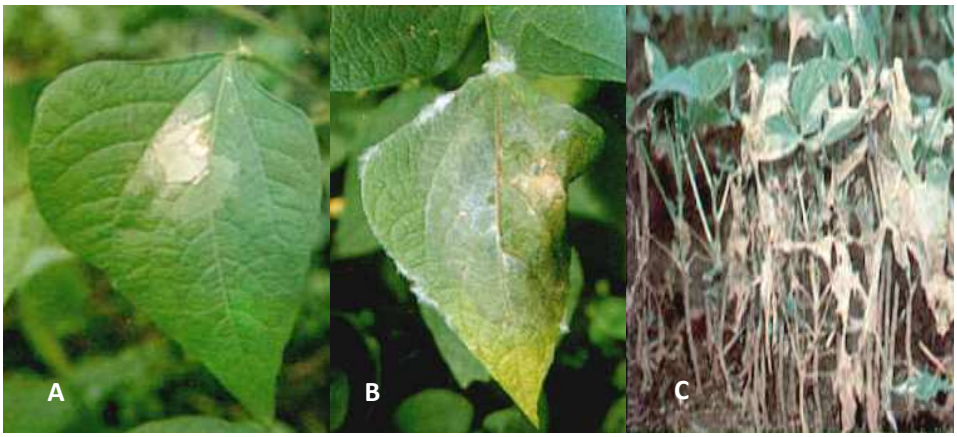
1.6.4 Fertilización. Las dosis de fertilización esta entre 100 – 300 Kg. /ha de abonos compuestos 13-26-6, 10-30-10 ó 15-15-15, y 3 ton/ha de gallinaza. La aplicación se hace a la siembra, ó fraccionada, la mitad al momento de siembra y la otra cantidad la aplican en forma localizada en corona al momento de la primera desyerba.

1.7 ENFERMEDADES LIMITANTES

1.7.1 Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*). La mustia hilachosa, también conocida como telaraña, chasparria, marchitez foliar y "Web-blight" es una enfermedad que predomina en zonas cálidas con humedad relativa alta, sin embargo, también causa daños severos en zonas de clima medio y frío moderado cuando prevalecen lluvias y humedad relativa alta.

Los primeros síntomas aparecen en hojas (Figura 2) (A). Las lesiones crecen rápidamente en condiciones de alta humedad y se unen formando áreas más grandes que pueden cubrir la hoja totalmente (B). Bajo condiciones de clima favorable el micelio del hongo es notorio y se extiende a hojas sanas hasta cubrir pecíolos, flores y vainas formando una masa de micelio y tejido enfermo similar a una telaraña (C). (Tamayo y Londoño,. 2001)

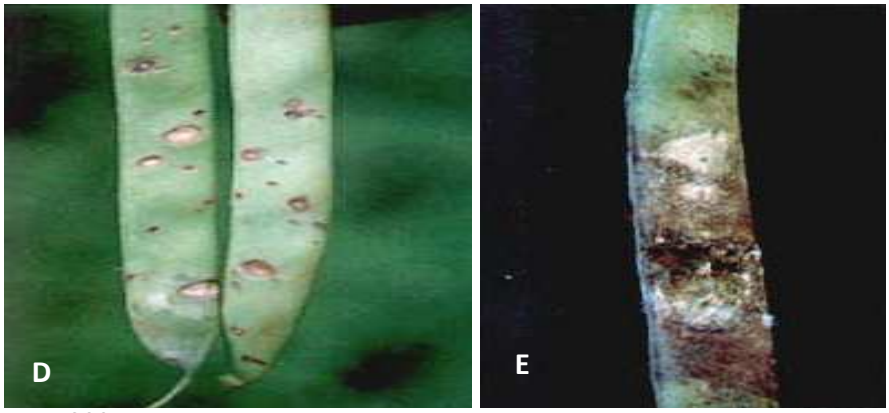
Figura 2. Síntomas de Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) en hojas de fríjol.



Fuente: Tamayo 2001

En las vainas jóvenes, las lesiones son redondas, deprimidas, pequeñas y de color café claro en su borde, con el centro blanquecino (Figura 3) (D). Cuando el hongo progresa cubre totalmente la vaina causando una lesión húmeda (E). El hongo puede infectar las semillas y sobrevivir en el suelo, desde donde puede infectar las plantas de fríjol por las salpicaduras de la lluvia. El micelio también puede sobrevivir en residuos de la cosecha de fríjol y servir como inoculo en cultivos de fríjol recién establecidos.

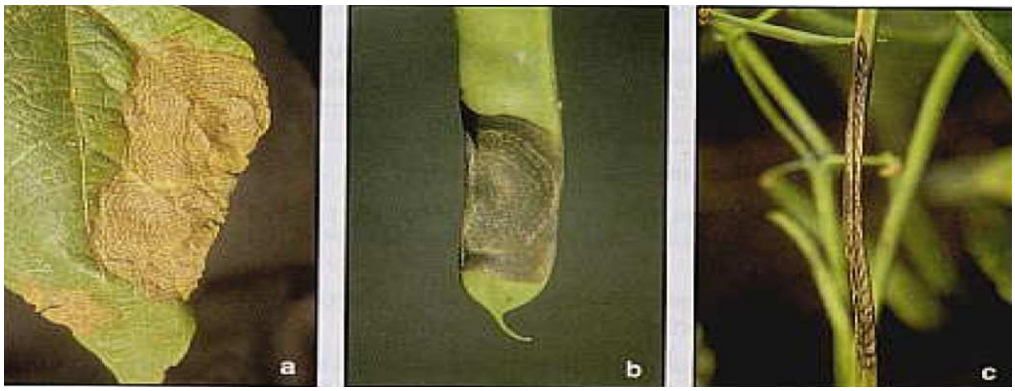
Figura 3. Síntomas de Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) en vainas de fríjol.



Fuente: Tamayo 2001.

1.7.2 Mancha anillada (*Phoma exigua var. Diversispora*). Esta enfermedad es muy severa en muchas regiones de América Latina con más de 1.500 m de altitud, con temperaturas frías a moderadas y de humedad relativa alta. Después de la antracnosis, es la enfermedad más frecuente y que mayores pérdidas causa al cultivo en la zona andina de Colombia. La mancha anillada del fríjol se presenta desde los primeros estados de desarrollo de la planta y en ataques severos puede causar defoliación. Los síntomas se observan inicialmente en las hojas (Figura 4.) (a), también se presentan ocasionalmente en las vainas (b) y en los tallos (c). A partir de la época de floración la enfermedad es más severa. El hongo se puede transmitir en la semilla y sobrevivir en los residuos de la cosecha de fríjol. (Tamayo y Londoño, 2001).

Figura 4. Síntomas de mancha anillada (*Phoma exigua var. Diversispora*) en hojas (a), vainas (b) y tallos(c) de fríjol.



Fuente: Tamayo 1994.

Los síntomas en las hojas inicialmente son lesiones casi circulares, entre colores café y gris a negro, que al crecer tienen la apariencia de un conjunto de círculos concéntricos que pueden contener pequeños picnidios negros. En condiciones ambientales favorables para su desarrollo, estas lesiones crecen rápido y su resultado es, generalmente, una quemadura muy severa de las hojas. (Cardona et al 1982). Algunas de las prácticas recomendadas para el control son: siembra de semilla limpia y tratada, rotación de cultivos, mayor espaciamiento entre cultivos, mayor espaciamiento entre plantas, y aplicaciones foliares de compuestos químicos. (Cardona et al 1982).

1.7.3. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).

- **Taxonomía:**

- Reino: *Fungí*
- Orden: *Melaconiales*
- División: *Deuteromycota*
- Género: *Colletotrichum*
- Especie: *lindemuthianum*

- **Descripción:** este patógeno pertenece al grupo de los hongos *Deuteromicetos*. El estado perfecto o sexual del hongo se ha identificado con *Glomerella cingulata.* El hongo produce micelio septado y ramificado. Los conidióforos producen conidias unicelulares las cuales generalmente tienen forma cilíndrica o de riñón con los extremos redondeados.

- **Importancia:** la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* es probablemente la enfermedad del fríjol común de mayor importancia económica a nivel mundial. Se puede decir que este es el problema de hongos patógenos más crítico que afecta la producción de esta leguminosa. En algunos países la antracnosis es endémica en las zonas productoras de fríjol ubicadas en clima medio y frío moderado, donde ocasiona pérdidas en rendimientos que oscilan entre 38 y 95%.

- **Síntomas:** la antracnosis ataca todas las partes aéreas de la planta, a saber: hojas, tallos, vainas, semillas, pecíolos, pedicelos, sépalos y brácteas florales. Cuando las condiciones son favorables para el desarrollo del hongo, se llega a infectar la semilla en formación hasta en un 50%.(Campos, 1976)

- **En vainas:** se observan en la (Figura 5) los síntomas más característicos y distinguibles; lesiones redondeadas y hundidas de color café claro y luego café oscuro. Cuando la humedad es alta, sobre las lesiones aparece una masa gelatinosa de esporas, de color rosado a anaranjado. Por unión de las lesiones,

las vainas jóvenes se secan rápidamente. Manchas similares se pueden encontrar en peciolos de hojas, tallos y en los cotiledones de plantas jóvenes.

Figura 5. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en Vainas de fríjol.

Fuente: Tamayo 2001.

- **En hojas**: presentan una necrosis marrón oscura de las nervaduras en el envés y manchas elipsoidales de color café rojizo por el haz. (figura 6).

Figura 6. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en hojas de fríjol.

Fuente: Tamayo 2001.

- **Tallo:** se observa lesiones longitudinales de tamaño variable, de color café oscuro, hundido en el centro; cuando abarca todo el tallo, secan por completo la planta. (figura 7).

Figura 7. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el tallo de plantas de fríjol.

Fuente: Tamayo 2001.

- **En semillas:** en ataques más tardíos, las semillas formadas también llegan a infectarse y tienen lesiones ligeramente hundidas de color café oscuro. pueden no aparecer síntomas o presentar manchas oscuras. La semilla infectada sirve de fuente potencial de inoculo primario, aun cuando pierde viabilidad. Al germinar las semillas infectadas el hongo reanuda su actividad. Inicialmente, aparece manchas de color café oscuro a negro en las hojas primarias o dicotiledonareas; luego, con el agua de lluvia o de roció, las esporas escurren hacia la parte baja del tallo o hipocótilo de la planta; de este modo se establece una fuente de inoculo primario que posteriormente causará infección secundaria en plantas sanas. (figura 8)

Figura 8. Ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en la Semilla de fríjol.

Fuente: Tamayo 2001.

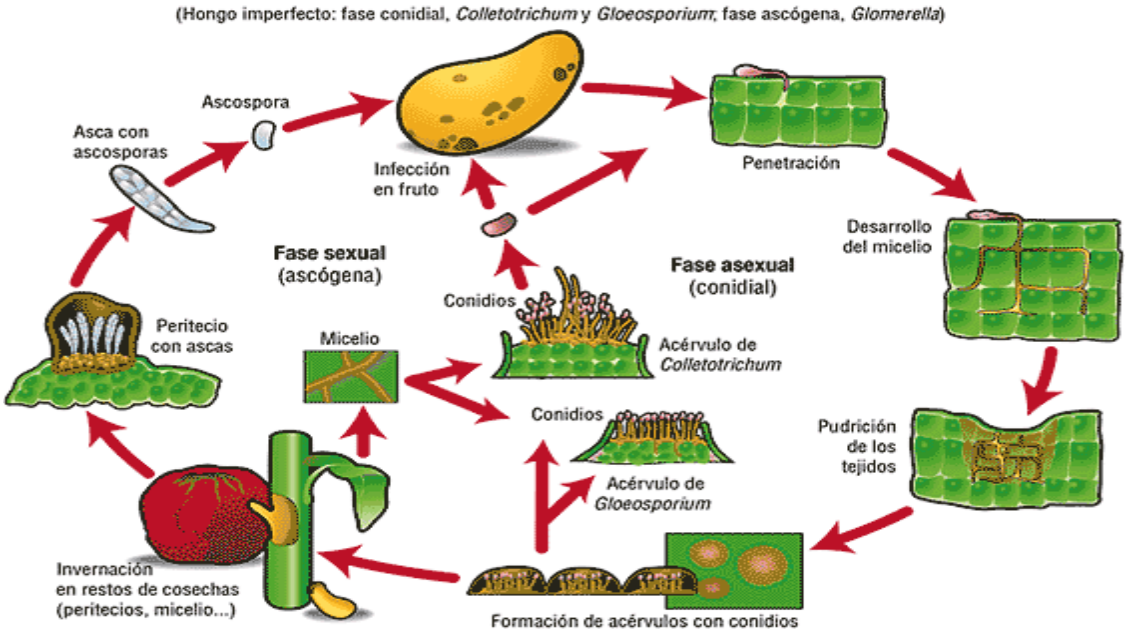
- **Epidemiología:** para que el agente causal de la antracnosis se desarrolle y disemine, se requiere de alta humedad relativa (95%) y de bajas temperaturas (16 a 24 ºC). (Walker, 1973) señala que la temperatura de desarrollo del patógeno es de 13 a 26 ºC, con un óptimo de 17 ºC; arriba de 27 ºC la infección no ocurre, y a temperaturas menores de 13 ºC, se reduce el ataque del hongo. Bajo condiciones de invernadero se ha obtenido infección a 24 ºC y 95% de humedad relativa

proporcionada por medio de cámara húmeda durante 48 horas; los síntomas se presentan siete días después.(Campos, 1976). Se ha observado que el daño causado por antracnosis es más severo en fríjol solo y de espaldera, que en fríjol asociado con maíz. (Montes, 1979). Son varios los medios que ayudan a diseminar este hongo; entre ellos podemos mencionar la salpicadura de agua lluvia, los insectos, el viento, los instrumentos de trabajo, los animales, el mismo hombre, la semilla infectada y el roce de hojas entre sí.

