

MANEJO INTEGRADO VS. MANEJO TRADICIONAL DE ANTRACNOSIS EN CULTIVOS DE FRÍJOL EN TIMBIO CAUCA

INTEGRATED MANAGEMENT VS. TRADITIONAL MANAGEMENT IN CROPS ANTHRACNOSE BEANS IN TIMBIO CAUCA

INTEGRADA VS. GESTÃO TRADICIONAL EM CULTURAS BEANS ANTRACNOSE EM TIMBIO, CAUCA

CONSUELO MONTES R.¹, ARNULFO IBAGON², FELIPE PERAFAN²

RESUMEN

*Con el objeto de evaluar la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el Municipio de Timbío, Departamento del Cauca – Colombia, se realizó un ensayo en un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron dos variedades de frijol (*Diacol Calima* y *AFR 612*) en dos sistemas de manejo: Manejo Tradicional, empleado por agricultores de la zona con aplicaciones frecuentes de fungicidas para controlar la enfermedad. Se evaluaron las variables incidencia y severidad de la enfermedad en hojas, flores y vainas en las etapas V2, V4, R6 del cultivo (primera hoja trifoliada, tercera hoja trifoliada y prefloración) y en las etapas R7 (formación de vainas) y R8 (llenado de vainas), vainas/planta, producción vainas/parcela, rendimiento grano/parcela (g), peso de 100 semillas (g) y porcentaje de germinación. Los resultados mostraron que la variedad *Diacol Calima* bajo Manejo Tradicional presentó los porcentajes más altos de incidencia de antracnosis en las etapas V2, V4 y R6 para hojas y R8 en vainas. La variedad *AFR 612* en Manejo Integrado presentó los porcentajes de incidencia de antracnosis más bajos y los mayores rendimientos.*

Recibido para evaluación: 08-03-2012. **Aprobado para publicación:** 15-11-2013.

1 M Sc Profesora de planta, Universidad del Cauca, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tull, Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural, Popayán, Cauca, Colombia

2 Ingenieros Agropecuarios, Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tull, Grupo de Investigación para el Desarrollo Rural, Popayán, Cauca, Colombia

ABSTRACT

The trial was aimed at evaluating anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), in bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*) in a rural area of Timbío, located in the Cauca Department of Colombia, applying a randomized complete block (RCB) design with 2 treatments and 3 repetitions. Two bean varieties were evaluated: Diacol Calima and AFR 612, under two agricultural management systems: Traditional Management (T), in which the protocol used by farmers in the area with frequent applications of fungicides to control disease was followed, and Integrated Management (IPM). The incidence and severity variables in leaves flowers and pods at stages V2, V4, R6, R7 and R8 of the crop and number of pods / plant, production of pods / plot, grain / plot (g) yield, weight of 100 seeds (g) and percentage of germination were assessed. The results indicated that under Traditional Management the Diacol Calima variety showed the highest rates of incidence of anthracnose in stages V2, V4 and R6 in leaves and R8 in pods. The AFR 612 variety evaluated under Integrated Management, presented the lowest percentages of anthracnose's incidence and the highest production yields.

RESUMO

A fim de avaliar a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) no cultivo de feijão (*Phaseolus vulgaris*) no Município de Timbío, departamento de Cauca - Colômbia, foi realizado um delineamento em blocos casualizados em um inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições. O efeito de duas variedades de feijão (Diacol Calima e AFR 612) em dois sistemas de gestão: gestão tradicionais, utilizados pelos agricultores na área com aplicações frequentes de fungicidas no controle da doença. As variáveis foram avaliadas a incidência ea severidade da doença nas folhas, flores e vagens em estádios V2, V4, R6 cultura (primeira folha trifoliolada, terceiro trifólio e antes da floração) e R7 estágios (formação de vagens) e R8 (o enchimento de vagens), vagens por planta, produção de vagens / parcela, produção de grãos / parcela (g), peso de 100 sementes (g) e porcentagem de germinação. Os resultados mostraram que a variedade Calima Diacol em Gestão Tradicional apresentou as maiores taxas de incidência de antracnose em estágios V2, V4 e R6 para R8 folhas e vagens. A variedade AFR 612 em Gestão Integrada apresentou as taxas de incidência de antracnose e menor rendimentos mais elevados

