

Producción de semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) bajo la incidencia de malezas y *Alternaria* Nees

Coriander (*Coriandrum sativum* L.) seed production under weed and *Alternaria* Nees incidence



LAGUANDIO BANDA S. ^{1,3}
CILIA LEONOR FUENTES ²
BERNARDO CHAVES ²

Semillas de cilantro.
Foto: L. Banda S.

RESUMEN

El daño causado por malezas, *Alternaria* e insectos plaga en la producción de semilla de cilantro fue el objeto de esta investigación. Se evaluaron atributos de la comunidad de malezas (especies, frecuencia, cobertura y densidad), incidencia y severidad de *Alternaria*, insectos plaga, masa seca y rendimiento en semilla de cilantro. Hubo diferencias significativas para las variables evaluadas entre intensidades (alto, medio, bajo y sin control) de manejo fitosanitario. La comunidad de malezas estuvo conformada por 15 especies; entre ellas, la de menor frecuencia fue *Penisetum clandestinum* (9%) y la de mayor frecuencia (91%) y densidad más alta (541 individuos/m²) fue *Lolium temulentum*. Las densidades de malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas fueron entre uno y cuatro plantas/m² a altas intensidades de manejo. *Alternaria* se presentó a los 50 días después de la siembra del cilantro y produjo daños severos al no controlarla, con valores mayores a un 65% de plantas infectadas y niveles de severidad con muerte total de plantas. Al implementar medidas de control intensas de *Alternaria*, los niveles de incidencia y severidad se aproximaron al 1,5% (daños muy leves). La masa seca del cilantro se redujo 82% cuando no se controló *Alternaria* y 92% bajo el tratamiento sin control de las malezas, respecto a controles altos. El rendimiento de semillas de cilantro fue entre 167,1 y 174,3 g m⁻² con la mínima presencia de malezas, de *Alternaria* y ausencia de insectos plaga. Sin control de malezas no se obtuvo semilla de cilantro, y cuando no se controló *Alternaria* la cantidad de semilla de cilantro obtenida fue de 7,5 g m⁻².

¹ Facultad de de Ciencias Agropecuarias, Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Colombia).

² Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

³ Autor para correspondencia. laguandio@gmail.com, laguandio@yahoo.com

Palabras clave adicionales: intensidades de manejo, cobertura de malezas, densidad de malezas, severidad de enfermedades.

ABSTRACT

The damage caused by weeds, *Alternaria* fungus and insect pests on the production of coriander seed was studied. The present research evaluated the attributes of weeds (species, frequency, cover and density), incidence and severity of *Alternaria*, insect pest, dry matter and yield in coriander seed. There were significant differences for the evaluated variables between intensities (high, medium, low and no control) of weed and *Alternaria* management. The weed community was composed of 15 species: lowest frequency *Penisetum clandestinum* (9%) and highest *Lolium temulentum* (91%). *L. temulentum* had the highest density (541 individuals/m²). The densities of monocotyledonous and dicotyledonous weed species with high control registered between one and four plants/m². *Alternaria* affected coriander at day 50 after sowing and produced severe damage when no control was taken; with 65% infected plants and a level of severity of total plant death. When intensive control measures of *Alternaria* were taken, the levels of incidence and severity stayed near 1.5 % with very slight damage. Coriander dry matter had a reduction of 82% due to *Alternaria* without any control measures and 92% with no weed control, compared to the control. The production of coriander seeds was between 167.1 and 174.3 g m⁻² with a minimal presence of weeds and *Alternaria*, and the absence of insect pests. No seed was obtained without weed control and without control of *Alternaria*, seed yield was 7.5 g m⁻².

Additional keywords: management intensities, weed cover, weed density, disease severity.

Fecha de recepción: 29-01-2011

Aprobado para publicación: 21-11-2011

INTRODUCCIÓN

El cilantro (*Coriandrum sativum* L., Umbelliferae, Apiaceae) es una planta de uso culinario. En Colombia, la variedad Fino de Castilla o Patimorado, está adaptada entre los 800 y 2.800 msnm (Acuña, 1998; Estrada *et al.*, 2004), y se siembran unas 1.962 ha de las 113.773 ha de hortalizas anualmente, donde Cundinamarca participa con el 30 % de la producción (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009).

En todo cultivo, el manejo preventivo de los problemas fitosanitarios incluye la utilización de material de propagación o semilla sana, libre de cualquier agente considerado como plaga (maleza, insecto o patógeno) (Besnier, 1989; Fuentes y Plaza, 1992; Ávila y Velandia, 1992; López, 1992). Se requiere entre 45 a 120 d para obtener

semilla (Acuña, 1988; Diederichsen, 1996; Estrada *et al.*, 2004).

Fuentes y Plaza (1992) registraron 32 especies de malezas como las más frecuentes en los cultivos hortícolas de la Sabana de Bogotá, de las familias: Poaceae, Fumariaceae, Chenopodiaceae, Cruciferae, Polygonaceae, Compositae, Amaranthaceae, Scrophulariaceae, Malvaceae, Cruciferae. Información fue reafirmada por Eraso y Sequeda (2005), quienes registraron 143 especies arvenses en el Altiplano Cundiboyacense.

Las malezas o arvenses afectan la producción del cilantro: disminuyen rendimientos y deterioran la calidad del follaje y semilla, por la competencia o efectos alelopáticos sobre los cultivos (Al-

drich, 1984, Radosevich y Roush, 1990; Anaya *et al.*, 1992; Cousens y Mortimer, 1995; Gallagher *et al.*, 1999).

En Colombia se han reportado enfermedades del cilantro como marchitamiento y pudrición de plántulas por *Fusarium* sp., *Pythium* sp. y *Rizoctonia* sp., el añublo foliar y quemazón de hojas por *Alternaria* sp., *Cercospora* sp. y *Phytophthora* sp. Bacterias: *Xanthomonas* sp. (Estrada *et al.*, 2004). En la Sabana de Bogotá, Martínez (1998) reportó al tizón o alternariosis causada por *Alternaria dauci* (Kuehn.) Groves y Skolko, que afecta al follaje y se puede diseminar por las semillas. Buri-ticá (1999) reportó en Antioquia, Cundinamarca y Nariño, a *Alternaria* Nees como hongo fitopatógeno causante de la mancha foliar del cilantro o *Alternaria*. Estrada *et al.* (2004) referenciaron plagas del cilantro: *Spodoptera* sp. y *Agrotis* sp., *Epitrix* sp., *Diabrotica* sp. *Mizus* sp., *Thrips* sp. y *Lyriomiza* sp. Otra plaga es el áfido *Rhopalosiphum* sp. (Acuña, 1988), mientras que en Brasil, Araujo (1986) relaciona al áfido *Myzus persicae* (Sulzer).