- **Infección:** los conidios de *Colletotrichum lindemuthianum* pueden germinar en cuatro horas en condiciones de alta humedad; se forma un tubo germinativo y apresorio por medio del cual se adhiere a la cutícula del hospedante, y penetra en forma mecánica a través de la cutícula y la epidermis. Después de 192 horas de inoculado el patógeno, sobre las lesiones formadas en la vainas, semilla y hojas se desarrolla el micelio hasta producir acérvulos que rompen la cutícula del hospedante y liberan miles de esporas. (Cárdenas 1976).

- **Diseminación:** en general el hongo inverna en tallos, hojas y frutos enfermos en forma de micelio o espora, en la mayoría de plantas anuales la diseminación se hace por semillas contaminadas con el hongo, en plantas perennes se hace por cancros. Los conidios en clima seco forman masas viscosas, firmes y duras, mientras que en climas cálidos y húmedos forman masas rosáceas, las cuales pueden ser arrastradas o salpicadas por las gotas de lluvia, o simplemente ser transportadas por el viento.

Figura 9. Ciclo de infección de la Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).



Fuente: Pastor 1992.

Medidas de Control para la antracnosis. (*Colletotrichum lindemuthianum*):

- Uso de variedades resistentes.
- El uso de semilla libre de patógeno (certificada)
- Rotación de cultivos.
- Manejo agronómico apropiado.
- Retirar y quemar plantas infectadas.
- Control químico racional (protectantes, curativos).
- Utilización de bioinsumos como una fuente alternativa.

1.8 ANTECEDENTES

HIDALGO, R., ARAYA, C. M. 1993. Investigaron en San Carlos Costa Rica el momento e intervalo óptimo de aplicación de Benomil para el combate de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Phaeoisariopsis griseol*); además, evaluaron el efecto del combate químico sobre los componentes del rendimiento del fríjol. Los tratamientos consistieron en 2 aplicaciones de Benomil (2.5 gr/lt) a intervalos de 2.3 semanas a partir de los 21 días de siembra, dando como resultados el tratamiento con aplicaciones a la 3ra y 6ta semana mostró la mayor producción y la mayor relación beneficio/costo, los mejores resultados se obtuvieron con 2 aplicaciones en las etapas R5 y R7 (prefloración y formación de vainas). El combate químico se consideró económicamente rentable.

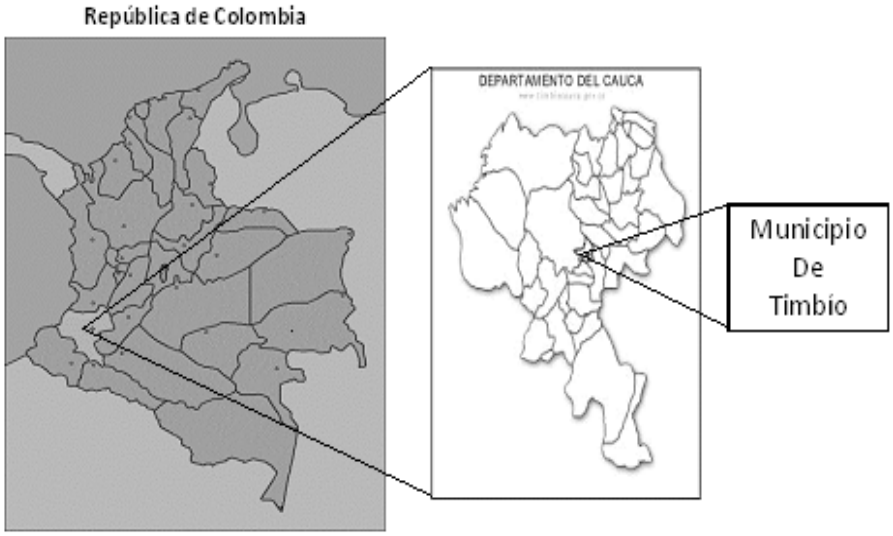
La susceptibilidad o resistencia de nueve variedades mejoradas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) a cinco razas *Colletotrichum lindemuthianum*, fue estudiado por ENCISO C. M., MEJÍA J. A., CABRAL Z. R. 2006, algunas reaccionaron como susceptibles al menos en alguna etapa fenológica en la que fueron inoculados con estas razas; su reacción correspondió a una respuesta debida a su base genética.

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó en dos ciclos de cultivo comprendidos entre los meses de septiembre de 2008 a Marzo de 2009, en la Vereda el Retiro localizada en el Municipio de Timbío, Departamento del Cauca, a una altitud de 1.738 m.s.n.m. con una temperatura promedio entre los 18 y 24 ºC. Timbío está ubicado entre la zona intertropical y cuenta con un clima tropical caracterizado por dos épocas de lluvia y dos relativamente secas durante todo el año. El clima de la zona corresponde a piso térmico templado con precipitación promedio anual de 1555.7 mm, brillo solar 1835.3 horas/año, días de lluvia 186 y humedad relativa de 75.3 %.

Figura 10. Localización del proyecto Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

2.2 MATERIALES

El ensayo se instaló en un área de 159 m^2, de los cuales 51 m^2 se usaron para calles de desplazamiento del personal y 108 m^2 divididos en 12 parcelas, cada una de 9 m^2 para el desarrollo del ensayo. (Figura 11)

Figura 11. Distribución de las parcelas en campo para el Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca

Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

Insumos:

- Aboniza.
- Gallinaza.
- Cal dolomítica 35%.
- Semilla de fríjol Diacol calima.
- Semilla de fríjol AFR-612.
- Benomil (1.5 g/L agua).
- Control 500 SC (2.5 cc/L agua).
- Derosal 500 SC (1 cc/L agua).
- Dithane M-45 (3 g/L agua).
- Fertilizantes 10-30-10.
- Bórax.
- Desinfectante del suelo (Validacin).
- Biopreparados (Caldo de ceniza).
- Oxicloruro de cobre.

Equipos:

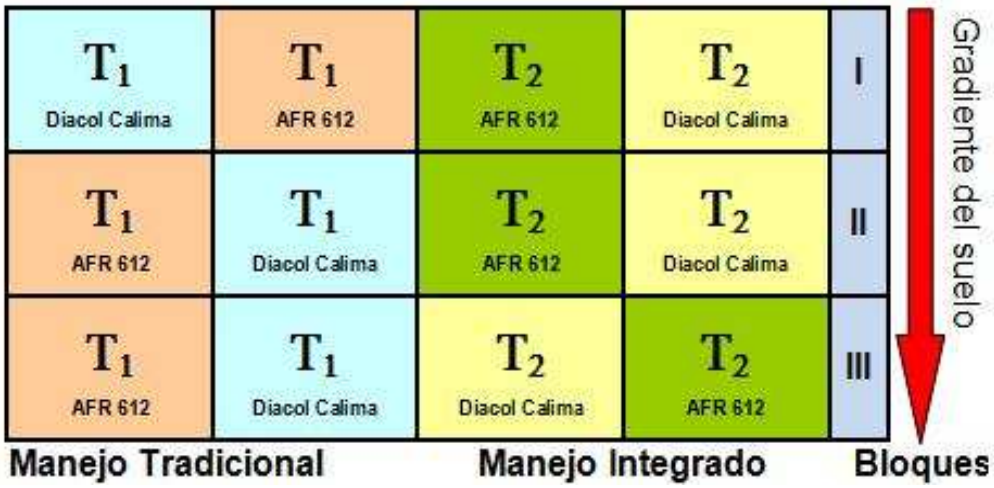
- Bomba de fumigar.(20 L)
- Decámetro.
- Palín.
- Azada.
- Azadón.
- Machete.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con 2 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos estuvieron representados por los dos tipos de manejo de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en campo: T_1 Manejo tradicional y T_2 Manejo integrado para dos variedades de fríjol (*Phaseolus vulgaris*); variedad Diacol Calima y variedad AFR 612. Los bloques representaron las repeticiones y estuvieron determinados por la pendiente del terreno que no es pronunciada pero el relieve es irregular. (Bloque 1: Pendiente alta, Bloque 2: Pendiente media, Bloque 3: Pendiente baja). (Figura 12).

Figura 12. Distribución del diseño BCA en campo para el Manejo Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

.



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

Para el manejo de los dos sistemas se estableció lo siguiente: El Manejo Tradicional cada parcela tuvo 45 sitios para las plantas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) de las variedades Diacol calima y AFR-612 a una distancia de siembra de 0.30 x 0.60 m, utilizando 2 semillas por sitio para un total de 540 plantas/tratamiento.

El Manejo Integrado cada parcela tuvo 90 sitios para las plantas; las distancias de siembra fueron de 0.15 x 0.60 m, utilizando una semilla por sitio para un total de 540 plantas/tratamiento, la diferencia en distancias de siembra se hizo respetando las que usualmente el agricultor implementa y las recomendadas técnicamente para este tipo de semilla.

Para cada tratamiento se realizó un manejo especifico; el Manejo Tradicional es el resultado de entrevistas realizadas a productores de la Vereda El Retiro del Municipio de Timbío (Cauca) y para el Manejo Integrado se tomó como referencia investigaciones realizadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con sede en el Municipio de Popayán, Tamayo (1995) y demás artículos relacionados con el objetivo de este trabajo, como resultado se implementaron las siguientes actividades para cada tratamiento:

2.3.1 Manejo Integrado.

2.3.1.1 Preparación del terreno. Para esta práctica se realizo; análisis de suelos, descapote y picado del terreno, trazado de parcelas, desinfección y fertilización.

- **Análisis de suelo:** Se tomó la muestra representativa del lote experimental y fue enviada a la Secretaria de Agricultura donde se obtuvo el análisis de suelo. (Anexo 3).

- **Descapote y picado:** Se picó el terreno a una profundidad de 30 cm y se niveló para buscar la uniformidad del terreno.

- **Trazado del área:** Se utilizaron 6 parcelas con un área de 9 m^2 y una distancia de 0.5 m entre parcelas, obteniendo un área experimental de 54 m^2 y un área total de 79.5 m^2.

- **Desinfección:** Se utilizó el método de solarización del suelo por 15 días y además la aplicación de un producto químico (Validacin 3% SL) de grado IV en cantidad de 1cc/lt de agua el día antes de la siembra.

- **Encalado:** Según el análisis de suelo, el terreno presentó un grado apropiado de pH (6.7) por lo cual no fue necesario realizar esta actividad. (Anexo 3)

- **Fertilización:** Se realizó con base en el análisis de suelos dando como resultado la aplicación de 2500kg/ha de abono orgánico (aboniza) más 80kg/ha de úrea y 25kg/ha de bórax incorporados al suelo 10 a 15 días antes de la siembra. (Anexo 3)

2.3.1.2 Selección de semilla. Se utilizó semilla de fríjol arbustivo certificada Diacol calima y AFR 612 procedente del CIAT sede Popayán (Cauca).

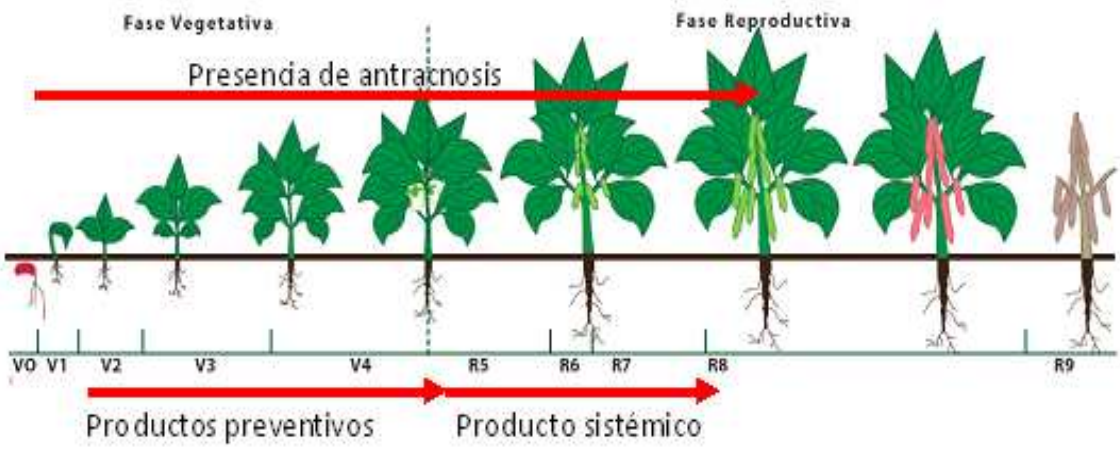
2.3.1.3 Siembra. La siembra se realizo quince días después de haber realizado la preparación del terreno, disponiendo una distancia de siembra de 0.15 m entre planta y 0.60 m entre surcos, depositando una semillas por sitio, para un total de 90 plantas/parcela por 6 parcelas para un total de 540 plantas.