INTRODUCCIÓN

La antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, es probablemente la enfermedad más importante del frijol y puede llegar a causar pérdidas en rendimiento de hasta 95%, cuando se siembran variedades susceptibles [1]. Esta enfermedad forma lesiones carnosas, coloreadas, que luego se transforman en chancros hundidos y afecta principalmente la calidad de la vaina de las plantas de frijol [2]. Así mismo, las semillas infectadas frecuentemente presentan decoloración y pueden formar chancros café a negros [3]. Su severidad hace que muchos agricultores utilicen

PALABRAS CLAVE:

Hongos, *Phaseolus vulgaris*, MIP, *Colletotrichum lindemuthianum*, Manejo integrado de plagas.

KEYWORDS:

Fungal, *Phaseolus vulgaris*, *Colletotrichum lindemuthianum*, Integrated disease control, Integrated protection.

PALAVRAS-CHAVE:

Fungos, *Phaseolus vulgaris*, Planos de gestão integrada, *Colletotrichum lindemuthianum*, Métodos de controle.

una amplia gama de fungicidas, lo cual representa altos costos en la producción y contaminación ambiental [4].

En las regiones de clima medio como el Municipio de Timbío, departamento del Cauca, las condiciones ambientales son óptimas para el desarrollo de la antracnosis. Además, la tradición del pequeño productor de intercambiar semilla y de utilizar como semilla parte de la producción de grano comercial, incrementan el problema de la enfermedad como el principal limitante del cultivo de frijol en la región [2].

Con el propósito de contribuir a mejorar las labores agronómicas, aspectos sociales, ambientales y económicos de los productores de frijol en la región, en esta investigación se evaluaron alternativas de Manejo Integrado de la antracnosis en el cultivo de frijol de las variedades Diacol Calima y AFR 612, tendientes a optimizar costos y mejorar la producción de grano [4].

MÉTODO

La investigación se realizó durante dos ciclos de cultivo, en la vereda El Retiro, Municipio de Timbío, Departamento del Cauca, tradicionalmente se ha sembrado frijol, pero sin manejo apropiado. La finca esta localizada a 1.738 m.s.n.m., temperatura promedio entre 18 y 24 °C, clima tropical caracterizado por dos épocas de lluvia y dos relativamente secas a través del año. La precipitación promedio anual es de 1555.7 mm, brillo solar de 1835.3 horas/año, días de lluvia 186 y humedad relativa de 75,3%.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en dos tipos de manejo de la antracnosis en campo: T1 = Manejo Tradicional del agricultor, y T2 = Manejo Integrado para las variedades de frijol Diacol Calima y AFR612. Los bloques representaron las repeticiones y estuvieron determinados por la pendiente del terreno con relieve irregular. (Bloque 1: pendiente alta, bloque 2: pendiente media, bloque 3: pendiente leve).

El Manejo Tradicional se hizo con base en las prácticas realizadas por los agricultores de la región y para el Manejo Integrado se tomaron como referencia las investigaciones realizadas en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) [3]. En cada tratamiento se realizaron las labores siguientes:

Manejo Integrado

Preparación del suelo. Se hizo descapote y picado del terreno a 30 cm de profundidad antes de hacer el trazado de parcelas. Para la desinfección, se utilizó el método de solarización del suelo por 15 días, además aplicación de Validacin 3% (SL) de grado IV en dosis de 1 cc/L de agua el día anterior a la siembra. Como fertilización se aplicaron 2500 kg/ha de abono orgánico, 80 kg/ha de urea y 25 kg/ha de bórax incorporados en el suelo 10 a 15 días antes de la siembra.

Selección de semillas. Se utilizó semilla de frijol arbustivo certificada Diacol Calima y AFR 612 procedentes de la estación experimental CIAT Popayán (Cauca), Diacol es la que se siembra comúnmente en la zona y AFR 612 es la recomendada para la región.

Siembra. Se realizó 15 días después de la preparación del terreno, con una distancia de 0,15 m entre planta y 0,60 m entre surcos, depositando una semilla por sitio.

