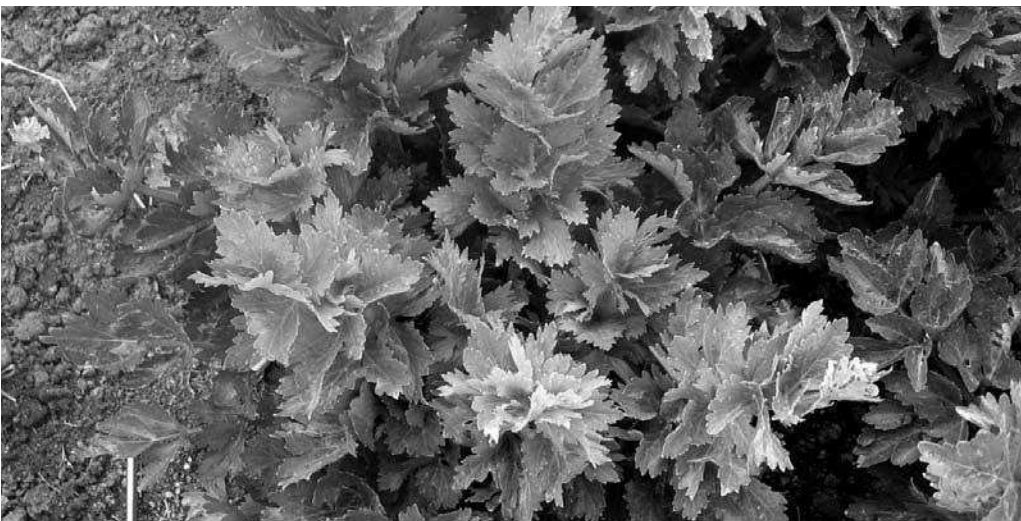


El efecto de tres coadyudantes sobre la eficiencia de dos funguicidas en el control de *Septoria apiicola* Speg. en apio (*Apium graveolens* L.)

Effect of three adjuvants on two fungicides efficiency for *Septoria apiicola* Speg. control in celery (*Apium graveolens* L.)



MANUEL RICARDO AGÁMEZ¹
CARLOS ANDRÉS BEJARANO¹
WILSON DE JESÚS PIEDRAHITA²
BERNARDO CHAVES²

Planta de Apio.
Foto: D. Miranda

RESUMEN

La septoriosis o tizón tardío del apio es una enfermedad ocasionada por el hongo *Septoria apiicola*, que provoca daños sobre el follaje de la planta demerita su calidad y valor comercial hasta un 70% en ausencia de control. Existen varios métodos de manejo de enfermedades, de los cuales el control químico presenta los mejores resultados, sin embargo, se ve afectado por condiciones adversas de manejo como malas prácticas de aplicación, lavado por lluvias, altos costos, etc. En este trabajo se evaluó el efecto de tres coadyuvantes “Mixel®” (dispersante), “Figo®” (pegante) y “Carrier®” (portador) en la eficiencia de control de dos funguicidas preventivos oxiclورو de cobre y clorotalonil formulados en polvo mojable sobre la *Septoria* en el híbrido comercial de apio ‘Ferry Ventura’. El estudio se realizó en dos ensayos durante el segundo semestre del año 2004 y el primero del año 2005 en el Centro Agropecuario Marengo, ubicado en el municipio de Mosquera, Cundinamarca (2.556 msnm, 645 mm precipitación anual, 14,7°C temperatura promedio anual y 80% humedad relativa); se empleó un diseño de bloques completos al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones por tratamiento en parcelas de 9,5 m². Las variables medidas fueron: grados de severidad (de acuerdo a una escala visual predeterminada) y peso fresco comercial al momento de cosecha; adicionalmente se realizó un análisis económico para estimar los costos variables, ingresos netos y la relación beneficio-coste de los tratamientos. Las aplicaciones

¹ Ingenieros Agrónomos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
mragamezr@unal.edu.co; cabejaranov@unal.edu.co

² Profesores Asociados, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).
wdpedrahitac@unal.edu.co; bchavesc@unal.edu.co

se iniciaron con la aparición de las primeras lesiones causadas por la enfermedad. Se concluyó que la mejor propiedad coadyuvante para los dos fungicidas oxiclورو de cobre y clorotalonil fue el pegante y de acuerdo con la evaluación económica el mejor tratamiento fue la combinación de oxiclورو de cobre con el pegante. Los coadyuvantes, independiente del tipo de acción, contribuyen a mejorar la eficiencia del oxiclورو de cobre y el clorotalonil.