2.3.1.4 Control de arvenses. El fríjol es considerado como un cultivo limpio, la competencia por nutrientes, agua y luz que le hacen otras plantas afectan su rendimiento. Sin embargo, es conveniente tener en cuenta que la planta de fríjol permite manejar cierto nivel de arvenses en las calles, pero deben ser reguladas para que no compitan con el cultivo, favorezcan la retención de humedad y conservación del suelo y sirvan a la vez como reservorio de organismos benéficos. (Ríos y Quirós, 2003)

El control de arvenses se realizó de forma manual, condicionando esta actividad al desarrollo que presente y favoreciendo el normal crecimiento del cultivo de fríjol el cual soporta 21 días de competencia y 28 días libres de arvenses para obtener buenos rendimientos. (Alemán, 1989). Con base en lo anterior se realizarón 2 desyerbas entre los días (18-21) y (40-45) después de la emergencia del fríjol.

2.3.1.5 Manejo de la enfermedad. Es posible establecer y aplicar estrategias de control de una manera integrada, encaminadas a reducir el inóculo de los patógenos, proteger o estimular la resistencia de las plantas y evitar condiciones ambientales favorables a las enfermedades en épocas críticas. (Tamayo, 1995, Cuadro 1). Se realizaron estrategias de manejo de una manera integrada para la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), donde se implemento el uso de semilla limpia, desinfección del suelo (Validacin 1 cc/L), desinfección de equipos y herramientas de trabajo. Se aplicó para el control de la antracnosis productos preventivos como el oxicloruro de cobre (80 g / 20 L agua) y biopreparados (caldo de ceniza 1 L/10 L de agua), estos productos se aplicaron semanalmente de forma alternada en las etapas de cultivo V2, V3 y V4 (hojas primarias, 1ª hoja trifoliada y 3ª hoja trifoliada) y en las etapas R5 hasta R7 (prefloración y formación de vainas) se hicieron aplicaciones de Benomil (Benlate WP) (1.5 g/L agua), a intervalos de 12 días.(Figura 13)

Figura 13. Manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

2.3.2 Manejo Tradicional

2.3.2.1 Preparación del terreno. Dentro de las labores que enmarcan esta práctica encontramos:

- **Arada:** se picó el terreno a la profundidad de la herramienta de trabajo (azada) aproximadamente de 18 a 20 cm y posteriormente la nivelación del terreno.

- **Desinfección:** se practicó el método de solarización, este dependiendo del tiempo que trascurre desde el descapote hasta el momento de la siembra (3 días).

- **Análisis de suelo:** no se realizó porque los productores de la región no implementan esta práctica en la instalación de sus cultivos.

- **Encalado:** se aplicó cal dolomítica al 35% aproximadamente de 100 a 120 g/metro lineal, tomando como referencia de medida la cantidad que el agricultor toma en su mano.

- **Fertilización:** la fertilización es realizada con base en abonos orgánicos al momento de la preparación del terreno gallinaza 3 ton/Ha es decir 300 g/m^2 y fertilización edáfica y foliar con base en productos comerciales como 10-30-10 y 13-26-6 en dosis de 25-30 g/planta, aplicadas al momento de la siembra y 30 días después de la germinación. Se respeto este método de fertilización de los agricultores de la región.

- **Trazado del área:** se utilizaron 6 parcelas con un área de 9 m^2 y una distancia de 0.5 m entre parcelas, obteniendo un área experimental de 54 m^2 y un área total de 79.5 m^2.

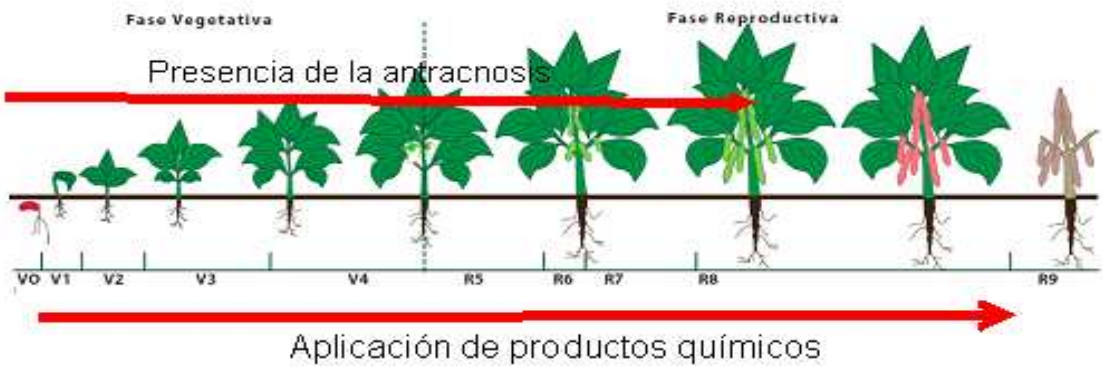
2.3.2.2 Selección de semilla. Se obtuvieron por intermedio de los productores de la Vereda el Retiro (Timbío, Cauca), semillas de Diacol Calima y AFR 612 procedentes de sus cultivos.

2.3.2.3 Siembra. La siembra se realizó momentos después de la encalada y fertilización del terreno, disponiendo una distancia de siembra de 0.30 m /planta y 0.60 m /surcos, depositando dos semillas/sitio, para un total de 90 plantas/parcela por 6 para un total de 540 plantas.

2.3.2.4 Control de arvenses. Esta actividad es similar a la del manejo integrado, los productores se basan en su conocimiento empírico y a la transferencia de tecnología suministrada por personal capacitado; adoptando este conocimiento a sus cultivos; por lo cual se realizaron 2 desyerbas de forma manual, entre los días (20-21) y (43-44) después de la emergencia del fríjol.

2.3.2.5 Manejo de la enfermedad. Mediante la aplicación semanal de fungicidas, Dithane M-45 (Mancozet) (3g/L agua), Derosal 500 SC (1 cc/L agua) y control 500 SC (2.5 cc/L agua) y la mezcla entre productos (Dithane M-45 + control 500 SC); las aplicaciones se realizaron de forma alterna, desde el momento de la emergencia (V1) hasta finalizar la etapa de cultivo R8 (llenado de vainas). (Figura 14)

Figura 14. Manejo Tradicional de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

Tabla 2. Comparación del Manejo Integrado vs. Manejo Tradicional para la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

MANEJO INTEGRADO	MANEJO TRADICIONAL
Análisis de suelos	No realizan esta práctica
Desinfección del suelo (Validacin)	No se realiza esta práctica
Semilla certificada (almacén Agropecuario)	Semilla seleccionada de cosechas anteriores.
Encalado, según el análisis de suelos no fue necesario realizarlo, el terreno presento un pH apropiado (6.7).	Encalado al momento de la siembra en dosis de 100 a 120 gr/m lineal
Fertilización se realizo en base al análisis de suelos.	Fertilización orgánica (gallinaza) en dosis de 3 ton/Ha y fertilización química con 10-30-10 o 13-26-6 en dosis de 25-30 gr/planta.
Aplicación de productos químicos cuando se amerite (sobrepaso del umbral de daño económico).	Dependencia de agroquímicos
Utilización de productos biológicos (biopreparados)	Dependencia de agroquímicos
Menor competencia por nutrientes agua y luz (una planta/sitio), ya que al disminuir la densidad plantas, cada planta obtiene condiciones favorables para desarrollarse.	Mayor competencia por nutrientes (dos plantas/sitio)
Mayor preservación del medio ambiente y del recurso suelo, por la menor aplicación de productos químicos.	Alta contaminación y deterioro del suelo (esterilidad y erosión).

Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

2.4 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta que se midieron en los periodos de evaluación fueron: grado de infestación de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en (hojas, flores y vainas), producción de fríjol y estimación de la relación beneficio /costo en cada tratamiento.

- Para determinar el grado de incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en hojas, flores y vainas, se hizo mediante un conteo en las etapas de cultivo V2, V4 y R6 (1ª hoja trifoliada, 3ª hoja trifoliada y prefloración) y en las etapas R7 (formación de vainas) y R8 (llenado de vainas) para vainas, tomando 15 plantas/parcela y se determino la severidad con base en la escala visual de síntomas adoptada por CORPOICA citado Tamayo (1995).(Tabla 3, Figura 15 y 16), esta escala compara los niveles de daño ilustrados en ella, con el nivel de daño presentes en el órgano de la planta

- La producción de fríjol en cada tratamiento se determinó al momento de la cosecha teniendo en cuenta los componentes de rendimiento (Nº de vainas/planta, Nº de vainas/parcela, peso de 100 semillas y rendimiento grano/parcela), que permitió conocer cuál fue el mejor tratamiento.

- Para estimar la relación costo/beneficio se utilizó un análisis económico mediante método de Presupuestos Parciales, que permite interpretar los resultados obtenidos contrastando los tratamientos entre sí, determinando su viabilidad en términos económicos. Para la realización de esta metodología, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba.

Para esta variable se tuvo en cuenta los siguientes conceptos:

Costos variables ($/ Kg. de fríjol): para cada tratamiento (tradicional e integrado), es el costo de producir un kilogramo de fríjol.

Beneficio bruto de campo ($/ Kg. de fríjol): equivale al kilogramo de fríjol producido durante el experimento, multiplicado por el precio promedio del Kg. de fríjol, al momento del análisis.

Beneficio bruto de campo = (Costos variables) x (kg. de fríjol)

Beneficio neto de campo o balance final (relación costo/beneficio) ($/ kg. de fríjol): se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables Para determinar el costo/beneficio se tiene en cuenta el valor de la producción total de fríjol por tratamiento. Beneficio neto de campo, se obtiene de la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables según la siguiente ecuación:

Beneficio neto = (Beneficio bruto) **-** (Costos variables)

2.5 MUESTREO

Es importante tener en cuenta la etapa de cultivo en donde la enfermedad es más severa para determinar la evaluación del nivel de daño que esta ocasiona, dado que el desarrollo de la antracnosis en el cultivo varía con las condiciones ambientales, la variedad y las prácticas culturales que se realicen.

La frecuencia de toma de datos para las variables antes mencionadas se realizó teniendo en cuenta los estados de desarrollo de la planta de fríjol establecidos por Tamayo (1995), como guía de la época critica para la evaluación del nivel de daño de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*). (Cuadro 1). Se utilizarón las escalas de hojas y vainas como un medio para establecer la severidad de la antracnosis en el cultivo. (Tabla 3, Fig. 15, 16).

Cuadro 1. Época recomendada para la evaluación del nivel de daño de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en frijol.

ESTADOS DE DESARROLLO									
Etapas de Cultivo	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8
Antracnosis			X		X		X	X	X

Fuente: Tamayo 1995.

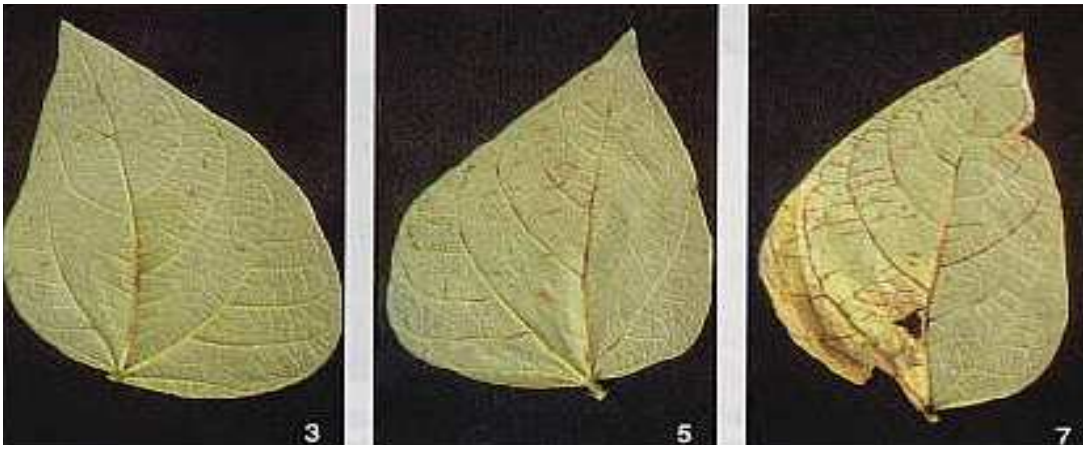
- **Escala para la antracnosis** (*Colletotrichum lindemuthianum)*: se evaluó en etapas V2, V4, R6, R7 y R8. En las etapas V2, V4 y R6 se utilizó la escala para hojas y en las etapas R7 y R8, la escala para vainas. (Tabla 3, Fig. 15, 16)

Tabla 3. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) para hojas y vainas en fríjol.

GRADO	DESCRIPCION
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Presencia de muy pocas lesiones de tamaño pequeño, generalmente en el envés de la hoja o en la vaina, las cuales cubren el 1 % del área foliar.
7	Presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja. También se pueden observar lesiones necróticas en el haz y en los peciolos. En las vainas, presencia de lesiones de tamaño mediano (más de 2mm de diámetro), aunque pueden hallarse algunas pequeñas y grandes, generalmente con esporulación, que cubre aproximadamente el 10 % de la superficie de las vainas.
9	Necrosis evidente en el 25 % o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, peciolo, tallo, rama e incluso en el punto de crecimiento; esta necrosis causa frecuentemente la muerte de la gran parte de los tejidos de la planta. La presencia de chancros cóncavos, numerosos, grandes y con esporulación puede ocasionar la deformación de las vainas, un bajo número de semillas y finalmente la muerte de las vainas.