Control de arvenses. El control de arvenses se realizó en forma manual, condicionando esta actividad al desarrollo del cultivo para favorecer el normal crecimiento de la planta, la cual requiere de por lo menos 28 días libre de arvenses para obtener buenos rendimientos [6]. Con base en lo anterior se realizaron dos desyerbas entre los días 18 y 21 y 40 y 45 después de la emergencia de la planta.

Manejo de la enfermedad. Para el control de la antracnosis se aplicaron productos preventivos como oxicloruro de cobre (80/20 -g/L de agua) y biopreparados (caldo de ceniza) a razón de 1 lt/10 lt de agua. Estos productos fueron aplicados semanalmente de forma alterna en las etapas de cultivo V2, V3 y V4, que corresponden a hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada respectivamente. En las etapas desde R5 hasta R7 (prefloración y formación de vainas) se hicieron aplicaciones de Benlate WP a razón de 1.5 g/lt de agua a intervalos de 12 días.

Manejo tradicional

Preparación del suelo. Se hizo mediante arada a 18 - 20 cm de profundidad y posterior nivelación. La desinfección: se hizo por solarización dependiendo del tiempo que transcurre desde el descapote hasta el momento de la siembra (3 días). No se realizó análisis de suelo y se aplicó cal dolomítica a 35% en dosis entre 100 y 120 g/m, tomando como referencia de medida la can-

tividad que el agricultor toma en su mano. La fertilización con abonos orgánicos al momento de la preparación del suelo se hizo con gallinaza a razón de 3 t/ha. Las fertilizaciones edáfica y foliar se hicieron con 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 de las semillas.

Selección y siembra de semilla. La semilla se obtuvo de la parcelas de los productores de la vereda El Retiro. La siembra se realizó después de la enclada y fertilización del terreno, utilizando una distancia de 0,30 m/planta y 0,60 m/entre surcos, colocando dos semillas/sitio.

Control de arvenses. Se realizaron dos desyerbas de forma manual, entre los días 20 y 21 y 43 y 44 después de la emergencia del frijol.

Manejo de la enfermedad. Se hicieron aplicaciones semanales de fungicidas: ditiocarbamato (3 g/lt de agua), carbendazim 500 SC (1 cc/lt de agua) y control 500 SC (2.5 cc/lt de agua) y la mezcla entre productos ditiocarbamatos y carbendazim + 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).

Variables de respuesta

Las variables evaluadas fueron: (1) Grado de infestación por antracnosis en hojas, flores y vainas, producción de frijol y estimación de la relación beneficio/costo en cada tratamiento. (2) Grado de incidencia y severidad de la enfermedad en hojas, flores y vainas, mediante un conteo en las etapas de cultivo V2, V4 y R6 (primera hoja trifoliada, tercera hoja trifoliada y prefloración) y en las etapas R7 (formación de vainas) y R8 (llenado de vainas) para vainas, tomando 15 plantas/parcela. La severidad se determinó con base en la escala visual de síntomas adoptada por COR-POICA -Rionegro (citada por Tamayo, 1995). (Cuadro 1). (3) La producción de frijol en cada tratamiento se evaluó al momento de la cosecha teniendo en cuenta los componentes de rendimiento (Número de vainas/planta y de vainas/parcela, peso de 100 semillas y rendimiento grano/parcela), lo que permitió conocer cuál fue el mejor tratamiento.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante el empleo del programa estadístico Statistical 6.0 (IBM SPSS) y

Cuadro 1. Promedios y pruebas de Tukey para dos ciclos de siembra, en el Manejo de antracnosis

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 peciolo. 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

las variables fueron evaluadas previamente por ajuste con la normalidad, por medio de la prueba de Kolmogorov - Smirnov y homogeneidad de varianza ($P < 0,05$). Para determinar el mejor tratamiento se realizó la prueba de comparación de promedios de Tukey

RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas entre los factores de variación época, tratamiento, variedad, pero no se encontraron diferencias entre bloques, lo cual significa que ni pendientes ni otro gradiente influyó sobre las variables de respuesta ni sobre los tratamientos.