En esta investigación se propuso conocer la incidencia de las malezas (especies, frecuencia, densidad y cobertura), del hongo *Alternaria* incidencia y severidad y los insectos plaga, sobre la producción de semilla de cilantro, sometidos a diferentes niveles de manejo, evaluando los rendimientos del cilantro en materia seca y semilla, bajo condiciones experimentales (Sabana de Bogotá, Colombia), ya que es importante que se produzca localmente semilla de cilantro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instaló un experimento de campo en el Centro Agropecuario Marengo durante el segundo semestre de 2004 (4° 42' latitud norte y 74° 12' longitud oeste, meridiano de Greenwich) de la Universidad Nacional de Colombia, Mosquera (Cundinamarca); a una altura de 2.543 msnm, con promedios anuales de 13°C de temperatura, 78% de humedad relativa, alrededor de 7 h día⁻¹

de brillo solar y 665 mm de precipitación anual (CAM, 2004).

Establecimiento del cultivo de cilantro

Se sembró la variedad de cilantro nacional (cultivado en Colombia) Fino de Castilla (Patimorado). La densidad de siembra fue de 20 kg ha⁻¹. Para el manejo de malezas dicotiledóneas se utilizó linuron en dosis de 0,45 kg ha⁻¹ i.a. y para gramíneas propaquizafop en dosis de 0,12 kg ha⁻¹ i.a. El manejo de *Alternaria* se realizó con mancozeb a 0,75 kg ha⁻¹ i.a. (protectante), y carbendazim aplicando 0,15 kg ha⁻¹ i.a. (sistémico, preventivo – curativo). Para insectos plaga no fue necesario implementar medidas de control.

Diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con parcelas divididas, doce tratamientos y cuatro repeticiones. Cada bloque conformado por tres parcelas principales, definidas por la presencia de malezas, *Alternaria* e insectos plaga en el cultivo de cilantro. Las subparcelas dadas por las intensidades de control o manejo (sin control, bajo, medio y alto) de los problemas sanitarios (tabla 1). El área de cada unidad experimental (UE) o subparcela (SP) fue de 32,4 m². Para las malezas se definieron los niveles de control con base en la frecuencia de cada control. Se tomó como referencia a Hill y Santelman (1969). Para *Alternaria*, los niveles de control dados por la frecuencia de cada control, frecuencia definida según el ciclo de patogénesis, alrededor de 21 d (Rottem, 1995; Agrios, 2005).

Evaluación de la comunidad de malezas

Se determinaron las especies presentes en el área experimental y caracteres de frecuencia (presencia de cada especie de arvenses en las UE para los diferentes muestreos realizados); cobertura (porcentaje del área del suelo cubierto por las malezas, de 20 posibles puntos dentro del cuadrado [n/20]) y densidad (número de individuos de una

Tabla 1. Establecimiento de tratamientos en el área experimental.

Tratamiento	Abreviatura	Descripción
T1 Malezas sin control	msc	Sin control durante el ciclo del cultivo de cilantro
T2 Malezas control bajo	mcb	Dos controles: 60 y 120 días después de la siembra (dds) del cilantro
T3 Malezas control medio	mcm	Controles: 30, 60, 90 y 120 dds del cilantro
T4 Malezas control alto	mca	Controles: cada 20 dds del cilantro (cultivo entre un 95 y 100 % libre de malezas)
T5 Alternaria sin control	asc	Sin medidas de control
T6 Alternaria control bajo	acb	Controles cada 21 días después de la aparición de la enfermedad (ddae)
T7 Alternaria control medio	acm	Controles cada 14 ddae
T8 Alternaria control alto	aca	Controles cada 7 ddae
T9 Insectos plaga sin control	ipsc*	Sin medidas de control
T10 Insectos plaga control bajo	ipcb*	Controles cada 21 días después de la aparición del insecto plaga (ddaip)
T11 Insectos plaga control medio	ipcm*	Medidas de control cada 14 ddaip
T12 Insectos plaga control alto	ipca*	Controles cada 7 ddaip

* Ipsc, Ipcb, Ipcm e Ipca = maca: malezas y *Alternaria* control alto.

especie de maleza que se registraron en una área de 275 cm² de las arvenses. La metodología de evaluación utilizada fue la propuesta por Fuentes (1986), usando el método del “cuadrado”. El área del cuadrado fue de 0,25 m², tomando tres muestras por UE.

Evaluación de *Alternaria*

Para *Alternaria* se evaluó la incidencia (inal) y la severidad (seval). Según Nutter (1997) la incidencia definida como el número de unidades (plantas) de muestreo en los que se registró la enfermedad (porcentaje de plantas afectadas), y la severidad, como el área de la unidad de muestreo enferma (expresada en niveles de cero a nueve), a partir del porcentaje de área foliar de la planta de cilantro afectada por *Alternaria*. Se utilizó el cuadrado de la evaluación de malezas, con muestreos cada 7 d. Se definieron tres muestras por UE tomadas al azar de 15 puntos posibles de muestreos. Se tomaron 20 plantas para evaluar la incidencia y cinco plantas para evaluar la severidad de *Alternaria*. El sistema de evaluación de *Alternaria* se adaptó de Castaño (1989), definiendo nueve niveles de severidad: (0) ningún síntoma visible de la enfer-

medad (0% área foliar afectada), (1) los síntomas son insignificantes o leves (\approx 1 a 5% de área foliar afectada), (3) síntomas y daños leves (\approx 6 al 20% de área foliar afectada), (5) plantas que presentan síntomas de daño moderado (\approx 21 al 40% de área foliar afectada), (7) material muy enfermo (\approx 41 al 60% de área foliar afectada), (9) material muy enfermo e incluye plantas muertas (mayor del 60% área foliar afectada).

Evaluación de insectos plaga

No se presentaron insectos plaga de importancia económica, por lo cual no se incluyen datos de resultados.

Masa seca de las plantas de cilantro

Se evaluó la masa seca (masec) a los 120 dds, cuando se encontraba alrededor del 80% de frutos formados. La muestra consistió en la planta total de cilantro, con tres muestras por UE y área de 1.600 cm². Cada muestra fue llevada al Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia, donde se secaron en una estufa a 80°C durante 48 h.

Producción de semilla de cilantro

Se tomaron tres muestras de la semilla (en g m⁻²) de cilantro producida por UE, en un área de 7,2 m² por UE.

Análisis de la información

Se planteó el contraste de problemas limitativos de malezas, el hongo *Alternaria* e insectos plaga, con diferentes niveles de manejo. El diseño experimental se ajustó a bloques completos al azar, con nueve tratamientos: T1 a T4 (diferentes niveles de manejo de malezas); T5 a T8 (diferentes niveles de manejo de *Alternaria*) y T9 (un testigo con manejo alto de malezas y *Alternaria*), T1 a T8 contaron con cuatro replicas y T9 con 16 repeticiones. Se realizó un análisis de varianza (Anova) y contrastes ortogonales, con el fin de dar respuesta a preguntas específicas sobre el efecto de los tratamientos en cada una de las variables evaluadas. La información se procesó con el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de malezas en el área experimental

La comunidad de malezas que interactuó con el cultivo de cilantro durante el experimento, estuvo conformada por 15 especies de malezas de 10 familias (tabla 2), comunes en la Sabana de Bogotá (Eraso y Sequeda, 2005). La determinación de especies se realizó mediante la literatura e investigaciones relacionadas (Eraso y Sequeda, 2005; Fuentes *et al.*, 2006; Bermúdez, 1997; Holm *et al.*, 1997). De las 15 especies de malezas presentes en el experimento, se encuentran varias catalogadas como medianas a altamente perjudiciales o nocivas (Trujillo, 1981), dado por la alta competitividad, daño en el cultivo, costo y posibilidades de erradicación como lo son: *Lolium temulentum* (Lolte), *Brassica rapa* (Brara), *Urtica urens* (Urtur), *Rumex crispus* (Rumcr), y *Chenopodium paniculatum* (Chepa), consideradas malezas comunes (MC) y nocivas (MN) (Resolución 2228 del ICA, 1983). Todas las especies

Tabla 2. Especies de malezas en el área experimental.