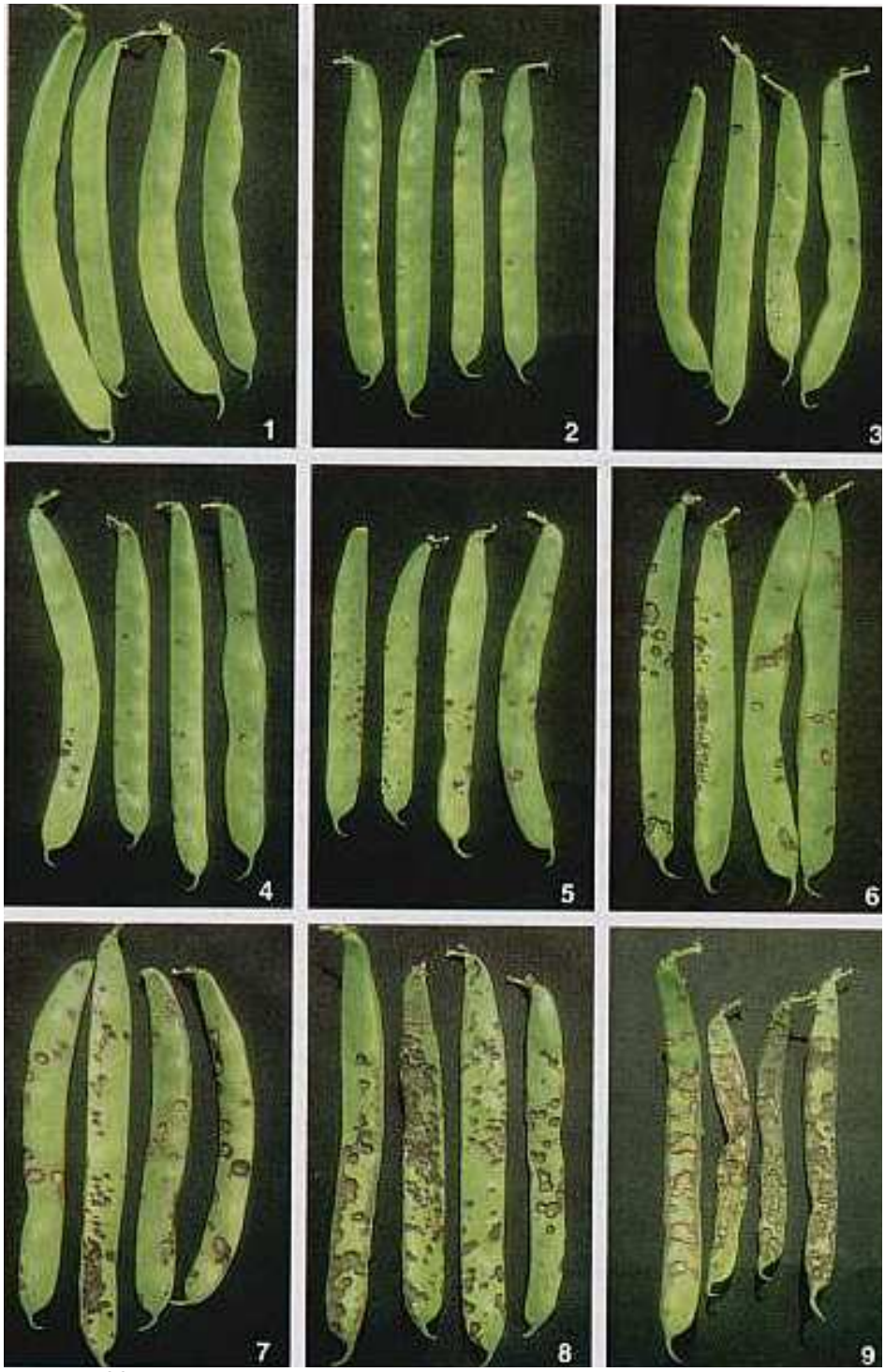
Fuente: Tamayo 1995.

Figura 15. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en hojas de fríjol.



Fuente: Tamayo 1994.

Figura 16. Escala de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en vainas de fríjol.



Fuente: Tamayo 1994.

2.6 ESCALA Y LOS NIVELES DE DAÑO.

La escala de nivel de daño de la antracnosis contiene nueve grados que se agrupan en tres grandes categorías. (Tabla 4).

Tabla 4. Escala de nivel de daño de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* en fríjol.

Grado	Categoría	Ataque	Interpretación
1, 2, 3	Resistente	Bajo	Bueno
4, 5, 6	Intermedio	Medio	Regular
7, 8, 9	Susceptible	Alto	Malo

Fuente: Tamayo 1995

Germoplasma Resistente (Grado 1, 2, 3): es útil como progenitor (fuentes de resistencia) o variedad comercial. **ATAQUE BAJO**.

Germoplasma Intermedio (Grados 4, 5, 6): puede ser útil como variedad comercial. El nivel de daño es limitado. **ATAQUE MEDIO**

Germoplasma Susceptible (Grados 7, 8, 9): no es útil como variedad comercial, ni como fuente de resistencia. El nivel de daño es severo y causa pérdidas considerables en rendimiento. **ATAQUE ALTO**

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se procesaron estadísticamente mediante el empleo del programa estadístico (Statistica 6.0) y las variables fueron evaluadas previamente en su ajuste con la normalidad, por medio de la prueba de Kolmogorov - Smirnov y homogeneidad de varianza; presentando un buen ajuste ($P>0.05$). Para determinar el mejor tratamiento se realizó la prueba de promedio de Tukey ($P\leq0,05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

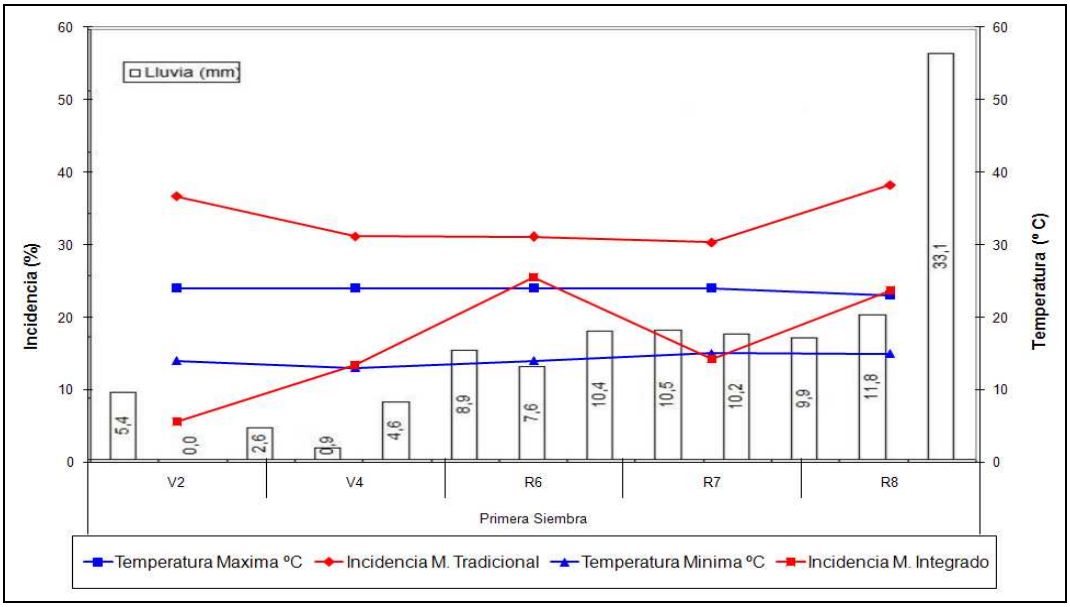
Con el objeto de evaluar los dos tratamientos se realizó análisis de varianza ANOVA (P≤0,05) encontrando que se presentaron diferencias significativas entre los factores de variación: época, tratamiento, variedad, y entre las interacciones época - tratamiento, época - variedad, tratamiento –variedad, época - tratamiento –variedad. No se encontraron diferencias significativas entre bloques (pendiente), lo cual significa que la pendiente no influyó sobre las variables de respuesta y sobre los tratamientos. Las variables de respuesta se agruparon en variables de incidencia y variables de producción: evaluadas en la etapa final.

Las variables % de incidencia en flores, % de incidencia en vainas en R7, % de severidad en R7 y R8, no presentaron diferencias significativas con respecto a las demás variables de respuesta. Las variables de % de incidencia y severidad en las etapas V2, V4, R6, % incidencia en R8 y las variables de producción, % de germinación, promedio de vainas/planta, producción vainas/parcela, rendimiento grano/parcela (g) y peso 100 semillas (g), presentaron diferencias significativas y se realizó prueba de sensibilidad de Tukey. (Anexos 4, 5 y 6).

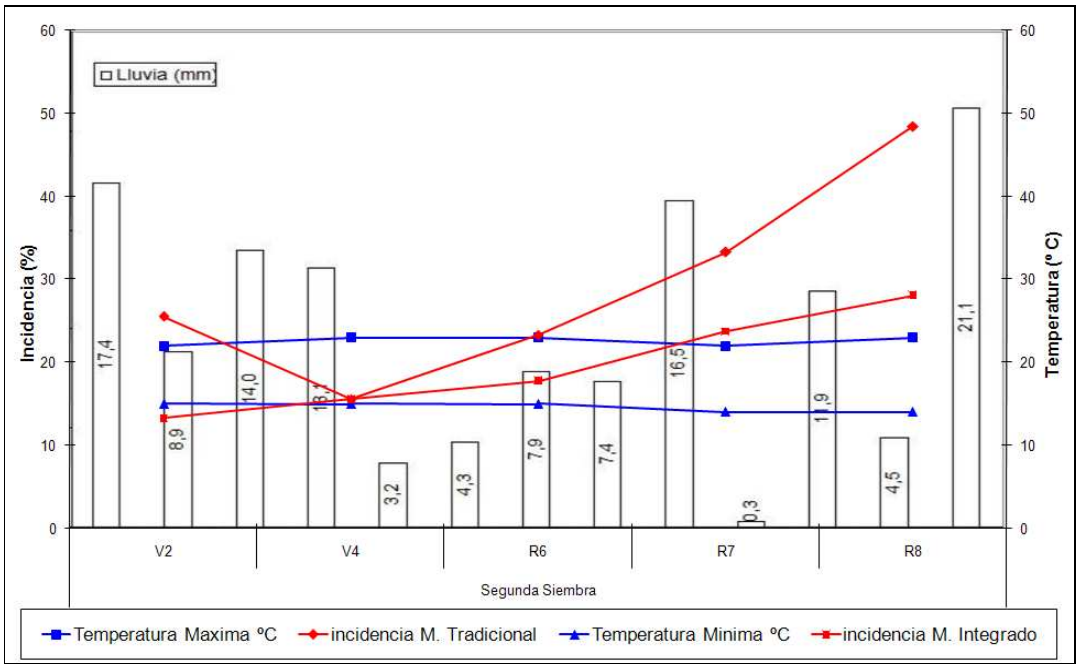
3.1. INCIDENCIA DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) EN FRÍJOL.

La incidencia de antracnosis se determinó con base en la sintomatología visual (Figura 15 y 16), se evaluó en las etapas de cultivo V2, V4 y R6 para hojas y R7, R8 para vainas. La gráfica 1, presenta el comportamiento de los porcentajes de incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) para cada tratamiento (manejo tradicional e integrado), y en la gráfica 2 para las variedades (Diacol calima y AFR-612) y su relación con la temperatura (ºC) y la precipitación (mm), para la primera y segunda siembra, que pudieron influir en el comportamiento de infección del patógeno.

Gráfica 1. Comportamiento de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), para los tratamientos (Manejo Tradicional e Integrado) y su relación con la temperatura (ºC) y precipitación (mm) en las dos épocas de siembra, en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.