Las variables porcentaje de incidencia en flores y en vainas en la etapa R7, y porcentajes de severidad en R7 y R8 no presentaron diferencias con respecto a las demás. Las variables porcentajes de incidencia y severi-

dad en las etapas V2, V4, R6, y porcentaje de incidencia en R8, así como las variables de producción, porcentaje de germinación, promedio de vainas/planta, producción vainas/parcela, rendimiento grano/parcela (g) y peso 100 semillas (g), presentaron diferencias por la prueba de sensibilidad de Tukey (cuadros 1 y 2).

Incidencia de antracnosis

Los índices más altos de incidencia se presentaron en Manejo Tradicional en las etapas V2 y R8. Esto fue debido, entre otros factores, a las variaciones climáticas presentadas en el primero y segundo ciclo de siembra (396,5 y 479 mm de lluvia, 14,2 y 23,8 °C y 14,6 y 22,6 °C de temperatura, y 83,2% y 87,8% de humedad relativa, respectivamente) que favorecieron la proliferación de la antracnosis en el cultivo durante la evaluación.

Lo anterior coincide con los hallazgos de Botero [7], que hace referencia a la gran influencia de las condiciones ambientales para la diseminación del patógeno. Por el contrario, otros consideran que la antracnosis se presenta con mayor severidad durante el período de lluvias, temperaturas máximas de 31°C y mínimas de 24°C y con valores de humedad relativa superior a 90 % [8]. En condiciones favorables, la alta precipitación es el factor más importante que se relaciona con la incidencia y severidad de la enfermedad, principalmente cuando ocurren precipitaciones con duración entre 2 y 5 días consecutivos.

Los más altos índices de incidencia en las dos siembras ocurrieron en la variedad Diacol Calima entre las etapas V2 y R8. Esta alta incidencia pudo estar influenciada por la calidad de las semillas no desinfectadas provenientes de cosechas anteriores y cultivadas en suelo igualmente no desinfectado, aunque se ha demostrado que tanto el patógeno *C. lindemuthianum* como *Rhizoctonia solani* pueden ser transmitidos por semilla o encontrarse en el suelo en poblaciones considerables [9] y se indica que la comercialización de semillas entre productores de la misma zona o zonas productoras diferentes, facilita la diseminación de la antracnosis de frijol [1].

Incidencia por etapas de desarrollo de la planta. Etapa V2 (hojas primarias). En esta etapa se presentaron diferencias significativas en los dos ciclos de siembra entre tratamientos y variedades (cuadro 2). El tratamiento con los índices más bajos de incidencia fue el Manejo Integrado para las dos variedades, en comparación con el Manejo Tradicional (cuadro 3).

Cuadro 2. Análisis de varianza para dos épocas de siembra de frijol y Manejo de la antracnosis

	primera siembra		
	Tratamiento	Variedad	Tratamiento *Variedad
% germinación	0,001*	0,86	0,56
% Incidencia en V2	0,001*	0,001*	0,3
Escala severidad en V2	0,001*	0,08	0,08
% Incidencia en V4	0,001*	0,07	0,99
Escala severidad en V4	1	0,2	0,2
% Incidencia en R6	0,14	0,01*	0,75
Escala severidad en R6	0,72	0,72	0,72
% incidencia 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*	0,2
Peso de 100 semillas(g)	0,14	0,001*	0,07
Segunda siembra			
% germinación	0,09	0,001*	0,66
% Incidencia en V2	0,001*	0,001*	0,26
Escala severidad en V2	0,08	0,08	0,08
% Incidencia en V4	1	0,001*	0,19
Escala severidad en V4	1	0,2	0,2
% Incidencia en R6	0,19	0,03*	0,08
Escala severidad en R6	0,28	0,05*	0,28
% incidencia 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 de varianza para cada variable ($P \leq 0,05$).

En ambos ciclos de siembra se presentaron diferencias entre los tratamientos, variedades y época-tratamiento (Cuadro 4). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en el Manejo Integrado con la variedad AFR 612 (0,001%), por el contrario, en el Manejo Tradicional la variedad AFR 612 presentó la más alta incidencia (26,67%) en la primera siembra.