No.	Especie	Nombre común	Familia	Abreviatura	Calificación Resolución 2228 (MC, MN) ¹ (ICA 1983)
Monocotiledóneas					
1	<i>Lolium temulentum</i> L.	Raygras	Poaceae	Lolte	MC
2	<i>Avena fatua</i> L.	Avena silvestre		Avefa	MN
3	<i>Penisetum clandestinum</i> Hochst	Kikuyo		Pecla	MN
Dicotiledóneas					
4	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amarantus, bledo	Amaranthaceae	Amahy	MC
5	<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo, alpiste	Brassicaceae	Brara	MN
6	<i>Chenopodium paniculatum</i> Hook	Cenizo	Chenopodiaceae	Chepe	MC
7	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell	Malva blanca	Malvaceae	Fueli	MN
8	<i>Polygonum seguetum</i> H.B.K.	Gualola	Polygonaceae	Polse	MC
9	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca		Rumcr	MN
10	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Cerrajo		Sonol	MC
11	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Cerrajo	Asteraceae	Sonas	MC
12	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf) Blake	Guasca		Galci	MC
13	<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga blanca	Urticaceae	Urtur	MN
14	<i>Fumaria capreolata</i> L.	Fumaria	Fumariaceae	Fumca	-
15	<i>Veronica persica</i> Poir	Golondrina	Scrophulariaceae	Verpe	-

¹ MN: maleza nociva; MC: maleza común.

de malezas alcanzaron la fase reproductiva en el tratamiento malezas sin control (msc).

Frecuencia de las especies de malezas

Para la frecuencia de las especies de malezas en el área experimental (figura 1). Lolte se registró en un 91% de las muestras, seguido por frecuencias mayores de 39%, para Fuefi, Amahy, Brara, y Chepe (58%, 48%, 46% y 39%, respectivamente), mientras que la maleza de menor frecuencia fue Pecla con un 9% de frecuencia. La frecuencia de cada maleza en el experimento, puede ser una referencia de las que generaron mayor competencia al cilantro, especialmente en UE sin manejo, manejo bajo y medio de malezas.

Densidad de las especies de malezas

La densidad para las especies de malezas (figura 2) muestra que Lolte tuvo una densidad

promedio de 541 tallos/m². Las dicotiledóneas con promedios de más de 50 individuos/m², fueron Amahy, Urtur, Fuefi, Chepe, Verpe y Brara. Mientras que la menor densidad la presentó Galci, con ocho individuos/m². Valores que predominaron en msc, mcb y mcm.

La densidad de malezas monocotiledóneas (dmm) y dicotiledóneas (dmd) se representa en la figura 3. En msc se presentó la mayor dmd (943 plantas/m²), mientras que en mcb se presentó la más alta dmm (980 plantas/m²). Los tratamientos en los que se implementó un nivel de control alto de malezas y *Alternaria* (mca, aca y maca), presentaron densidades de malezas similares, con valores menores a 25 plantas/m².

La dmm y dmd (tabla 3) registraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,0001$). Los contrastes ortogonales (tabla 4) registraron para las dos variables, diferencias estadísticas entre los

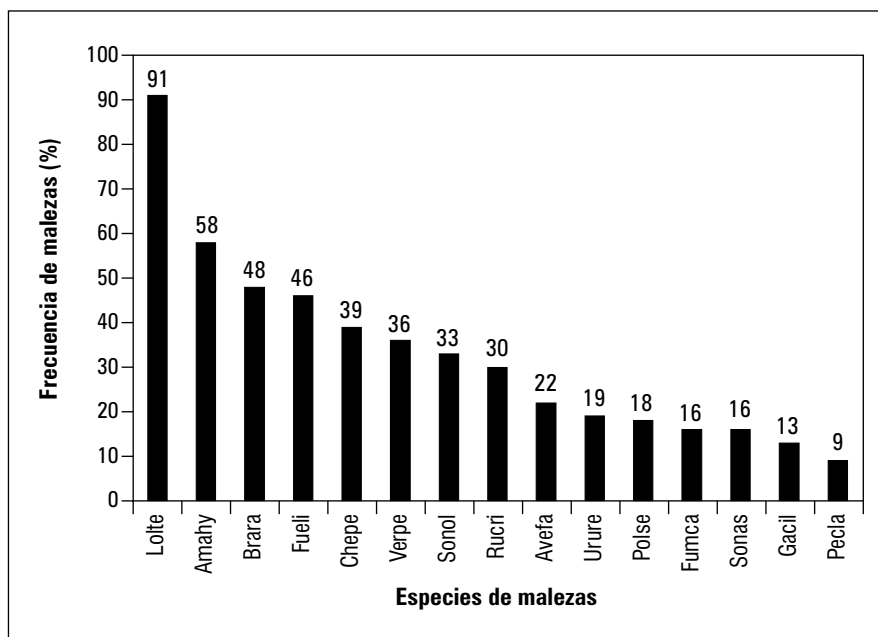


Figura 1. Frecuencia de las malezas en el área experimental con el cultivo de cilantro. Lolte (*L. temulentum*), Urtur (*U. urens*), Pecla (*P. clandestinum*), Avefa (*A. fatua*), Chepe (*C. petiolare*), Brara (*B. rapa*), Polse (*P. segetum*), Sonol (*S. opleraceus*), Fumca (*F. capreolata*), Fuefi (*F. limensis*), Amahy (*A. hybridus*), Verpe (*V. persica*), Rumcr (*R. crispus*), Sonas (*S. asper*), Galci (*G. ciliata*).