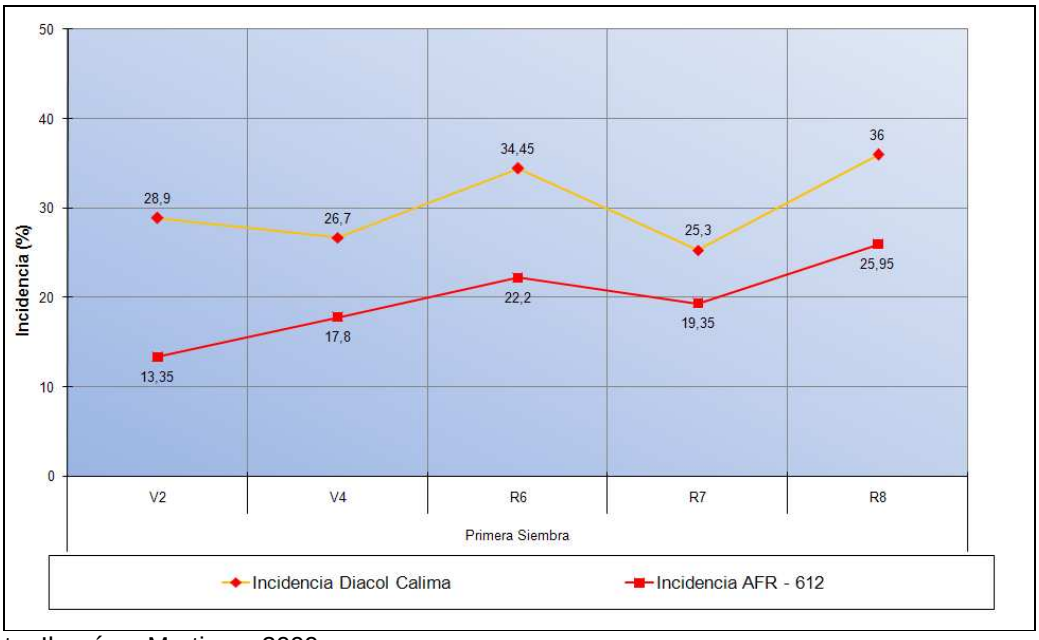
Fuente: Ibagón y Martinez, 2009



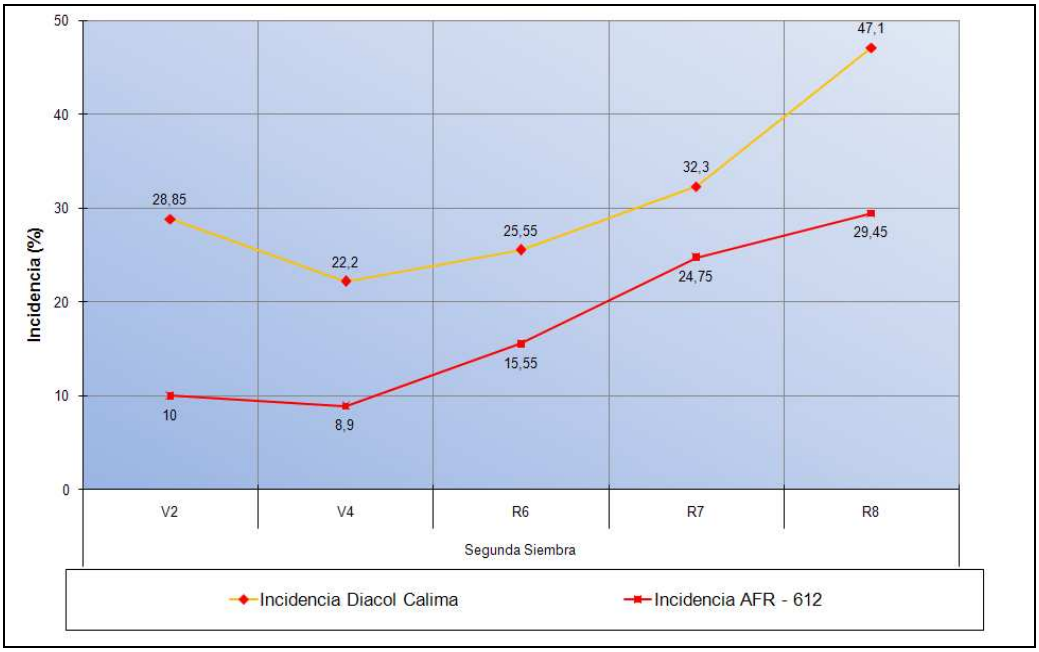
Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

Como se observa en la gráfica 1, los tratamientos (Manejo Tradicional e Integrado) para las épocas de siembra, los índices más altos de incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* se presentaron en el Manejo Tradicional en las etapas de cultivo V2-R8, con relación al manejo integrado. Esto se debe posiblemente a las variaciones climáticas presentadas en el cultivo de fríjol en el primer y segundo ciclo de siembra (precipitación (396.5 mm y 479 mm), rango temperatura (14.2 ºC y 23.8 ºC) y (14.6 ºC y 22.6 ºC) la humedad relativa (83.2 % y 87.8 %) respectivamente) que favorecieron en cierto modo la proliferación de la antracnosis en el cultivo durante la evaluación (Anexo 8). Lo anterior coincide con Corrales, (1995), citado por Botero en (1999), que hace referencia a la gran influencia de las condiciones ambientales para la diseminación del patógeno. Contrario a Garza y Medina, 1984; citado por Waller, J.M. (1992) que menciona que la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) se presenta con mayor severidad durante el período de lluvias, temperaturas máximas de 31℃ y mínimas de 24℃ y con valores de humedad relativa superior al 90 %. En condiciones favorables, la lluvia es el factor más importante que se relaciona con la incidencia y severidad de la enfermedad, sobre todo cuando ocurren precipitaciones de dos a cinco días consecutivos.

Gráfica 2. Comportamiento de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), para las variedades Diacol calima – AFR-612 en las dos épocas de siembra, en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009



Fuente: Ibagón y Martinez, 2009

En la gráfica 2, se observa el comportamiento de la antracnosis en las variedades evaluadas donde los más altos índices de incidencia para la primera y segunda siembra son en la variedad Diacol calima en las etapas V2 – R8, esta alta incidencia pudo estar influenciada por la calidad de semilla, que provenía de cosechas anteriores y no tenia desinfección. Además, al suelo no se le realiza ninguna labor de desinfección, trabajos elaborados por Araya y Gonzales (1979), demostraron que tanto el patógeno *Colletotrichum lindemuthianum* como *Rhizoctonia solani* pueden ser transmitidos por semilla o encontrarse en el suelo en poblaciones considerables. Así mismo, Quirós, Arévalo, Díaz y Ríos. (1997), menciona que la venta de semilla entre productores de la misma zona o zonas productoras diferentes y la variabilidad entre semillas facilitan la diseminación de la antracnosis en las zonas productoras.

Tabla 5. Promedios post Anova Tukey (P≤0,05) para la primera siembra en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Tratamiento	**Manejo Tradicional**		**Manejo Integrado**	
Variedad	**Diacol calima**	**AFR-612**	**Diacol calima**	**AFR-612**
% germinación	62,33[a]	66,67[ab]	88,67[b]	86,33[ab]
% Incidencia hojas en V2	46,67[c]	26,67[b]	11,10[ab]	0,001[a]
Escala de severidad en hojas en V2	3,00[b]	3,00[b]	2,33[ab]	1,00[a]
% Incidencia hojas en V4	35,53[b]	26,67[ab]	17,80[ab]	8,87[a]
Escala de severidad en hojas en V4	3,00[a]	3,00[a]	3,67[a]	2,33[a]
% Incidencia hojas en R6	37,77[b]	24,47[ab]	31,13[ab]	20,00[a]
Escala de severidad en hojas en R6	5,67[a]	5,00[a]	5,00[a]	5,00[a]
% incidencia vainas en R8	43,11[c]	33,36[b]	28,93[b]	18,51[a]
Promedio vainas/planta	14,67[a]	16,00[a]	20,00[b]	16,67[a]
Producción vainas/parcela	730,00[a]	732,00[a]	977,67[b]	802,67[a]
Rendimiento grano/parcela (g)	2174,18[a]	2629,70[a]	1924,38[a]	3113,27[a]
Peso de 100 semillas (g)	86,34[a]	94,70[ab]	84,27[a]	111,15[b]

Valores con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente según Tukey (P≤0,05).

Tabla 6. Promedios post Anova Tukey (P≤0,05) para la segunda siembra en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Tratamiento	**Manejo Tradicional**		**Manejo Integrado**	
Variedad	**Diacol calima**	**AFR-612**	**Diacol calima**	**AFR-612**
% germinación	57,67[a]	86,00[b]	70,67[ab]	94,00[c]
% Incidencia hojas en V2	33,33[c]	17,77[b]	24,47[bc]	2,23[a]
Escala de severidad en hojas en V2	3,00[a]	3,00[a]	3,00[a]	1,67[a]
% Incidencia hojas en V4	20,00[ab]	11,10[ab]	24,47[b]	6,67[a]
Escala de severidad en hojas en V4	3,00[a]	3,00[a]	3,67[a]	2,33[a]
% Incidencia hojas en R6	24,43[ab]	22,23[ab]	26,67[b]	8,90[a]
Escala de severidad en hojas en R6	5,67[a]	5,00[a]	5,67[a]	3,67[a]
% incidencia vainas en R8	52,41[b]	44,50[b]	41,76[b]	14,38[a]
Promedio vainas/planta	12,33[ab]	10,67[a]	15,33[b]	14,33[ab]
Producción vainas/parcela	567,67[a]	661,67[a]	626,33[a]	943,67[b]
Rendimiento grano/parcela (g).	1402,69[a]	2342,99[b]	1360,85[a]	2754,79[b]
Peso de 100 Semillas (g)	85,02[a]	94,48[a]	83,06[a]	113,68[b]

Valores con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente según Tukey (P≤0,05).

3.1.1 Porcentaje de incidencia de antracnosis en hojas de fríjol.

Etapa de cultivo V2 (hojas primarias): se presentaron diferencias significativas en el primer y segundo ciclo de siembra entre los tratamientos y las variedades. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, el tratamiento con los índices más bajos de incidencia fue el manejo integrado para las dos variedades AFR-612 y Diacol calima, con relación al manejo tradicional. (Tabla 5 y 6)

En los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, variedades y época-tratamiento (Anexo 7). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en el manejo integrado con la variedad AFR-612 (0,001%), mientras en el manejo tradicional en la variedad AFR-612 fue (26.67 %) en la primer siembra. (Anexo 4)

Etapa de cultivo V4 (3ª hoja trifoliada). Se presentaron diferencias significativas en el primer y segundo ciclo de siembra entre tratamientos y las variedades respectivamente. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer ciclo de siembra**,** el tratamiento con los porcentajes más bajos de incidencia fue el manejo integrado en las variedades AFR-612 y Diacol calima, con relación al manejo tradicional. (Tabla 5)

Entretanto en el segundo ciclo de siembra, la variedad AFR-612, presentó los porcentajes más bajos de incidencia en los dos tratamientos con relación a Diacol calima, correspondientes al manejo integrado y manejo tradicional presentaron un comportamiento estadísticamente similar. (Tabla 6)

Para los dos ciclos de siembra se presentaron diferencias significativas para la época, tratamientos, variedades y época-tratamiento (Anexo 7). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en el manejo integrado y la variedad AFR-612 (6,67%) en el segundo ciclo de siembra, con relación al manejo tradicional y la variedad Diacol calima (35,53%) del primer ciclo. (Anexo 4)

Las variaciones en el porcentaje de incidencia de la antracnosis en las etapas de cultivo V2 y V4, pudieron estar influenciadas por las condiciones climáticas que se

presentaron durante estas etapas de cultivo, con un rango de temperatura (14.2 ºC a 23.2 ºC y promedio 18.2 ºC); humedad relativa 83.25 % y precipitación de (242 mm) (Anexo 8), condiciones que favorecieron la proliferación del patógeno. Lo anterior coincide con Walker, (1973) quien señala que la temperatura de desarrollo del patógeno es de 13 a 26 ºC, con un óptimo de 17 ºC; arriba de 27 ºC la infección no ocurre, y a temperaturas menores de 13 ºC, se reduce el ataque del hongo. Así mismo es importante establecer prácticas culturales que ayuden a minimizar el daño y la población de patógenos del suelo, como desinfección del suelo, uso de semillas sanas, tratamiento de semilla con productos químicos, practicas agronómicas y culturales que reduzcan la humedad del cultivo como establecer densidades adecuadas, son factores determinantes para minimizar la presencia de la antracnosis en etapas tempranas del cultivo. Resultados similares fueron reportados por Medina, A.C (1970) en donde hace referencia al uso de prácticas culturales y genotipos resistentes.

Etapa de cultivo R6 (Floración). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas para el primer y segundo ciclo entre las variedades. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer ciclo de siembra, los porcentajes más altos de incidencia se presentaron en las variedades Diacol calima y AFR-612 en el manejo tradicional, con relación al manejo integrado respectivamente. (Tabla 5)

Mientras en el segundo ciclo de siembra, el porcentajes más alto de incidencia se presentó en la variedad Diacol calima en el manejo integrado. Mientras, en el manejo tradicional las variedades Diacol calima y AFR-612, tuvieron un comportamiento estadísticamente similar. (Tabla 6)

En los dos ciclos de siembra se presentaron diferencias significativas entre la época, tratamientos y variedades (Anexo 7). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en la variedad AFR-612 con el manejo integrado (20%) en la primer siembra; en la segunda siembra también con AFR-612 con manejo integrado (8.9%). (Anexo 4)

La baja incidencia de antracnosis bajo condiciones de manejo integrado pudo deberse al manejo realizado mediante la aplicación de productos químicos desde la etapa de R5 (prefloración) y durante el desarrollo de las vainas en R7. Otro factor que influyó, fue el uso de semilla sana, observándose plantas con mayor vigor, lo que las hace más tolerantes por la capacidad de desarrollar mecanismos de defensa frente a la enfermedad. Lo anterior coincide con Araya y Gonzales

(1979), quienes afirman que el uso de semilla sana reduce severamente el ataque y/o presencia de la antracnosis en etapas posteriores al cultivo.

3.1.2 Porcentaje de incidencia de antracnosis en vainas de fríjol

Etapa de cultivo R8 (llenado de vainas). Se presentaron diferencias significativas en el primer y segundo ciclo entre los tratamientos y variedades. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en el manejo integrado con las variedades AFR-612 y Diacol calima, con relación al manejo tradicional respectivamente. (Tabla 5 y 6)

Para los dos ciclos de siembra se presentaron diferencias significativas entre la época, tratamiento y variedad (Anexo 7). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en el manejo integrado para la variedad AFR-612 con un comportamiento similar en la primera y segunda siembra (18,51% y 14,58% respectivamente), con relación al manejo tradicional que fue de (52,41%). (Anexo 4)

Estos resultados se deben posiblemente a que en la siembra con manejo tradicional se utilizaron dos plantas/sitio, lo que hace que haya mayor densidad de siembra, teniendo mayor volumen de follaje, produciendo microclimas favorables para el inicio de la enfermedad. Páez citado por Botero (1999) encontró resultados similares en evaluaciones realizadas en tomate de árbol. Por otro lado, la humedad en forma de salpicaduras de lluvia tiene una función importante sobre la distribución y diseminación de conidias de *Colletotrichum* sobre la misma planta u otra. Otro factor que incrementó la incidencia de la antracnosis en la segunda siembra pudo ser ocasionada por las altas precipitaciones (479 mm) que se presentaron durante el ciclo hasta alcanzar etapa R8, el agua no permite que los productos químicos se fijen a la planta lavándolos y disminuyendo la eficiencia de los mismos (Anexo 8), Monzón, (2001) en un ensayo de evaluación de antracnosis en café encontró resultados que hacen alusión a esta afirmación.