Etapas V4 (tercera hoja trifoliada). En esta etapa se presentaron diferencias en el primero y segundo ciclo de siembra entre tratamientos y entre las variedades (cuadro 2).

Durante el primer ciclo de siembra el tratamiento con los porcentajes más bajos de incidencia fue el Manejo Integrado (cuadro 3). En el segundo ciclo, la variedad AFR 612 presentó los porcentajes más bajos de incidencia en los dos tratamientos. (cuadro 3). Las variaciones en los porcentajes de incidencia de la antracnosis en las etapas de cultivo V2 y V4, aparentemente estuvieron influenciadas por las condiciones climáticas que se presentaron durante la época de cultivo, con un rango de temperatura entre 14,2 y 23,2 °C y promedio de 18,2 °C; humedad relativa de 83,25% y precipitación de 242 mm condiciones que favorecieron la proliferación del patógeno, lo que coincide con [10] que encontró que la temperatura de desarrollo del patógeno es variable entre 13 y 26 °C, con un óptimo de 17 °C; por encima de 27 °C la infección no se presenta y a temperaturas inferiores a 13 °C se reduce el ataque del hongo.

Etapas R6 (floración). En esta etapa se presentaron diferencias entre épocas, tratamientos y variedades (Cuadro 4). Los porcentajes más bajos de incidencia se presentaron en la variedad AFR 612 con el Manejo Integrado para los dos ciclos de siembra (cuadro 3). La baja incidencia de antracnosis bajo condiciones de Manejo Integrado es resultado de la aplicación de agroquímicos desde la etapa R5 (pre floración) y durante el desarrollo de las vainas en R7. Otro factor que influyó fue el uso de semillas sanas que dieron plantas con mayor vigor y más tolerantes frente al ataque de la enfermedad.

Etapas R8 (llenado de vainas). Para ambos ciclos de siembra se presentaron diferencias entre época, tratamiento y variedad (cuadro 4). 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, la mayor incidencia fue encontrada en Manejo Tradicional (cuadro 1).

Cuadro 3. Promedios post ANOVA y prueba de Tukeyen Manejo de antracnosis en el cultivo de frijol

Tratamiento	Primera siembra			
	Manejo Tradicional		Manejo Integrado	
Variedad	Diacol	AFR612	Diacol	AFR612
	Calima		Calima	
% germinación	62,33 ^a	66,67 ^{ab}	88,67 ^b	86,33 ^{ab}
% Incidencia en V2	46,67 ^c	26,67 ^b	11,10 ^{ab}	0,001 ^a
Escala de severidad en V2	3,00 ^b	3,00 ^b	2,33 ^{ab}	1,00 ^a
% Incidencia en V4	35,53 ^b	26,67 ^{ab}	17,80 ^{ab}	8,87 ^a
Escala de severidad en V4	3,00 ^a	3,00 ^a	3,67 ^a	2,33 ^a
% Incidencia en R6	37,77 ^b	24,47 ^{ab}	31,13 ^{ab}	20,00 ^a
Escala de severidad en R6	5,67 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a	5,00 ^a
% incidencia 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
Segunda siembra				
% germinación	57,67 ^a	86,00 ^b	70,67 ^{ab}	94,00 ^c
% Incidencia en V2	33,33 ^c	17,77 ^b	24,47 ^{bc}	2,23 ^a
Escala de severidad en V2	3,00 ^a	3,00 ^a	3,00 ^a	1,67 ^a
% Incidencia en V4	20,00 ^{ab}	11,10 ^{ab}	24,47 ^b	6,67 ^a
Escala de severidad en V4	3,00 ^a	3,00 ^a	3,67 ^a	2,33 ^a
% Incidencia en R6	24,43 ^{ab}	22,23 ^{ab}	26,67 ^b	8,90 ^a
Escala de severidad en R6	5,67 ^a	5,00 ^a	5,67 ^a	3,67 ^a
% incidencia 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).