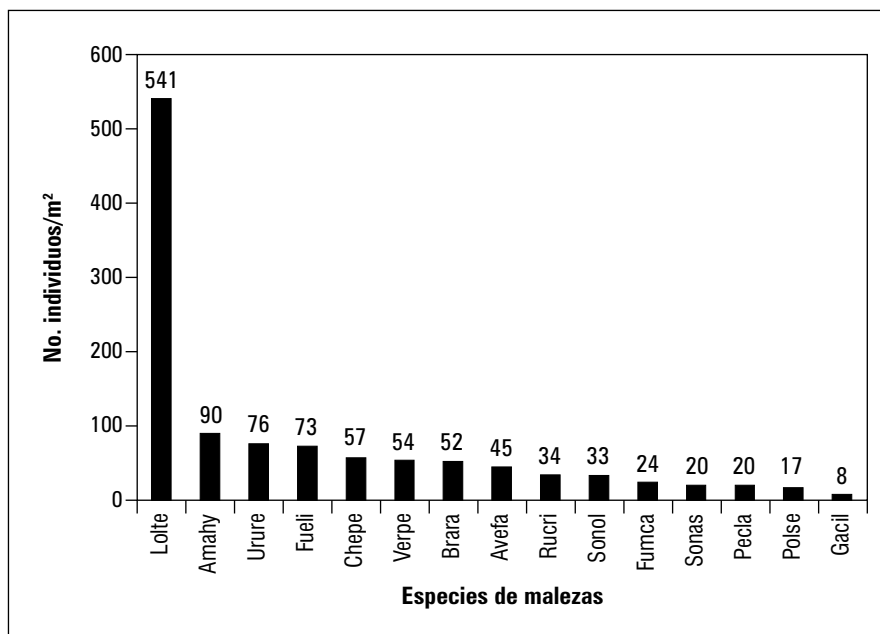


Figura 2. Densidad de las malezas en el área experimental con el cultivo de cilantro. Lolte (*L. temulentum*), Urtur (*U. urens*), Pecla (*P. clandestinum*), Avefa (*A. fatua*), Chepe (*C. petiolare*), Brara (*B. rapa*), Polse (*P. segetum*), Sonol (*S. opleraceus*), Fumca (*F. capreolata*), Fuefi (*F. limensis*), Amahy (*A. hybridus*), Verpe (*V. persica*), Rumcr (*R. crispus*), Sonas (*S. asper*), Gacil (*G. ciliata*).

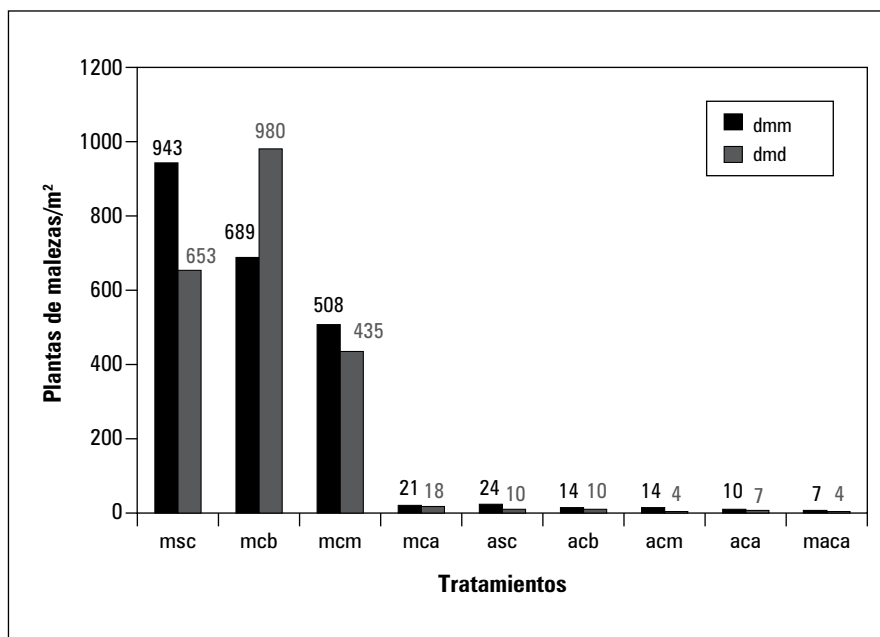


Figura 3. Densidad de malezas monocotiledóneas (dmm) y dicotiledóneas (dmd) en el cultivo de cilantro. Malezas sin control (msc), malezas control bajo (mcb), malezas control alto (mca), *Alternaria* sin control (asc), *Alternaria* control bajo (acb), *Alternaria* control medio (acm), *Alternaria* control alto (aca), y malezas con *Alternaria* control alto (maca).

diferentes niveles de manejo de malezas (msc, mcb, mcm, mca), y entre maca con respecto a los manejos de malezas. Para maca con respecto al manejo de *Alternaria* (asc, acb, acm, aca), no fueron significativas las diferencias, esto por la implementación de un mismo nivel de control de malezas (control alto) en esos tratamientos.

Cobertura de malezas

La cobertura de malezas (comal) presentó diferencias significativas en el Anova ($P < 0,0001$) (tabla 3), donde alcanzó valores de 62,50% en msc, y del 3% en mca. En los tratamientos maca y de manejo de *Alternaria*, con controles altos de malezas, la cobertura se mantuvo alrededor de

12%, valores de cobertura obtenidos de las malezas que emergieron entre un control y otro, además, sumado a las que escapan a los controles implementados (figura 4).

Los contrastes ortogonales para comal (tabla 4) registraron diferencias significativas para los diferentes manejos de malezas: entre manejos de malezas y demás tratamientos, mas no se presentaron diferencias entre maca y manejos de *Alternaria*. Los resultados de los atributos (frecuencia, densidad y cobertura) evaluados para las especies de malezas, muestran a la comunidad de malezas como un factor muy limitativo del cultivo de cilantro.

Tabla 3. Significancia del Anova para las variables evaluadas en el experimento.

Variable	F-valor	Pr > F	R ²	Coef. Var.	Media
dmm	19,30	< 0,0001	0,817	67,32	6,5625
dmd	49,02	< 0,0001	0,917	50,50	6,6458
comal	497,83	< 0,0001	0,991	18,83	0,1011
inal	122,79	< 0,0001	0,964	40,20	0,0786
seval	45,39	< 0,0001	0,990	18,12	0,1117
Masec	323,88	< 0,0001	0,952	13,18	1,4854
Totsem	217,80	< 0,0001	0,930	17,60	109,5570

dmm, densidad de malezas monocotiledóneas; dmd, densidad de malezas dicotiledóneas; comal, cobertura de malezas; inal, incidencia de *Alternaria*; seval, severidad de *Alternaria*; Masec, peso masa seca; Totsem, producción total de semillas de cilantro.

Tabla 4. Significancia estadística de los contrastes ortogonales para las variables evaluadas en el experimento.

Contraste	Variables						
	dmm	dmd	comal	inal	seval	Masec	Totsem
Manejo de malezas vs. manejos <i>Alternaria</i>	**	**	**	**	**	**	ns
Maca vs. resto	**	**	**	**	**	**	**
Maca vs. manejos malezas	**	**	**	ns	ns	**	**
Maca vs. manejos <i>Alternaria</i>	ns	ns	ns	**	**	**	**
Msc vs. resto	**	**	**	ns	ns	**	**
Mcb vs. resto	**	**	**	ns	ns	**	**
Mcm vs. manejo malezas alto	**	**	**	ns	ns	**	**
Asc vs. resto	ns	ns	ns	**	**	**	**
Acb vs. resto	ns	ns	ns	**	**	**	**
Acm vs. aca	ns	ns	ns	**	**	**	**