3.2. SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) EN EL CULTIVO DE FRÍJOL.

Los datos fueron obtenidos en campo mediante la estimación visual con base en la escala de daño de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Figura 15 y

16) desarrollada por Tamayo, (1995). Se analizaron las etapas de cultivo (V2, V4 y R6) en hojas y (R7 y R8) para vainas en el cultivo de fríjol.

La escala de severidad de la antracnosis en el cultivo de fríjol presentó diferencias estadísticamente significativas solo para la etapa de cultivo V2 (hojas primarias) y no presentó diferencias en las etapas V4, R6 en hojas y R7, R8 para vainas.

3.2.1. Etapa de cultivo V2 (hojas primarias). Se presentaron diferencias significativas solamente para el primer ciclo de siembra entre tratamientos. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer ciclo de siembra, el tratamiento que presentó el porcentaje más bajo de severidad fue el manejo integrado con las variedades AFR-612 y Diacol calima, con relación al manejo tradicional respectivamente. (Tabla 5)

Para los dos ciclos de siembra se presentaron diferencias significativas para tratamientos, variedad y tratamientos-variedad (Anexo 7). El porcentaje más bajo de severidad se presentó en el manejo integrado en la variedad AFR-612 con escala de grado (1), con relación al manejo tradicional en las variedades Diacol calima y AFR-612 que fue de (3). (Anexo 4)

En este rango, según la escala de severidad de Tamayo, (1995) se considera este nivel de daño como bajo y la planta es resistente, en términos generales bueno, es útil como progenitor o variedad comercial (Tabla 4). Esto se explica por los bajos niveles de humedad relativa (76 %) que se presentaron durante la etapa V2 (hojas primarias) (Anexo 8), para el desarrollo de antracnosis es necesario un nivel de humedad relativa superior al 92% según Quirós, Arévalo, Díaz y Ríos (1997). Otros factores que pudieron influir en el bajo porcentaje de severidad de antracnosis fueron las prácticas culturales anteriormente realizadas como: desinfección del suelo y de semilla, que son las principales fuentes de inóculo del patógeno, así mismo, el establecimiento del cultivo con densidades adecuadas de siembra que proporcionan a la plantas condiciones favorables para su desarrollo. Lo anterior es similar a lo reportado por Araya y Gonzales (1979), quienes demostraron que tanto *Rhizoctonia solani* como *Colletotrichum lindemuthianum* pueden ser transmitidos por la semilla o encontrarse en el suelo en poblaciones considerables en el suelo.

3.3. VARIABLES RELACIONADAS CON LOS COMPONENTES DE PRODUCCIÓN

Para la determinación de la producción en cada tratamiento se tuvieron en cuenta las siguientes variables; % de germinación, promedio de vainas/planta, número de vainas/parcela, peso de 100 semillas (g) y rendimiento grano/parcela (g), con el fin de tener una estimación más exacta del rendimiento.

3.3.1 Porcentaje de germinación. Se presentaron diferencias significativas en el primer y segundo ciclo de siembra entre tratamientos y variedades respectivamente. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, los porcentajes de germinación más altos se presentaron en el manejo integrado en las variedades Diacol calima y AFR-612, con relación al manejo tradicional respectivamente. (Tabla 5 y 6)

Para los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, variedad y época-variedad (Anexo 7). Los porcentajes más altos de germinación se presentaron en el manejo integrado para la variedad AFR-612 (94%), con relación al manejo tradicional (66,67%). (Anexo 4)

La baja germinación del manejo tradicional pudo haber sido causada por la calidad de la semilla, muchas de ellas provenían de cosechas anteriores y no se les realizaba desinfección igual sucedía con el suelo, trabajos realizados por Araya y Gonzales (1979), demostraron que tanto *Rhizoctonia solani* como *Colletotrichum lindemuthianum* pueden ser transmitidos por la semilla o encontrarse en el suelo en poblaciones considerables. Voisest y Desset (1991) citado por Quirós, Arévalo, Díaz y Ríos (1997), platean que la emergencia está ligada al vigor de la semilla y a las propiedades del suelo como la humedad y la fertilidad del mismo.

3.3.2 Promedio vainas/planta. Se presentaron diferencias significativas en el primer ciclo entre tratamientos y tratamientos-variedad y en el segundo ciclo de siembra entre tratamientos. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, los promedios más bajos de vainas/planta, se presentaron en el manejo tradicional con las variedades Diacol calima AFR-612, con relación al manejo integrado. (Tabla 5 y 6)

Para los dos ciclos de siembra los promedios más bajos de vainas/planta se presentaron en el manejo tradicional en la variedad Diacol calima (10,67 vainas promedio) en la segunda siembra, con relación al manejo integrado y la variedad Diacol calima (20 vainas promedio) en la primer siembra. (Anexo 4)

La diferencia entre épocas se debe a que para la primera siembra el terreno tenía un descanso de 9 meses, que favorecieron la acumulación de nutrientes y aporte de microorganismo benéficos al cultivo. Otro factor que influyó en la diferencias en número vainas/planta pudo ser causada por la solarización a la que fueron sometidos el suelo en cada tratamiento durante la primer siembra, ya que esta labor incrementa en cierta medida los rendimientos de producción. Similar a lo reportado por Powels y Lépiz citado por Ríos y Quirós (2002), en ensayo sobre el efecto de la solarización en el rendimiento y control de las malezas en fríjol. Durante la solarización de la primera siembra tanto la temperatura como las horas sol fueron significativamente superiores a las de la segunda siembra (Anexo 8). A pesar de que en las primeras etapas de cultivo (V0, V2 y V4) en la primera siembra, la precipitación estuvo por debajo de los requerimientos óptimos (V0 a V4 120 mm) experimentales (V0 a V4 18.5 mm), no influyeron en la producción promedio vainas/planta. Sin embargo la precipitación total hasta la etapa R8 (396.5 mm) se acerca al óptimo (400 mm) según Jaramillo (1989) citado por Ríos y Quirós (2002), lo que al parecer compensó el déficit hídrico inicial. En contraste con la segunda siembra durante las etapas iníciales (V0, V2 y V4) donde la precipitación ascendió a 224 mm y la total hasta la etapa R8 fue de 479 mm.

El promedio de vainas/planta pudo también estar influenciado por las distancias de siembra utilizadas para cada tratamiento; integrado (0.15 m X 0.60 m utilizando 1 semilla/sitio) y el tradicional (0.30 m x 0.60 m utilizando 2 semillas/sitio) haciendo que se presente una mayor competencia por nutrientes en el manejo tradicional y limitando el potencial genético de cada variedad. Similar a White (1985), que al disminuir el número de plantas por área aumenta el número de vainas/planta y granos/vaina, ya que al disminuir la densidad poblacional cada planta obtiene condiciones favorables para desarrollarse, minimizando la competencia por nutrientes, agua y luz, efectuándose de esta manera el efecto de compensación entre los componentes. Así mismo White (1989), afirma que los patrones de comportamiento de vainas/planta difieren significativamente entre genotipos con distintas arquitecturas de planta y hábitos de crecimiento; probablemente, los resultados obtenidos se deban a esta aseveración, ya que las variedades en estudio presentaron el mismo hábito de crecimiento (tipo arbustivo).

3.3.3 Producción vainas/parcela. Se presentaron diferencias significativas en el primer ciclo entre (tratamientos, variedad y tratamientos-variedad) y en el segundo ciclo de siembra entre (tratamientos y variedades). (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, la producción de vainas/parcela con los valores más altos se presentaron en el manejo integrado con las variedades Diacol calima y AFR-612, en referencia al manejo tradicional respectivamente. (Tabla 5 y 6)

Para los dos ciclos de siembra la producción de vainas/parcela con los valores más altos presentaron un comportamiento similar en el manejo integrado con las variedades Diacol calima y AFR-612 (977.67 y 943.67 vainas en la primera y segunda siembra respectivamente), con relación al manejo tradicional y la variedad Diacol calima (567,67 vainas). (Anexo 4)

Pastor y Tu citado por Hidalgo y Araya (1993), señalan que la antracnosis es más severa en las etapas de floración (R6), formación de vainas (R7) y llenado de vainas (R8). En floración, los cambios fisiológicos ocurridos en las plantas en cuanto a producción de hormonas y azúcares favorece el desarrollo de la enfermedad; allí una alta severidad de la enfermedad conlleva a la reducción en el número de vainas y baja producción, debido a la caída de flores y vainas en formación.Esto destaca la importancia de las aspersiones con Benomil en las etapas de cultivo R5 (prefloración) a R7 (formación de vainas), que favorecieron la protección de la planta y se disminuyó la severidad de la antracnosis, favoreciendo en cierto modo la floración y posteriormente la obtención de un número mayor de vainas sanas. Otro factor determinante fue el uso variedades con alta expresión genética.

3.3.4 Rendimiento grano/parcela (g). Se presentaron diferencias significativas entre las variedades para el primer y segundo ciclo de siembra. (Anexo 5 y 6).

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, los más altos rendimientos se presentaron en la variedad AFR-612, con relación a la variedad Diacol calima para el Manejo Integrado y Tradicional respectivamente. (Tabla 5 y 6)

Para los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias significativas entre época y variedades (Anexo 7). Los más altos rendimientos se presentaron en la variedad AFR-612 con 3113.27 g bajo Manejo Integrado en la primera siembra. (Anexo 4)

Márquez (1991) citado por Vallejo y Martínez (2004 – 2005), menciona que el rendimiento es un carácter cuantitativo y está controlado por varios o muchos genes, siendo el producto de la interacción de los factores ecológicos y el genotipo

de la planta; es función de varias características anatómicas y morfológicas, que tienen que ver con el número de vainas/rama, el número de vainas/planta, número de semillas/vaina y el peso de la semilla.

A pesar de que la variedad Diacol calima arrojó los mejores resultados para las variables promedio vainas/planta y producción vainas/parcela, su rendimiento en grano estuvo por debajo de la variedad AFR-612, debido a que el tamaño de vaina del Diacol calima (8 cm promedio), era más pequeño que la del AFR-612 (10 – 12 cm promedio) por lo tanto el número de grano fue menor. Así mismo Bidwell citado por Vallejo y Martínez (2004 – 2005) aseguran que la gran producción de vainas/planta hace que la planta tenga mayor desgaste y produzca menor cantidad de granos y en tamaño más reducido.

Otro factor que pudo afectar positiva o negativamente el rendimiento de grano/parcela es el ambiental, es decir que el ambiente bien pudo afectar positivamente al rendimiento grano disminuyendo el carácter semillas/vaina o que el ambiente afecto positivamente a las semillas/vaina y negativamente al carácter rendimiento grano/parcela. Así mismo Espitia, (2005), menciona que el coeficiente de correlación ambiental entre el rendimiento/parcela y las semillas/vaina se presenta sólo cuando el ambiente favorece un carácter en detrimento del otro. White (1989), expresa que bajo un determinado régimen climático, fertilidad de suelos y disponibilidad de agua, el cultivo es manejado para proveer las mejores condiciones de crecimiento y que los efectos de las plagas y enfermedades son minimizados o están completamente ausente.

3.3.5 Peso de 100 semillas (g). Se presentaron diferencias significativas para el primer ciclo entre variedades y en el segundo ciclo de siembra entre variedades y tratamientos-variedades. (Anexo 5 y 6)

Durante el primer y segundo ciclo de siembra, el mayor peso de 100 semillas se presentó en la variedad AFR-612 en el manejo integrado y tradicional, en referencia a la variedad Diacol calima respectivamente. (Anexo 4 y 8)

Para los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, variedad y tratamiento-variedad (Anexo 7). El mayor peso de 100 semillas presentó un comportamiento similar en el manejo integrado con la variedad AFR-612 (111.15 g y 113.68 g de la primera y segunda siembra respectivamente), en referencia con la variedad Diacol calima del manejo integrado y tradicional en la primera y segunda siembra, que presentaron un comportamiento estadísticamente similar. (Anexo 4)

Las diferencias entre variedades pudieron deberse al factor genético y su interacción con los factores medioambientales que favorecieron en cierta medida la expresión de sus características productivas. Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que el manejo integrado con la implementación de diferentes prácticas culturales, utilización de semillas sanas y la aplicación de productos preventivos (caldo de ceniza y oxicloruro de cobre) y sistémicos (Benomil), fueron superiores al manejo tradicional por presentar semillas más grandes y de mayor peso. Resultados similares han sido obtenidos por Gonzales, Rodríguez y Rolín, citados por Hidalgo y Araya (1993), Bidwell, (1979), expresaron que el peso de la semilla es condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a la semilla durante la fase vegetativa de la planta. Además de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente, es también un carácter influenciado por factores hereditarios (Marini et., 1993) citado por Vallejo y Martínez (2004 – 2005). Singh, (1985) señala que el peso de 100 semillas es un carácter que está determinado por el tamaño de los granos, que a su vez esta determinado con el largo, grueso y densidad del mismo. Bravo (1969), citado por Enríquez (1977), expresa que existe tendencia a reducir el número de vainas/planta y granos/vaina cuando se aumenta la población de plantas por área, provocando un incremento en el peso de 100 semillas.

3.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la determinación del análisis económico se tuvo en cuenta la relación costo/beneficio para cada tratamiento mediante el método de presupuestos parciales, que permite interpretar los resultados obtenidos contrastando los tratamientos entre sí, determinando su viabilidad en términos económicos; para la realización de esta metodología, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba.