Estos resultados con Manejo Tradicional se debieron a la mayor densidad de siembra en este sistema que favoreció mayor follaje y un microclima favorable para el inicio de la enfermedad, en tanto que [7] encontró resultados similares en el ataque de antracnosis en tomate de árbol. Por otra parte, la condensación de la humedad sobre el follaje favorece la distribución y la diseminación de conidios de la enfermedad. Otro factor que incrementó la incidencia de la antracnosis en la segunda siembra fue las altas precipitaciones que se presentaron durante el ciclo hasta alcanzar la etapa R8, las cuales reducen la eficiencia de los fungicidas).

Severidad del ataque de antracnosis. La severidad de la antracnosis sólo fue significativa en la etapa V2 (hojas primarias).

El porcentaje más bajo de severidad se presentó en el Manejo Integrado en la variedad AFR 612 comparado con Manejo Tradicional en las variedades Diacol Clima y AFR612 (cuadro 1). Según la escala de severidad de se considera este nivel de daño como bajo y la planta resistente [3]. Esto se explica por los bajos niveles de humedad relativa (76 %) que se presentaron durante la etapa V2 (hojas primarias). Para el desarrollo de antracnosis es necesario un nivel de humedad relativa superior al 92% [5].

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 proporciona a la plantas condiciones favorables para su desarrollo. Lo anterior es similar a lo reportado por [10], quienes demostraron que tanto *Rhizoctonia solani* como *Colletotrichum lindemuthianum* pueden ser transmitidos por la semilla o encontrarse en poblaciones considerables en el suelo.

Porcentaje de germinación. Se presentaron diferencias significativas para los dos ciclos entre tratamientos y variedades (cuadro 2) y entre tratamientos, variedad y época-variedad (cuadro 4).

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%). La baja germinación del Manejo Tradicional se atribuye a la calidad de la semilla, la mayoría provenía de cosechas anteriores y no se les realiza desinfección,

igual sucedía con el suelo. Así mismo se indica que la emergencia está ligada al vigor de la semilla y a las propiedades del suelo como la humedad y la fertilidad del mismo [1].

Promedio vainas/planta. Durante los dos ciclos de siembra, los promedios más bajos de vainas/planta, se presentaron en el Manejo Tradicional para las dos variedades

(cuadro 3) y la variedad con los promedios más bajos de vainas/planta fue Diacol Clima (cuadro 1).

La diferencia entre épocas se debe a que para la primera siembra, el terreno tenía un descanso de 9 meses, que favoreció la acumulación de nutrientes y aporte de microorganismos benéficos al cultivo. Otro factor fue el número de vainas/planta que se vio favorecido por la solarización a la que fue sometido el suelo en cada tratamiento para la primera siembra, ya que esta labor incrementa en cierta medida los rendimientos de producción.

Esto es similar a lo reportado por [11], en ensayo sobre el efecto de la solarización en el rendimiento y control de las arvenses en frijo, durante la solarización de la primera siembra tanto la temperatura como las horas luz fueron significativamente superiores a las de la segunda siembra. 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 (120 mm) experimentales (V0 a V4 18,5 mm), esto no afectó la producción promedio de vainas/planta. Sin embargo, la precipitación total hasta la etapa R8 (396,5 mm) se acercó al óptimo (400 mm) según [16], citado por [11], lo que al parecer compensó el déficit hídrico inicial. En contraste en la segunda siembra durante las etapas iniciales la precipitación alcanzó los 224 mm y en 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: haciendo que se presente una mayor competencia por nutrientes en el Manejo Tradicional y limitando el potencial genético de cada variedad. Similar a lo reportado por [12], que afirma 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 mane-

Cuadro 4. Análisis de varianza para dos ciclos de siembra de frijol y Manejo de antracnosis.