** Diferencias altamente significativas. ns: no significativo.

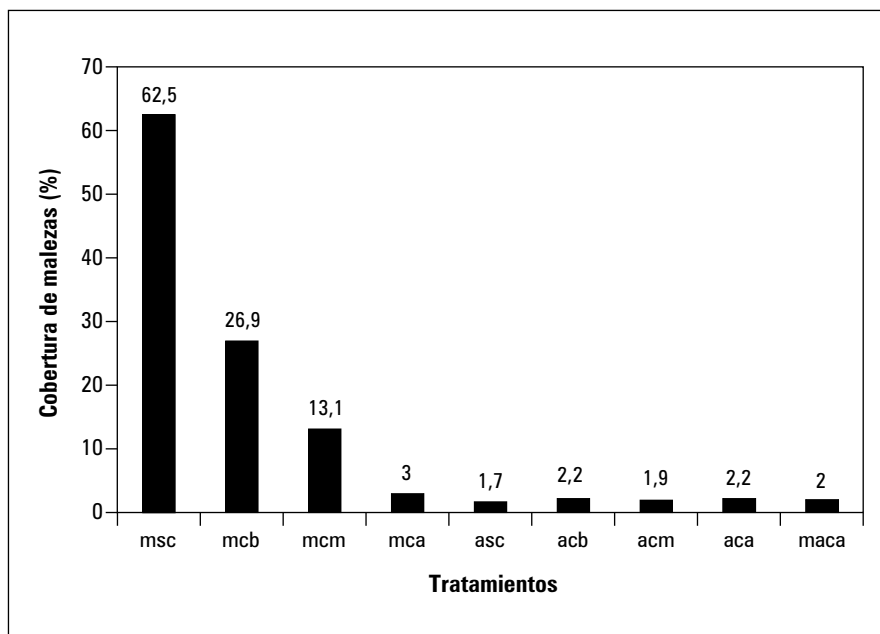


Figura 4. Cobertura de malezas en el cultivo de cilantro. Malezas sin control (msc), malezas control bajo (mcb), malezas control medio (mcm), malezas control alto (mca), *Alternaria* sin control (asc), *Alternaria* control bajo (acb), *Alternaria* control medio (acm), *Alternaria* control alto (aca), y malezas con *Alternaria* control alto (maca).

Las especies de malezas que compitieron con el cilantro fueron altamente agresivas. Aunque la distribución de todas las especies no fue homogénea, se resalta la alta frecuencia de Lolte, especie de alta competitividad con los cultivos. La densidad de las malezas varió entre 8 y 541 plantas/m². La densidad y cobertura de las malezas sirven como referencia del comportamiento y la interferencia de las especies arvenses con el cultivo de cilantro, y los posibles efectos en los rendimientos (Carlson y Hill, 1985).

El cilantro es muy sensible a la presencia de malezas durante el estado juvenil y de roseta (durante los primeros 30 a 40 d después de la emergencia), lo que implica la necesidad de un alto control de las mismas (Diederichsen, 1996; Estrada *et al.*, 2004); en este caso, el cilantro se vio en desventaja con respecto a la comunidad de malezas para competir por los diferentes factores de crecimiento relacionados por Cousens y Mortimer (1995), especialmente cuando se disminuyeron los controles de las mismas.

La emergencia de todas las especies de malezas en el experimento fue al tiempo con el cultivo (con diferentes cohortes durante el ciclo del mismo), por lo que la competencia se dio desde el establecimiento del cultivo, aspecto determinante en los efectos de las malezas sobre los rendimientos de los cultivos (Dawson, 1971).

Las 15 especies de malezas que compitieron con el cultivo de cilantro y resaltando la toma de nutrientes, se puede contrastar con lo encontrado en maíz (*Zea mays* L.) al competir con *A. hybridus*: alrededor del 28% de los contenidos nutricionales del suelo son aprovechados por la maleza (Vengris *et al.*, 1955). Si esto sucede con *A. hybridus*, maleza presente en el área experimental, la competencia por nutrientes pudo ser excesivamente alta en el caso del tratamiento msc. Se cita el caso evaluado por Cralle *et al.* (2003), donde el *L. multiflorum* mostró una alta competencia por el fósforo al interactuar con el cultivo de trigo, debido a un mejor aprovechamiento de nutrientes a través de un mayor desarrollo radical.

Al analizar la cobertura alcanzada por las malezas en los tratamientos msc, mcb y mcm (figura 4), estas probablemente interfirieron sobre una buena cantidad y calidad de luz para el cultivo de cilantro. Estos efectos también pudieron darse a nivel de microambiente, sobre la disponibilidad de CO₂, la disponibilidad de oxígeno en el área de influencia de las raíces, y efectos en las condiciones de temperatura del suelo y parte aérea de la planta. Elementos por los que también compiten o son determinantes del crecimiento de las diferentes especies de plantas (Evans y Young, 1972).

Las 15 especies de malezas que interactuaron con el cultivo de cilantro al presentar una alta densidad, cobertura y variada frecuencia, son aspectos que condicionan o limitan el manejo de la comunidad de malezas, a partir de los fundamentos de la época crítica de competencia y del concepto de umbrales.

Para la época o periodo crítico de competencia, que es aproximadamente equivalente al primer tercio o a la mitad del ciclo de vida del cultivo (Doll, 1999) o de mantener el cultivo libre de malezas en determinadas etapas de desarrollo (García y Fernández, 1991), y dada la variación del periodo crítico según las especies de arvenses (tres especies monocotiledóneas y 12 dicotiledóneas en la área experimental), la alta presión o competencia generada por las diferentes especies de malezas, como lo ocurrido en los tratamientos en los que se redujeron los niveles de control, especialmente msc, donde, los rendimientos del cilantro se redujeron a cero. Por tanto, se podría decir que las condiciones presentadas por la comunidad de malezas 'superan' o limitan la aplicabilidad del periodo crítico de competencia bajo las condiciones experimentales de campo manejadas.

Al igual que la poca aplicabilidad de la época crítica de competencia para el manejo de malezas en el experimento desarrollado, la aplicabilidad de umbrales también se ve limitada dada la complejidad de la competencia entre el cultivo

de cilantro y las diferentes malezas que interactuaron con el mismo. Los conceptos de época crítica y de umbrales, generalmente, han sido evaluados y aplicados con especies de malezas a nivel individual y a cultivos muy específicos (Swanton *et al.*, 1999), en este experimento la competencia fue dada por toda una comunidad de malezas cuya densidad, cobertura y distribución en la área experimental fue muy variada y compleja, por consiguiente, los niveles de la época crítica de competencia y de umbrales se pudieron aproximar a niveles de cero.

Incidencia y severidad de *Alternaria* en el cultivo de cilantro

El cilantro presentó los primeros síntomas de *Alternaria* a los 50 dds. Estos síntomas se observaron primero en las hojas bajas de las plantas (inicialmente pequeñas manchas foliares de color amarillento, que alrededor de los 5 d cambiaron a color café y luego variaron a color café oscuro y negro). Las manchas foliares de *Alternaria* empezaron a convertirse en quemazones del follaje alrededor de los 12 d después de la detección de los primeros síntomas. Estos síntomas observados de *Alternaria* en el cultivo del cilantro fueron similares a los descritos por Domínguez (1965), Torres (1995), Agrios (2005) y Estrada *et al.* (2004), característicos de este hongo fitopatógeno (*Alternaria* sp.).

Los valores más altos de la incidencia y severidad de *Alternaria* durante el ciclo del cultivo se registraron en asc (65% de plantas y un nivel 6,4 en el follaje afectado) y en acb (\approx 40% de plantas afectadas y un nivel de 5,2 de follaje afectado), mientras que en aca presentó valores próximos a 1% de las plantas afectas y nivel de severidad de 0,35 de follaje afectado (figura 5). Estas diferencias en el Anova fueron significativas ($P < 0,0001$) (tabla 3).