3.4.1 Costos variables. Los costos variables de los tratamientos (tradicional e integrado) son el resultado de relacionar los costos totales de cada tratamiento sobre la producción total, obteniendo el precio del kilogramo de fríjol (experimental). (Cuadro 2 y 3)

Cuadro 2. Costos variables del **Manejo Tradicional** para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

.Ítem	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/ciclo	V/Total dos ciclos
Insumos					
Cal dolomítica	kg	9	12000	2160	4320
Gallinaza	kg	16,2	12000	5400	10800
Semilla	kg	0,4	5000	2000	4000
10-30-10	kg	13,5	2200	29700	59400
Derosal 500 SC (1 cc/lt agua)	frascos	0,5	7500	3750	7500
Dithane M-45 (3gr/lt agua)	kg	0,27	13000	3510	7020
Control 500 SC (2.5 cc/lt agua)	cc	225	15000	6027	12054
Subtotal				**52547**	**105094**
Actividades					
Fumigación	jornal	0,5	12000	6000	12000
Fertilización	jornal	0,25	12000	3000	6000
Subtotal				9000	18000
TOTAL				61547	**123094**
Costo de producir (kg) fríjol					**$ 4799**
Producción fríjol en las dos siembra (kg)					25,65

Cuadro 3.Costos variables del **Manejo Integrado** para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Ítem	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/ciclo	V/Total dos ciclos
Insumos					
Bórax	kg	0,138	2000	276	552
Aboniza	kg	13,5	12000	3240	6480
Semillas	Kg	0,4	7000	2800	5600
10-30-10	kg	0,432	2200	950	1900,8
Validacin	cc	54	16000	3456	6912
Oxicloruro cobre (4 g/lt agua)	kg	0,16	7000	1120	2240
Benomil (1.5 g/lt agua)	g	90	6500	5850	11700
Caldo de ceniza (1 lt/10 lt agua)	L	2	1000	500	1000
Subtotal				**18192,4**	**36384,8**

Ítem	Unidad	Cantidad	V/Unitario	V/ciclo	V/Total dos ciclos
Actividades					
Análisis de suelos	--------	1	22500	22500	45000
Desinfección del suelo *	Hora*	1	12000	1500	3000
Fumigación	Jornal	0,5	12000	6000	12000
Subtotal				30000	60000
TOTAL				48192,4	**96384,8**
Costo de producir (kg) fríjol.					**$ 3510**
Producción fríjol en las dos siembra (kg)					27,46

*Trabajo diario en campo (8 horas).

Cuadro 4. Interpretación en porcentaje para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Tratamientos	Costo/Total	Porcentaje	Aumento de costo/tratamiento
Manejo Tradicional	123094	100 %	0 %
Manejo Integrado	96384,8	78,30 %	- 21,7 %

Fuente: Ibagon y Martinez, 2009

La interpretación en porcentaje permite identificar las diferencias entre los tratamientos (manejo tradicional y el manejo integrado) en cuanto a costos de producción de fríjol, estos valores se obtienen tomando el costo del manejo tradicional como el 100%, con base a éste se obtiene el porcentaje de costo de producción fríjol del manejo integrado.

Teniendo en cuenta el porcentaje de costo de producción de fríjol, se obtiene el valor que indica una reducción o aumento del costo de producción de fríjol del manejo integrado con respecto al manejo tradicional.

Los resultado indican que la relación beneficio/ costo (Cuadro 4) es rentable para el manejo integrado en comparación con el manejo tradicional. El costo de producción de fríjol del manejo integrado es un 21.7 % menor en relación al manejo tradicional. Este resultado se debe a que el manejo tradicional se emplearon una mayor cantidad de productos químicos con una frecuencia alta de aplicaciones (12), en relación con el manejo integrado donde se realizaron menor frecuencia de aplicaciones (6), manejando productos preventivos (caldo ceniza y

oxicloruro de cobre) y productos de acción sistémica (Benomil) de bajo costo. Otro factor que influyó en la baja rentabilidad en el manejo tradicional fue la baja producción obtenida, que comparada con los costos de establecimiento del cultivo arrojaron la menor relación beneficio/costo.

3.4.2 Beneficio bruto de campo. El beneficio bruto de campo para cada tratamiento es el resultado del total de fríjol (kg.) producido durante el ensayo por el precio promedio del kilogramo de fríjol en el mercado. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Beneficio bruto en campo para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Tratamiento	Producción fríjol (kg)	Precio ($)/kg	Beneficio Bruto en campo ($)	%	Diferencia
Manejo Tradicional	25,65	4000	102.595	100%	0%
Manejo Integrado	27,46	4000	109.840	107,06%	7,06%

Fuente: Ibagon y Martinez, 2009

Según el Cuadro 5, Se observa diferencia entre el manejo integrado respecto al manejo tradicional; el manejo integrado obtuvo beneficios económicos del 7.06% en relación al tradicional.

3.4.3 Beneficio neto de campo o balance final. El beneficio neto de campo para cada tratamiento es el resultado de la diferencia del beneficio bruto de campo y los costos variables, para determinar la rentabilidad de los tratamientos (tradicional e integrado). (Cuadro 6).

Cuadro 6. Beneficio Neto o Balance final para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)*, en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Tratamiento	Beneficio Bruto en campo ($)	Costos Variables ($)	Beneficio Neto de Campo ($)
Manejo Tradicional	102.595	123.094	-20.499
Manejo Integrado	109.840	96384,8	13.455

Fuente: Ibagon y Martinez, 2009

Se observó que el manejo tradicional presentó un beneficio neto de campo ($) del (- 20.499), lo cual representa pérdidas económicas para el productor en relación con el manejo integrado el cual obtuvo un beneficio neto de campo ($) de 13,455. Es importante tener en cuenta que se pueden obtener rendimientos productivos favorables, mediante la implementación de prácticas culturales que hacen más eficiente el rendimiento económico del cultivo.

3.5 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA UNA HA DE FRÍJOL

La estimación de los costos para el establecimiento de 1 Ha de fríjol se hizo con base en los costos de producción que se utilizaron para cada una de los tratamientos manejo tradicional e integrado en la fase de investigación (Cuadro 2 y 3).

- **MANEJO TRADICIONAL**

Costo establecimiento:

Si en $54\ m^2$ ———— $ 123094
$10000\ m^2$ X = $ 22`795.185 establecer 1 Ha/fríjol.

Estimativo producción fríjol/Ha:

Si en $54\ m^2$ ———— 25.65 kg fríjol
$10000\ m^2$ X = 4750 kg fríjol/Ha

Costo pdx kg fríjol/Ha	= $ 22`795.185 / 4750 kg fríjol/Ha	= $ 4798
Beneficio Bruto campo/Ha	= 4750 kg * $ 4000 kg	= $19`000.000
Beneficio neto campo/Ha	= $19`000.000 - $ 22`795.185	**= - $3`795.185**

- **MANEJO INTEGRADO**

Costo de establecimiento:

Si en $54\ m^2$ ———— $ 96384,8
$10000\ m^2$ X = $ 17`849.037 establecer 1 Ha/fríjol.

Estimativo producción fríjol:

Si en $54\ m^2$ ———— 27.46 kg fríjol
$10000\ m^2$ ———— x = 5085 kg fríjol/Ha

Costo pdx kg fríjol/Ha	= $ 17`849.037 / 5085 kg fríjol/Ha	=	$ 3510
Beneficio Bruto campo/Ha	= 5085 kg * $ 4000 kg	=	$20`340.000
Beneficio neto campo/Ha	= $ 20`340.000 - $ 17`849.037	=	**$2`490.963**

Para el establecimiento de una Ha de fríjol el beneficio neto de campo en el manejo integrado es más rentable con $2`490.963 en relación al tradicional que obtiene pérdidas de $3`795.185.

4. CONCLUSIONES

- Al evaluar el Manejo Integrado y el Manejo Tradicional para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fríjol de las variedades Diacol calima y AFR-612, se demostró que el Manejo Integrado arrojó los mejores resultados con relación al Manejo Tradicional al disminuir los costos de producción y mejorar la producción de grano.

- Se determinó que la variedad Diacol calima del manejo tradicional presentó los porcentajes de incidencia más altos de antracnosis en las etapas de cultivo V2, V4 y R6 para hojas y R8 en vainas de fríjol.

- La variedad AFR-612 evaluada en el Manejo Integrado, presentó los porcentajes más bajos de incidencia de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* y mayores rendimientos productivos.

- Se observó que el costo/beneficio para el manejo de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) fue mejor en el Manejo Integrado, al arrojar los costos de producción más bajos y una rentabilidad (7,06 %) mayor que el manejo tradicional.

- Con el solo hecho de sembrar genotipos tolerantes a antracnosis, se obtienen beneficios significativos que se reflejan en la productividad del cultivo. Entre ellos: Disminución en el número de aspersiones de fungicidas, lo que redunda en una reducción de los costos de producción. Como consecuencia de la disminución en el número de aplicaciones, se genera un menor impacto al ecosistema y los riesgos de residualidad de agrotóxicos en el fríjol se minimizan.

- El manejo químico constituye una herramienta importante del manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum).* Para ello es importante considerar que existen épocas o estados fenológicos en los cuales el patógeno no es controlado por otros métodos y en ese caso los fungicidas son oportunos para evitar el desarrollo del patógeno.

5. RECOMENDACIONES

- Con la implementación del Manejo Integrado y conociendo las etapas de cultivo en donde la antracnosis es más severa, se disminuiría en gran medida el número de aspersiones de fungicidas con el consecuente beneficio desde el punto de vista económico, ecológico y de salud pública.

- El origen de la semilla y el tratamiento de estas con fungicidas, en la incidencia de la enfermedad, se debe considerar tomando en cuenta que el patógeno puede ser transmitido por la semilla, pero puede también encontrarse en poblaciones considerables en el suelo, por tal razón es importante establecer como prácticas preventivas las establecidas en el Manejo Integrado como: utilización de semilla certificada, genotipos resistentes y desinfección del suelo, que hacen que la planta exprese mejor sus características y sea tolerante al ataque de patógenos.

- Se recomienda para la Vereda el Retiro la siembra de la variedad AFR-612, ya que se comportó como la de más alto rendimiento por planta, debido al mayor vigor y tamaño de ésta, las plantas provenientes de estas semillas presentaron una menor incidencia de antracnosis en etapa vegetativa y un mayor grado de tolerancia en etapa reproductiva.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMAN, Z. Umbral de los periodos de competencia de malezas en fríjol. Swedisch University of Agricultural Sciences. Crop Production Science No 4.42p. En: Resúmenes analíticos sobre fríjol, volumen XV, No 3 (1990).1989

ARAYA, C. M.; GONZALEZ, C. L. Efecto de la época de producción y del tratamiento de semilla en el vigor y sanidad de plantas de fríjol. Nota técnica, Agronomía Costarricense. 3 (2).1979. 204 p.

BIDWELL, R. G. Fisiología vegetal. 1ra. Edición Español. Ast. México, D.F. 1979. 784 p.

BOTERO, M. J. Estudios biológicos y epidemiológicos de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en tomate de árbol y desarrollo de alternativas para su manejo integrado en Colombia "subproyecto estudio de la interacción biológica de microorganismos relacionados con Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. Sacc., agente causante de la antracnosis en tomate de árbol (*Solanum betacea* (Cav.) Sendt. Informe parcial de tesis M. Sc. 1999.

CAMPOS, A. J. Informe anual 1976 del programa de fitopatología, SARH. INIA. Campo Agrícola Experimental "El Horno", Chapingo, (México): INIA, 1976.

CÁRDENAS, S. E. Cambios anatómicos en la semilla *Phaseolus vulgaris*, durante la inspección por (*Colletotrichum lindemuthianum*). Chapingo, (México). 1976. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de posgraduados.

CARDONA, C et al. Problemas de campo en los cultivos de fríjol en América Latina. 2ª. Ed. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1982, 100 p.

CIAT, CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Morfología de la planta de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, 1980.

CIAT, CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL Descripción botánica y etapas de desarrollo (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, 1984.

ENCISO C. M., MEJÍA J. A., CABRAL Z. R. Reacción de variedades mejoradas de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L) a razas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn) Scribner. Zaragoza, 2006. Maestría de Biología experimental. Unidad académica de biología experimental.

ENRIQUEZ, A. G. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de fríjol, diferentes de enfermedades e insectos. Turrialba Costa Rica: CATIE, 1977. 27 p.

ESPITIA, M. Correlaciones fenotípicas, genéticas, ambientales y análisis de sendero. Capítulo 8: Trabajo parcial de tesis de doctorado. Montería, 2005. 27 p. Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural. Universidad de Córdoba (en proceso de publicación).

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Centro Nacional de Investigación de café "Cenicafe", Disciplina de Agroclimatologia. Archivos Climáticos. Chinchina, Caldas; Colombia. 2009.

FENALCE. Fríjol. *Phaseolus vulgaris* L. [en línea]. (1999-2007) (citado en 27 de Abril de 2008). Disponible en Internet: http://www.fenalce.net/pagina.php?p

HIDALGO, R., ARAYA, C. M. Estado optima del fríjol común para el combate químico de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (Isariopsis griseola) en San Carlos, Costa Rica. Ficha Técnica Agronomía Costarricense 17 (1), 1993. San Carlos, Costa Rica, 80 p.

CHAVES, G. La antracnosis. In: H. Schwartz y G.Gálvez eds. Problemas de producción de fríjol. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980, 53 p.