Variables	Época	tratamiento	Variedad	
% germinación	0,78	0,001*	0,001*	
% Incidencia enV2	0,5	0,001*	0,001*	
Escala severidad en V2	0,18	0,001*	0,01*	
%IncidenciaV4	0,02*	0,001*	0,001*	
Escala severidad en V4	1	1	0,06	
%Incidencia R6	0,01*	0,04*	0,001*	
Escala severidad en R6	0,76	0,36	0,13	
% incidencia en R8	0,04*	0,001*	0,001*	
Promedio vainas/planta	0,001*	0,001*	0,05*	
Producción vainas/parcela	0,001*	0,001*	0,06	
Rendimiento grano/parcela(g)	0,001*	0,33	0,001*	
Peso de 100 semillas(g)	0,99	0,02*	0,001*	
	Época/trat.	Época/Var.	Trat./Var.	Época/trat./Var.
% germinación	0,13	0,01*	0,46	0,92
% Incidencia enV2	0,001*	0,5	0,82	0,13
Escala severidad en V2	0,18	1	0,01*	1
%Incidencia en V4	0,001*	0,42	0,41	0,42
Escala severidad en V4	1	1	0,06	1
%Incidencia en R6	1	0,67	0,21	0,1
Escala severidad en R6	0,76	0,36	0,76	0,36
% incidencia en R8	0,37	0,25	0,13	0,16
Promedio vainas/planta	0,76	0,76	0,08	0,03*
Producción vainas/parcela	0,85	0,001*	0,7	0,001*
Rendimiento grano/parcela(g)	0,82	0,27	0,07	0,65
Peso de 100 semillas(g)	0,81	0,69	0,001*	0,83

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

ra el efecto de compensación entre los componentes. Así mismo [19], 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, aunque las dos variedades en estudio presentaron el mismo hábito de crecimiento (arbustivo determinado).

Producción vainas/parcela. Durante los dos ciclos de siembra, la producción de vainas/parcela más altas se presentó en el Manejo Integrado para las dos variedades (Cuadro 3). Para los dos ciclos de siembra la producción de vainas/parcela fue similar en las dos variedades en el Manejo Integrado, mientras en el Manejo Tradicional es menor en Diacol Calima (Cuadro 1). [11] citados por [19], 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.

Rendimiento grano/parcela (g). Durante los dos ciclos de siembra, los más altos rendimientos se presentaron en la variedad AFR 612 en los dos tipos de Manejo (Cuadro 3). Para los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias significativas entre época y variedades (Cuadro 4). Los más altos rendimientos se presentaron en la variedad AFR 612 con 3113,27 g bajo Manejo Integrado en la primera siembra.

[9], Citado por [13], 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 tuvo 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), fue más pequeño que la del AFR 612 (10 – 12 cm promedio). Por lo tanto, el número de grano fue menor.

Así mismo [2], citado por [13], asegura que la gran producción de vainas/planta hace que haya mayor desgaste y produzca menor cantidad de granos con tamaño más reducido. Otro factor que pudo afectar positiva o negativamente el rendimiento de grano/parcela es el ambiente, [14], lo mencionarefiriendo al coeficiente de correlación ambiental entre el rendimiento/parcela y las semillas/vaina que se presenta sólo cuando el ambiente favorece un carácter en detrimento del otro. [12], 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.

Peso de 100 semillas (g). Se presentaron diferencias significativas para el primer ciclo entre variedades y en el segundo ciclo entre variedades y tratamientos-variedades (Cuadro 2). Para los dos ciclos de siembra, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, variedad y tratamiento-variedad (Cuadro 4). El mayor peso de 100 semillas fue en Manejo Integrado para la variedad AFR 612 (Cuadro 1).

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 oxiclورو 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 Gonzáles, *et al*, citados por [15] y [16], quienes 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 [9], citado por [13]. [14] señala que el peso de 100 semillas es un carácter que refleja el tamaño de los granos, que a su vez está determinado con el

largo, grueso y densidad del mismo. [11], [7], citado por [17] [18], 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.

CONCLUSIONES

El Manejo Integrado presentó los mejores resultados con relación al Manejo Tradicional al disminuir los costos de producción y mejorar la producción de grano.

La variedad Diacol Calima bajo 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 frijol.

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

Las prácticas culturales como desinfección del suelo, uso de semillas sanas, tratamiento de semillas con productos químicos, prácticas agronómicas que reduzcan la humedad del cultivo y densidades adecuadas de siembra, ayudan a minimizar el daño y la población de patógenos en el suelo.

El manejo químico constituye una herramienta importante del Manejo Integrado de 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.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Cauca y a la comunidad de la Vereda el retiro del municipio de Timbio, por el apoyo durante el proceso de investigación del trabajo de grado de Arnulfo Ibagón y Felipe Perafán, del cual se derivó el presente documento.