Los contrastes ortogonales para la incidencia (inal) y severidad (seval) de *Alternaria* (tabla 4)

muestran diferencias altamente significativas, así: entre los diferentes manejos de *Alternaria*, entre el manejo de *Alternaria* y el resto de tratamientos. No se presentaron diferencias significativas entre maca y los diferentes niveles de manejo de malezas. *Alternaria* produjo daños severos en el tratamiento sin control (asc), causando la muerte casi total de las plantas de cilantro en muchos casos. Este nivel de severidad fue alcanzado alrededor de los 60 d después de la aparición de la enfermedad.

Los tratamientos con los diferentes manejos de *Alternaria*, fueron determinantes en la presencia y desarrollo de la epidemia causada por este hongo fitopatógeno. En el caso de aca, los niveles de incidencia y severidad alcanzaron valores entre el 0% y 3% de plantas afectadas, mientras que en asc, hasta un 65% de plantas afectadas y severidad mayor a un nivel de 6 durante el ciclo del cultivo. Los daños en este último tratamiento llevaron a la muerte de las plantas.

Masa seca del cilantro

En la figura 6 se muestran los resultados de la masa seca (masec) de las plantas. Se muestra uno de los efectos de la competitividad de las malezas y el daño causado por *Alternaria* sobre el cultivo de cilantro. Los tratamientos mca, aca y maca presentaron los mayores valores de masa seca (2,1; 2,5 y 2,2 g/planta, respectivamente).

La masec registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,0001$) (tabla 3), igual los contrastes ortogonales (tabla 4). Diferencias entre los tratamientos con manejos de malezas (msc, mcb, mcm, mca) y de *Alternaria* (asc, acb, acm, aca), y entre estos grupos con respecto a los demás tratamientos.

La evaluación de masec fue una primera aproximación al grado de agresividad de las malezas y de *Alternaria* sobre el cultivo del cilantro. La masec se redujo entre un 92% y 82% en los tra-

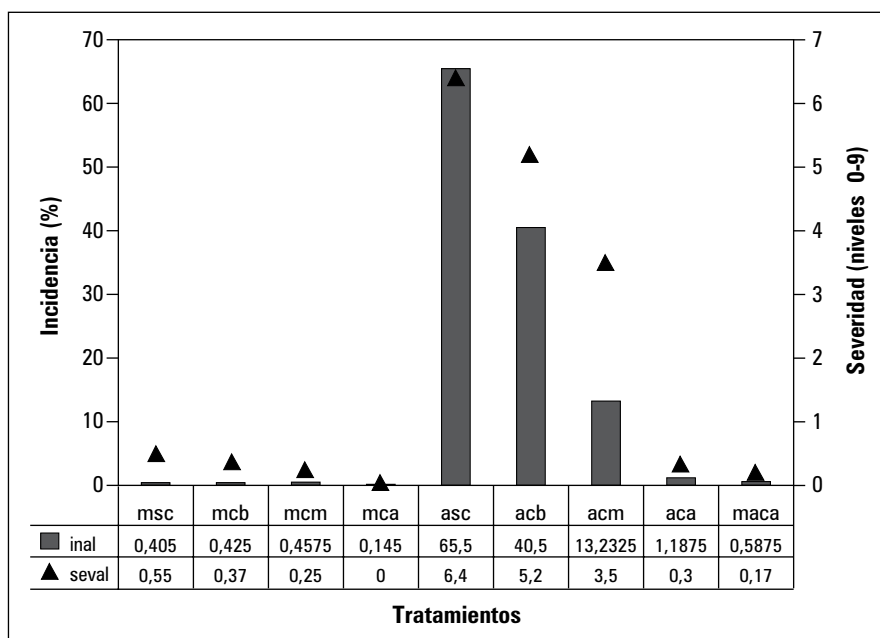


Figura 5. Incidencia (inal) y severidad (seval) de *Alternaria* en el cultivo de cilantro. Malezas sin control (msc), malezas control bajo (mcb), malezas control medio (mcm), malezas control alto (mca), *Alternaria* sin control (asc), *Alternaria* control bajo (acb), *Alternaria* control medio (acm), *Alternaria* control alto (aca), y malezas con *Alternaria* control alto (maca).

tamientos sin control de malezas (msc) y de *Alternaria* (asc), con respecto a los controles altos (mca, aca, y maca) (figura 6). Esto es una muestra de la importancia del manejo de las malezas y *Alternaria*, que causan grandes perjuicios sobre el normal desarrollo de las plantas de cilantro en los tratamientos sin controles.

Al analizar los componentes esenciales de la materia seca de una planta: polisacáridos y lignina de la pared celular, componentes del protoplasma, incluyendo proteínas, lípidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y determinados elementos como potasio (Salisbury y Ross, 1994), los cuales pudieron ser afectados por las malezas y *Alternaria*, quienes disminuyen los diferentes nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo de las plantas de cilantro. Daño indirecto causado por las malezas que compitieron con el cilantro por recursos del ambiente (agua, luz, nutrientes, espacio) sin dejar de lado el posible efecto alelopático (Cousens y Mortimer, 1995) y un daño

directo por *Alternaria* que obtienen los elementos esenciales de la planta de cilantro, con consecuencias en la producción de follaje y semilla.

Rendimiento de semilla de cilantro

La figura 7 muestra los valores de la producción de semillas de cilantro (Totsem) obtenida según los diferentes niveles de manejo de malezas y *Alternaria*. La mayor producción total fue alcanzada en el tratamiento mca con $174,26 \text{ g m}^{-2}$, mientras que no se logró ninguna producción en msc. El Anova para la producción de semilla de cilantro, registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0,0001$) entre tratamientos (tabla 3 y 4).

La pérdida total de la producción de semilla de cilantro en los tratamientos msc y en asc, muestran la importancia económica del control de las malezas y *Alternaria* para el cultivo de cilantro. La reducción de los rendimientos es notable en la medida que hay una mayor interferencia (com-