_____ Bean production problems. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1989. 54 p.

IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades de fríjol en América Central. Proyecto red SICTA, COSUDE, Managua. 2008, 32 p.

MEDINA, A. C. Viabilidad de semillas y de un patógeno del fríjol. Agricultura Técnica en México 3 (1): 3-6. 1970.

MONTES, R. Incidencia de enfermedades en fríjol *Phaseolus vulgaris* L. sembrado solo y asociado con maíz. Chapingo, México, 1979. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de posgraduados.

MONZÓN, V. R. Evaluación de opciones de manejo de la antracnosis (*Colletotrichum* spp Noack), en el cultivo del café (Coffea arabica) en la zona de Boaco, Nicaragua, 2001. Trabajo de tesis.

PASTOR, M. A. Variación patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum*, el agente causal de la antracnosis del fríjol y una propuesta para su estandarización. In: M.A. Pastor ed. La antracnosis del fríjol común, *Phaseolus vulgaris* en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Working Document, Bean Program, No. 113. 1992. 239 p.

QUIRÓS, J.; AREVALO, M.; DIAZ, C.; RIOS, M. Factores relacionados con la adopción de tecnología en el cultivo de fríjol en Uramita, Antioquia. Centro de Investigación la Selva. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Regional 14. 1997.

RIOS B, M. J. QUIRÓS D. J. E. El fríjol su cultivo y variedades. Publicación Técnica. Fenalce, 2002. 193 p

RIOS, M. J.; QUIRÓS, J.E. Y ARIAS, L. H. Fríjol, recomendaciones generales para su siembra y manejo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Cartilla Ilustrada Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación “La Selva”, Rio negro, Antioquia. 2. 2003. 48 p.

ROMÁN, A. El cultivo de fríjol en el Oriente Antioqueño. In: M.A. Pastor Ed. La Antracnosis del fríjol común (*Phaseolus vulgaris*) en América Latina. Centro

Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 113. 1992. 172 p.

SINGH, S., P. Conceptos básicos de mejoramiento del fríjol por hibridación. En: Fríjol investigación y producción. Editado por Fernández, F.; Schoonhoven, A. y López; M. CIAT, Cali, Colombia. 1985. 202 p.

TAMAYO, P.J. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas: Guía Ilustrada. Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Regional 4. Boletín de Divulgación, 1994. 38 p.

_____ Manejo y control de las enfermedades del fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) Guía Ilustrada. Rionegro, Antioquia. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Regional 4. Centro de Investigación "La Selva". Boletín de Divulgación 1995. 40 p,

VALLEJO, B.; MARTINEZ, L. H. Caracterización y evaluación de 7 genotipos de fríjol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris* L) en la estación experimental La Compañía, Carazo. 2005.

WALKER, J. C., Patología vegetal, Barcelona: Omega, S.A., 1973.

WALLER, J.M. *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. In: *Colletotrichum*: biology, pathology and control. Bailey, J.A. and Jeger, M.J. (Eds.). CAB International. Wallingford, U.K, 1992. 185 p.

WHITE, J. Conceptos básicos de fisiología del fríjol, en: Fríjol investigación y producción .Editado por, Fernández.; Schoonhoven, A. y López, M. CIAT Cali, Colombia, 1985. 60 p.

_____ Fríjol: Fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés. CIAT, oficina regional de la FAO, para América Latina y el Caribe, 1989. 23-30 p.

Anexos

Anexo 1. Formato de toma de datos en campo de incidencia y severidad de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Fecha	Manejo	Parcela	Altura promedio (cm)	Nº plantas	**% incidencia y Escala severidad en hojas**						**% incidencia y Escala de severidad en vainas**				OBSERVACIONES
					V2	Escala V2	V4	Escala V4	R6	Escala R6	R7	Escala R7	R8	Escala R8	

Anexo 2. Formato de aplicación de fungicidas para el manejo de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Fecha	Edad planta (días)	Producto	Cantidad/Bomba (20 L)	Observaciones

Anexo 3. Analisis de suelos para el establecimiento del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda el Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero
Gobernación del Cauca

Nombre: Arnulfo Ibagon
Finca:La Laguna
Tel / Fax:
Vereda:El Retiro
Municipio: Timbio
Dpto: Cauca

	DD	MM	AA
Fecha entrada :	30	7	2008
Fecha salida :	22	8	2008

Material :Suelo
Tipo de análisis : Completo

RESULTADOS DEL ANALISIS

Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2;5	N-total	M.O 0-1000	M.O 1000-2000	M.O 2000-3000	P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	CICe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
				(%)				(ppm)	(%)	(meq/100g)						(ppm o mg/Kg)						
1	27748	0,2	6,70	0,4		6,70		29,6			10,00	2,80	1,13	0,76	14,69	0,30	1,8	6,4	21,8	6,0	0,6	0,7
			B	C		A		B			A	B	A	B		C	B	D	A	A	C	C
															0,00							
															0,00							
															0,00							

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". **Para pH:** A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/Ha N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
1	27748	Siembra frijol					

OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES

Textura: Franco Arcilloso
Hay evidencia de cenizas volcanicas.
Recomendaciones:
Aplicar 10 a 15 dias antes de la siembra 2500 kg/Ha de Abono organico, (preferiblemente gallinaza bien seca y descompuesta) mas 80 kg/Ha deUrea y 25 kg/Ha de Bórax; bien incorporados al suelo.

Metodos de análisis

Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorcion Atomica y/o Azometin

Vo Bo Director

Carrera 6 Calle 22N Edificio OO.PP Departamentales
Tel: 8237893-8231043-8235535

Anexo 4. Promedios post ANOVA Tukey (P≤0,05) para los dos ciclos de siembra del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)*, en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Siembra	**Primera Siembra**				**Segunda Siembra**			
Variedad	**AFR - 612**		**D. Calima**		**AFR - 612**		**D. Calima**	
Tratamiento	**Tradicional**	**Integrado**	**Tradicional**	**Integrado**	**Tradicional**	**Integrado**	**Tradicional**	**Integrado**
% Germinación	66,67 ^{ab}	86,33 ^{bc}	62,33 ^{ab}	88,67 ^{bc}	86,00 ^{bc}	94,00 ^{c}	57,67 ^{a}	70,67 ^{abc}
% Incidencia en hojas en V2	26,67 ^{cd}	0,001 ^{a}	46,67 ^{e}	11,10 ^{abc}	17,77 ^{bcd}	2,23 ^{ab}	33,33 ^{de}	24,47 ^{cd}
Escala severidad en hojas en V2	3,00 ^{b}	1,00 ^{a}	3,00 ^{b}	2,33 ^{ab}	3,00 ^{b}	1,67 ^{ab}	3,00 ^{b}	3,00 ^{b}
% Incidencia en hojas en V4	26,67 ^{bc}	8,87 ^{ab}	35,53 ^{c}	17,80 ^{abc}	11,10 ^{ab}	6,67 ^{a}	20,00 ^{abc}	24,47 ^{abc}
Escala severidad en hojas en V4	3,00 ^{a}	2,33 ^{a}	3,00 ^{a}	3,67 ^{a}	3,00 ^{a}	2,33 ^{a}	3,00^{a}	3,67 ^{a}
% Incidencia en hojas en R6	24,47 ^{abc}	20,00 ^{ab}	37,77 ^{c}	31,13 ^{bc}	22,23 ^{abc}	8,90 ^{a}	24,43 ^{abc}	26,67 ^{bc}
Escala severidad en hojas en R6	5,00 ^{a}	5,00 ^{a}	5,67 ^{a}	5,00 ^{a}	5,00 ^{a}	3,67 ^{a}	5,67 ^{a}	5,67 ^{a}
% incidencia Vainas en R8	33,36 ^{abc}	18,51 ^{a}	43,11 ^{bc}	28,93 ^{ab}	44,50 ^{bc}	14,38 ^{a}	52,41 ^{c}	41,76 ^{bc}
Promedio Vainas/planta	16,00 ^{bc}	16,67 ^{cd}	14,67 ^{bc}	20,00 ^{d}	10,67 ^{a}	14,33 ^{abc}	12,33 ^{ab}	15,33 ^{bc}
Producción vainas/parcela	732,00 ^{ab}	802,67 ^{bc}	730,00 ^{ab}	977,67 ^{c}	661,67 ^{ab}	943,67 ^{c}	567,67 ^{a}	626,33 ^{ab}
Rendimiento grano/parcela (g)	2629,70 ^{bc}	3113,27 ^{c}	2174,18 ^{abc}	1924,38 ^{ab}	2342,99 ^{abc}	2754,79 ^{bc}	1402,69 ^{a}	1360,85 ^{a}
Peso de 100 Semillas (g)	94,70 ^{ab}	111,15 ^{b}	86,34 ^{a}	84,27 ^{a}	94,48 ^{ab}	113,68 ^{b}	85,02 ^{a}	83,06 ^{a}

Valores con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente según Tukey (P≤0,05).

Anexo 5. Análisis de varianza para la primera siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Primera siembra	Tratamiento	Variedad	Tratamiento*Variedad
% germinación	0,001*	0,86	0,56
% Incidencia en hojas en V2	0,001*	0,001*	0,30
Escala severidad en hojas en V2	0,001*	0,08	0,08
% Incidencia en hojas en V4	0,001*	0,07	0,99
Escala severidad en hojas en V4	1,00	0,20	0,20
% Incidencia en hojas en R6	0,14	0,01*	0,75
Escala severidad en hojas en R6	0,72	0,72	0,72
% incidencia vainas en R8	0,001*	0,001*	0,88
Promedio vainas/planta	0,001*	0,15	0,01*
Producción vainas/parcela	0,001*	0,001*	0,001*
Rendimiento grano/parcela (g)	0,67	0,01*	0,20
Peso de 100 semillas (g)	0,14	0,001*	0,07

*Valores en las filas expresan la significancia según el análisis de varianza para cada variable ($P \leq 0,05$).

Anexo 6. Análisis de varianza para la segunda siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Segunda siembra	Tratamiento	Variedad	Tratamiento*Variedad
% germinación	0,09	0,001*	0,66
% incidencia en hojas en V2	0,001*	0,001*	0,26
Escala severidad en hojas en V2	0,08	0,08	0,08
% incidencia en hojas en V4	1,00	0,001*	0,19
Escala severidad en hojas en V4	1,00	0,20	0,20
% incidencia en hojas en R6	0,19	0,03*	0,08
Escala severidad en hojas en R6	0,28	0,05*	0,28
% incidencia vainas en R8	0,01*	0,02*	0,15
Promedio vainas/planta	0,01*	0,17	0,72
Producción vainas/parcela	0,02*	0,01*	0,08
Rendimiento grano/parcela (g)	0,24	0,001*	0,16
Peso de 100 semillas (g)	0,06	0,001*	0,03*

*Valores en las filas expresan la significancia según el análisis varianza para cada variable (P≤0,05).

Anexo 7. Análisis de varianza para los dos ciclos de siembra de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum),* en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Variables	Época	tratamiento	Variedad	Época por tratamiento	Época por Variedad	Tratamiento por Variedad	Época por tratamiento por Variedad
% germinación	0,78	0,001*	0,001*	0,13	0,01*	0,46	0,92
% Incidencia hojas en V2	0,50	0,001*	0,001*	0,001*	0,50	0,82	0,13
Escala severidad en hojas en V2	0,18	0,001*	0,01*	0,18	1,00	0,01*	1,00
% Incidencia hojas en V4	0,02*	0,001*	0,001*	0,001*	0,42	0,41	0,42
Escala severidad en hojas en V4	1,00	1,00	0,06	1,00	1,00	0,06	1,00
% Incidencia hojas en R6	0,01*	0,04*	0,001*	1,00	0,67	0,21	0,10
Escala severidad en hojas en R6	0,76	0,36	0,13	0,76	0,36	0,76	0,36
% incidencia vainas en R8	0,04*	0,001*	0,001*	0,37	0,25	0,13	0,16
Promedio vainas/planta	0,001*	0,001*	0,05*	0,76	0,76	0,08	0,03*
Producción vainas/parcela	0,001*	0,001*	0,06	0,85	0,001*	0,70	0,001*
Rendimiento grano/parcela (g)	0,001*	0,33	0,001*	0,82	0,27	0,07	0,65
Peso de 100 semillas (g)	0,99	0,02*	0,001*	0,81	0,69	0,001*	0,83

*Valores en las filas expresan la significancia según el análisis varianza para cada variable ($P \leq 0,05$).

Anexo 8. Promedios meteorológicos de la estación José María Obando del Municipio del Tambo (Cauca), en el Manejo Tradicional e Integrado de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum)* en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), en la Vereda El Retiro Municipio de Timbío Departamento del Cauca.

Año	Ciclo	Etapa	Duración etapas (*DDS)	Temperatura (℃)			H.Rel. %	Lluvia (mm)	B. Sol (horas)
				Máx.	Mín.	Media			
2008	Primera Siembra	V2	8	24	14	19	76	0	5
		V4	12	24	13	18	81	18,5	4
		R6	14	24	14	18	85	53,0	3
		R7	16	24	15	18	86	119,5	3
		R8	18	23	15	18	88	205,5	4
2009	Segunda Siembra	V2	12	22	15	18	89	78,0	3
		V4	11	23	15	18	87	146,0	4
		R6	18	23	15	18	88	117,0	4
		R7	11	22	14	19	88	86,0	3
		R8	14	23	14	18	87	52,0	3
*DDS: Días después de la siembra.									

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro Nacional de Investigación de café "Cenicafe", Disciplina de Agroclimatologia. Archivos Climáticos, Chinchina; Caldas; Colombia Marzo 2009.