REFERENCIAS

- [1] QUIRÓS, J., AREVALO, M., DÍAZ, C. y RÍOS, M. Factores relacionados con la adopción de tecno-

- logía en el cultivo de frijol en Uramita, Antioquia. Pub. No. 102. Centro de Investigación la Selva. Rionegro (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Regional 14, 1997, p. 12-27
- [2] CHAVES, G. La antracnosis. Problemas de producción de frijol. In: H. Schwartz y G. Gálvez eds. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1980, 53 p.
- [3] TAMAYO, P.J. Manejo y control de las enfermedades del frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) Guía ilustrada, Boletín de Divulgación. Rionegro (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) Regional 4, 1995, 40 p.
- [4] SINGH, S.P. Conceptos básicos de mejoramiento del frijol por hibridación. En: Frijol investigación y producción. Editado por Fernández, F.; Schoonhoven, A. y López, M. Cali (Colombia): CIAT, 1985, 202 p.
- [5] RÍOS, M.J., QUIRÓS, J.E. y ARIAS, L. H. Frijol, recomendaciones generales para su siembra y manejo Cartilla Ilustrada 2. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Rionegro (Colombia): Corpoica, Regional 4, 2003, 48 p.
- [6] ALEMÁN, Z. Umbral de los periodos de competencia de malezas en frijol. Crop Production Science No 442. En: Resúmenes analíticos sobre frijol. Swedisch, University of Agricultural Sciences, volumen XV, No 3, 1990, 432 p
- [7] 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.]". Manizales (Colombia): Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias agrarias, 1999.
- [8] 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.). Wallingford, (Reino Unido): CAB International, 1992, 185 p.
- [9] ARAYA, C.M. y GONZÁLEZ, C.L. Efecto de la época de producción y del tratamiento de semilla en el vigor y sanidad de plantas de frijol. Nota técnica, Agronomía Costarricense, 3 (2), 1979, 204 p.
- [10] WALKER, J.C. Patología vegetal. Barcelona (España): Omega S.A., 1973, 365 p.
- [11] RÍOS, M.J. y QUIRÓS, J.E. El frijol su cultivo y variedades. Publicación Técnica No. 191. Cali (Colombia): Fenalce, 2002, 193 p.
- [12] WHITE, J. Conceptos básicos de fisiología del frijol, en: Frijol investigación y producción. Cali (Colombia): CIAT, 1985, 60 p.
- [13] VALLEJO, B. y MARTINEZ, L.H. Caracterización y evaluación de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris* L) en la estación experimental La Compañía, Carazo [Tesis Ingeniería Agronómica]. Managua (Nicaragua): Universidad Nacional Agraria, 2005, 42 p.
- [14] ESPITIA, M. Correlaciones fenotípicas, genéticas, ambientales y análisis de sendero. Capítulo 8. [Trabajo parcial de tesis de doctorado]. Montería (Colombia): Departamento de Agronomía y Desarrollo Rural, Universidad de Córdoba (en proceso de publicación), 2005, 27 p.
- [15] HIDALGO, R. y ARAYA, C.M. Estado óptima del frijol común para el combate químico de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Isariopsis griseola*) en San Carlos, Costa Rica. San Carlos (Costa Rica): Ficha Técnica Agronomía Costarricense 17 (1), 1993, 80 p.
- [16] BIDWELL, R.G. Fisiología vegetal. 1 ed. México, D.F. (México): Español, 1979, 784 p.
- [17] ENRIQUEZ, A.G. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de frijol, diferentes enfermedades e insectos. Turrialba (Costa Rica): CATIE, 1977, 27 p.
- [18] MEDINA, A.C. Viabilidad de semillas y de un patógeno del frijol. Agricultura Técnica en México, 3 (1), 1970, p. 3-6.
- [19] WHITE, J. Frijol: Fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés. Avances logrados programa de frijol Cali (Colombia): CIAT, oficina regional de la FAO, para América Latina y el Caribe, 1989, 96 p.
- [20] TAMAYO, P.J. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas: Guía Ilustrada, Boletín de Divulgación. Rionegro (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) Regional 4, 1994, 38 p.