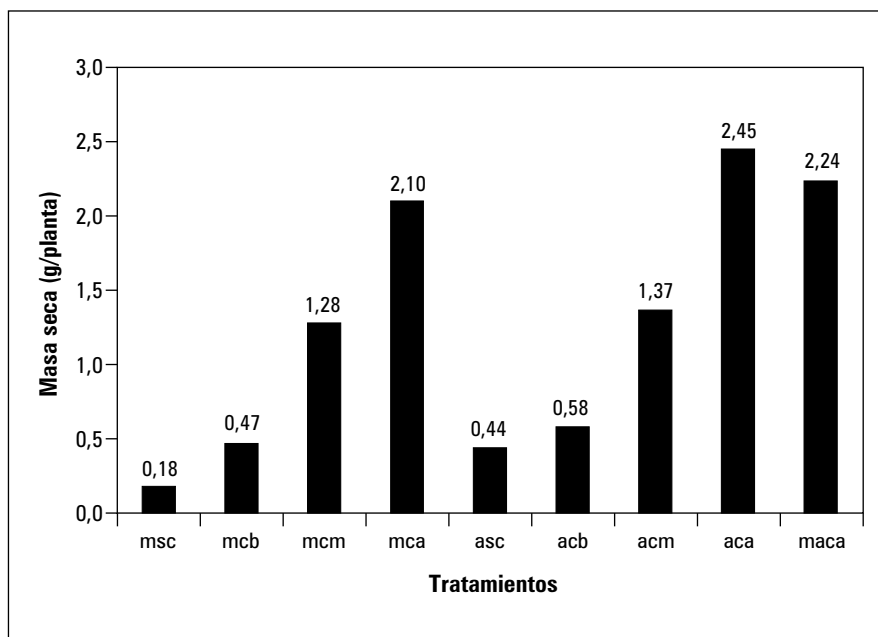


Figura 6. Masa seca del cilantro. Malezas sin control (msc), malezas control bajo (mcb), malezas control medio (mcm), malezas control alto (mca), *Alternaria* sin control (asc), *Alternaria* control bajo (acb), *Alternaria* control medio (acm), *Alternaria* control alto (aca), y malezas con *Alternaria* control alto (maca).

petencia) de las malezas con el cilantro, y similar resultado, cuando se disminuye la intensidad de control de *Alternaria* (figura 7).

Los bajos rendimientos de la semilla de cilantro, obtenidos en los tratamientos en los que se redujo el control de *Alternaria*, muestran la agresividad de este patógeno sobre el cilantro, teniendo en cuenta la agresividad mencionada por Neergaard (1977), quien relaciona a *Alternaria* como uno de los problemas que reduce los rendimientos en zanahoria entre un 5% y 55% bajo diferentes intensidades de control. Las pérdidas causadas por la comunidad de malezas sobre el cultivo de cilantro alcanzaron hasta un 94,7% del peso seco del cilantro con respecto al cultivo siempre limpio. Comparación que ratifica las pérdidas causada por la comunidad de malezas en la producción de semilla obtenida en esta investigación, similar a resultados obtenidos por Álvarez y Escandon (1990).

La competencia de la comunidad de malezas con el cilantro fue extremadamente alta, dada la reducción del 100% de la producción de semilla de cilantro en msc, y hasta en un 50% en mcm. Roberts *et al.* (1976) afirman que poblaciones de malezas con densidades entre 50 y 540 plantas/m², reducen los rendimientos en cultivos de crucíferas entre 47% y 100%, en comparación cuando se tienen los cultivos libres de malezas. Caso que se reflejó en la producción de semilla de cilantro, a medida que se reducen los niveles de control de malezas.

La drástica reducción de la producción de semilla de cilantro, a causa de las malezas y *Alternaria*, demuestra la importancia del manejo de estos problemas sanitarios, ligados a las características biológicas de la planta de cilantro, al ser una planta herbácea poco competitiva con las malezas (Estrada *et al.*, 2004), a lo que se le

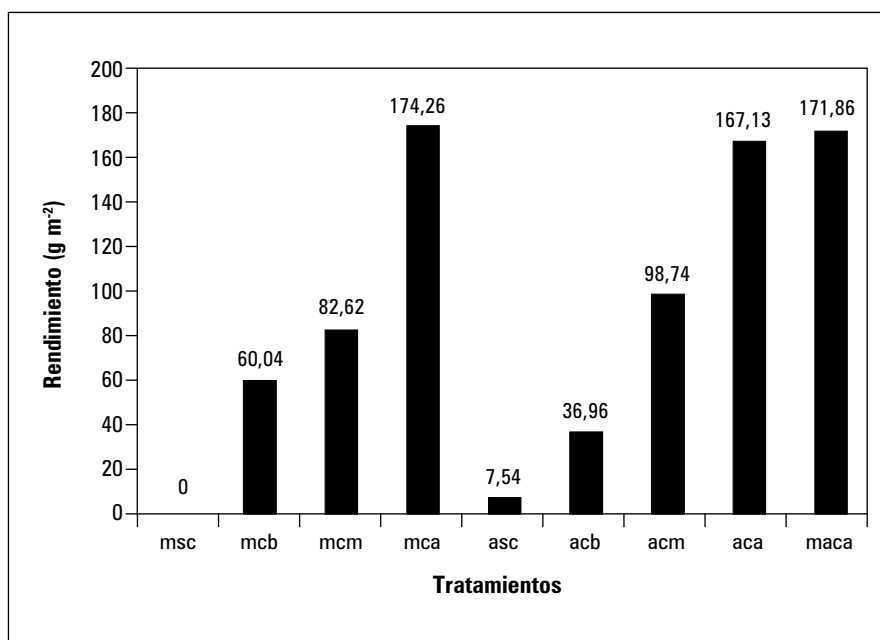


Figura 7. Rendimiento de semilla de cilantro. Malezas sin control (msc), malezas control bajo (mcb), malezas control medio (mcm), malezas control alto (mca), *Alternaria* sin control (asc), *Alternaria* control bajo (acb), *Alternaria* control medio (acm), *Alternaria* control alto (aca), y malezas con *Alternaria* control alto (maca).

suma la susceptibilidad del cilantro a *Alternaria* (Agrios, 2005; Neergaard, 1977), caso contrario a insectos plaga que no fueron de importancia económica.

CONCLUSIONES

Se evidenció la importancia de la presencia de las malezas y *Alternaria* sobre la producción de la semilla de cilantro, bajo diferentes niveles de manejo en la Sabana de Bogotá; en el caso de las plagas, no hubo presencia de insectos plaga de importancia económica. La comunidad de malezas que interactuó con el cilantro en el experimento desarrollado en la Sabana de Bogotá, Colombia, estuvo conformada por 15 especies, con predominio de *Lolium temulentum*, *Brassica rapa*, *Fuertesimalva limensis*, *Chenopodium petiolare*, *Veronica persica* y *Rumex crispus*, consideradas malezas altamente competitivas y agresivas en los diferentes sistemas de cultivos.

El grado de importancia de las especies de malezas se reflejó en la densidad promedio alcanzada en las unidades experimentales sin ningún control (msc) y con controles bajos (mcb), donde especies monocotiledóneas alcanzaron densidades hasta de 943 plantas/m², y especies dicotiledóneas 980 plantas/m², mientras que en los tratamientos con controles alto (mca, aca, maca) la densidad entre 4 y 24 plantas/m². Algo similar registró la cobertura, que alcanzó en msc hasta un 62,5 % y en los tratamientos de control alto varió entre 1,7 y el 2,0%.

La presencia de *Alternaria* en el cilantro ocurrió a los 50 d después de la siembra del cultivo. La in-

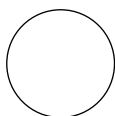
cidencia de esta enfermedad alcanzó valores por encima del 65% en el tratamiento *Alternaria* sin control (asc) y mayores al 40% en *Alternaria* control bajo (acb). El nivel de severidad que se registró estuvo por encima de 6 en asc y mayor a 5 en acb, esto representó al final del ciclo del cultivo plantas muy enfermas con muerte total en muchos casos. A medida que se intensificaron los controles de *Alternaria* se redujo el nivel de incidencia y severidad con valores cercanos a cero.

La evaluación de la materia seca del cilantro registró valores con reducciones drásticas entre un 82% y 92% en asc y msc, con respecto a los controles altos. Estos valores reflejan el alto grado de interferencia (competencia) de las malezas con el cultivo de cilantro y el daño directo causado por *Alternaria* sobre este cultivo.

Los máximos rendimientos en semilla de cilantro fueron alrededor de 170 g m⁻², obtenidos en los manejos altos de malezas y *Alternaria* sin la presencia de insectos plaga; y cuando no se realizan manejo de malezas y *Alternaria* durante el desarrollo del cultivo de cilantro, los rendimientos en semilla se reduce en un 100% y 95% respectivamente, respecto a controles altos.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía y al Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia y a productores de semillas seleccionadas y a los señores Gómez y Méndez, productores de semillas seleccionadas, por la financiación de este estudio.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, R. 1988. Guía para la producción de hortalizas. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Secretaría de Agricultura, Cali, Colombia.
- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. 5ª ed. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.
- Anaya, A.L., R.C. Ortega y R.V. Nava. 1992. Impact of allelopathy in the traditional management of agroecosystems in Mexico. pp. 271-301. En: Rizvi, S.J.H. y V. Rizvi (eds.). Allelopathy: Basic and applied aspects. Chapman & Hall, London, UK.
- Álvarez, S.J. y G.S. Escandon. 1990. Evaluación del control químico de malezas en el cultivo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Araujo, C.D. 1986. Occurrence of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Homoptera, Aphididae) on a crop of coriander *Coriandrum sativum* (Umbelliferae). Anais Soc. Entomol. Bras. 15, 173-174.
- Ávila, C. y J. Velandia. 1992. Enfermedades de algunas especies hortícolas y su manejo. pp. 95-105. Primer Curso Nacional de Hortalizas de Clima Frío. ICA, Tibaitatá, Mosquera, Colombia.
- Bermúdez, L.A. 1997. Malezas más comunes en Colombia. Produmedios, Bogotá.
- Besnier, R.F. 1989. Semillas, biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Buriticá, C.P. 1999. Directorio patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá.
- Carlson, H.L. y J.E. Hill. 1985. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: plant density effects. Weed Sci. 33, 176-181.
- Castaño J. 1989. Estandarización de la estimación de daños causado por hongos bacterias y nematodos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitopatol. Colomb. 13(1), 9-12.
- Centro Agropecuario Marengo (CAM). 2004. Plan estratégico de desarrollo 2004-2008. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Cousens, R. y M. Mortimer. 1995. Dynamic of weed populations. University Press, Cambridge.
- Cralle, H.T., T. Fojtasek, K. Carson, J. Chandler, T. Miller, S. Senseman, R. Boverly y M. Stone. 2003. Wheat and italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition as affected by phosphorus nutrition. Weed Sci. 51, 425-429.
- Dawson, J.H. 1971. Measuring effect of weeds on crops with emphasis on weed-crop. Southern Weed Sci. Soc. 23, 13-25.
- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). pp. 61-65. En: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben. International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- Doll, J.D. 1999. Dinámica y complejidad de la competencia de la maleza. pp. 35-49. En: Labrada, R., J. Casely y J. Parker (eds.). Manejo de malezas para países en desarrollo. FAO, Roma.
- Domínguez, G.F. 1965. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. 3ª ed. Editorial Dossat, Madrid.
- Eraso, C.E. y M.O. Sequeda. 2005. Contribución al reconocimiento de la flora arvense del altiplano cundiboyacense de Colombia. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Estrada, E., M. García, C. Cardozo, A. Gutiérrez, D. Baena, M. Salvador y F. Vallejo. 2004. Cultivo de cilantro variedad UNAPAL Precoso, Programa de investigación de hortalizas. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Evans, R. A. y J.A. Young. 1972. Microsite requirements for establishment of annual range land weeds. Weed Sci. 20, 350-356.
- Fuentes, C.L. 1986. Metodología y técnicas para evaluar las poblaciones de malezas y su efecto en los cultivos. Revista Comalfi 13, 29-50.
- Fuentes, C.L., A. Fúquene, E.M. Perdomo y S.C. Pinto. 2006. Plántulas de especies arvenses frecuentes en la zona centro de Colombia. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fuentes, C.L. y G. Plaza. 1992. Una aproximación al manejo de malezas en cultivos hortícolas de clima frío en Colombia. pp. 153-174. En: Primer Curso Nacional de Hortalizas de Clima Frío. ICA, Tibaitatá, Mosquera, Colombia.

- Gallagher, R.S., E.C. Fernández y E.L. McCalle. 1999. Weed, management, through short term improved fallow in tropical agroecosystems. *Agrofor. Syst.* 47, 197-221.
- García, T.L. y Q.C. Fernández. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimento. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Hill, L.V. y P.W. Santelman. 1969. Competitive effects of annual weeds on Spanish peanuts. *Weed Sci.* 17, 1-2.
- Holm, L., J. Doll, E. Holm, J. Pancho y J. Herberger. 1997. World weeds: Natural histories and distribution. John Wiley & Sons, New York, N.Y.
- López, A. 1992. Plagas de las hortalizas y su manejo. pp. 117-152. En: Primer Curso Nacional de Hortalizas de Clima Frío. ICA, Tibaitata, Mosquera, Colombia.
- Martínez, R.P. 1998. Enfermedades de las hortalizas en la Sabana de Bogotá y manejo fitosanitario general. ICA, División de Sanidad Vegetal, Bogotá.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009. Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2004-2008. Bogotá. pp. 214-216.
- Neergaard, P. 1977. Seed pathology. Vol. I. The Macmillan Press Ltd., New York, NY.
- Nutter, F.W.J. 1997. Disease severity assessment training. pp. 1-7. En: Franci, L.J. y D.A. Neher (eds.). Exercises in plant disease epidemiology. APS Press, St. Paul, MN.
- Radosevich, S.R. y M.L. Roush. 1990. The role of competition in agriculture. pp. 341-363. En: Grace, J. B. and D. Tilman (eds.). Perspectives on plant competition. Academic Press, New York, NY.
- Roberts, H.A., W. Bond y R.T. Hewson. 1976. Weed competition in drilled summer cabbage. *Ann. Appl. Biol.* 84, 91-95.
- Rottem, J. 1995. The genus *Alternaria*: biology, epidemiology and pathogenicity. APS Press, St. Paul, MN. pp. 326-329.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México D.F.
- Swanton, C.J., S. Weaver, P. Cowan, R. Van Acker, W. Deen y R. Shreshta, 1999. Weed thresholds: Theory and applicability. pp. 9-29. En: Buhler, D.D. (ed.). Expanding the context of weed management. Food Product Press, New York, NY.
- Torres, G.C. 1995. Evaluación y diagnóstico de patógenos transmitidos por semillas en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Trujillo, B. 1981. Ecología de malezas. pp. 13-49. En: I Jornada técnica de especialistas en control de malezas. Sociedad Venezolana de Control de Malezas, Maracay, Venezuela.
- Vengris, J., W.G. Colby y M. Drake. 1955. Plant nutrient competition between weed and corn. *Agron. J.* 47, 213-216.