Palabras clave adicionales: combinación, análisis económico, estrategia, manejo de enfermedades.

ABSTRACT

The late blight of celery disease is caused by the fungus *Septoria apiicola*; which causes damages on the plant's foliage affecting its commercial quality up to 70% of its value in absence of control. There are several ways to manage diseases; one is through the use of a chemical control which presents very positive results, however, most of the time this solution is affected by bad practices at application, rain and other adverse conditions raising its cost. In this study were tested the effect and results of two preventive fungicides, copper oxychloride and chlorothalonil, combined with three adjuvants: Mixel® (wetting agent), Figo® (sticker) and Carrier® (carrier). It was used the commercial hybrid of the celery 'Ferry Ventura'. The study was carried out with two trials during the second semester of 2004 and the first semester of 2005, at Marengo Center located in the municipality of Mosquera, Cundinamarca, in Colombia, (2,556 m above sea level, 645 mm precipitation per year, 14.7°C annual temperature and 80% relative humidity), using a randomized design of complete blocks with nine treatments and three blocks divided in plots of land of 9.5 m². The variables measured were: degrees of severity (according to predetermined visual scale), and commercial fresh weight at the time of harvest; additionally an economic analysis was done considering the variable costs, net income and the relation benefit - cost of treatments. In conclusion the best adjuvant for the fungicides was the sticker (Figo) from a biological efficiency point of view; on the other hand and according to the economic evaluation the best treatment was the combination of copper oxychloride with the sticker. The prevented fungicides required adjuvants for best results.

Additional key words: combination, economic analysis, strategy, disease management.

Fecha de recepción: 15-05-2007

Aprobado para publicación: 28-11-2007

INTRODUCCIÓN

En la Sabana de Bogotá, situada en la parte central del departamento de Cundinamarca, se producen de forma intensiva la mayoría de hortalizas que se consumen en el país (DANE-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002). Dentro de esta producción se explotan especies tales como acelga, apio, brócoli, cilantro, coliflor, espinaca, lechuga, perejil, remolacha, repollo y zanahoria en sistemas de tipo escalonado (siembras calendario durante todo el año) con

intervalos que oscilan alrededor de 15 días, los cuales mantienen abastecidos los mercados permanentemente. Dentro de las especies de mayor participación en la zona, se encuentra el apio con el 8,73% del área sembrada, repartida en 147,82 ha (DANE-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002).

Una de las principales limitantes para el modelo de producción descrito es la presencia endémica

de patógenos sobre estas especies, los cuales, si no tienen control, reducen los rendimientos y logran en ocasiones reducir totalmente la producción (Velasco, 2004). En apio la principal limitante patológica es la enfermedad foliar conocida como tizón tardío del apio o septoriosis, producido por el hongo fitopatógeno *Septoria apiicola* Speg. (Velasco, 2004; Cerkauskas, 1994).

La septoriosis es una enfermedad que genera pérdidas por calidad en el follaje de las plantas de apio y en rendimiento hasta 70% en ausencia de prácticas de control (Moreno *et al.*, 1996; Conners y Savile, 1952; Snowdon, 1991; Cerkauskas, 1994). Se han reportado pérdidas en Estados Unidos y Canadá de hasta el 50%, en Alemania de un 90% y de 80% en la sabana de Bogotá (Velasco, 2004).

Dentro del manejo integrado de enfermedades, aplicado a las hortalizas de hoja, el control químico ofrece el mejor resultado en campo (Baker *et al.*, 1999; Guevara, 2000; Moreno *et al.*, 1996). Sin embargo, presenta las siguientes irregularidades por el inadecuado uso en las zonas de producción: dosis no recomendadas, problemas de resistencia a los ingredientes activos por el empleo continuo de las mismas sustancias en varios ciclos de cultivo y pérdidas de productos debido a lavados, ya sea en épocas de invierno o por los sistemas de riego de aspersión (Ramos, 2002; Ramos, 2004). Es necesario, por lo tanto, aumentar su eficiencia, disminuir sus pérdidas y reducir el número de aspersiones tanto por las nuevas condiciones de mercados limpios como por la normatividad ambiental.

Bajo esta óptica, los controles químicos recomendados corren el riesgo de no lograr su eficacia especialmente por acción del lavado sufrido por efecto de la lluvia; esta situación se manifiesta por cuanto dichos productos no cuentan con aditivos especiales que mejoren su adherencia y distribución. Dentro de los productos recomendados para el control de *Septoria apiicola* se citan: thiran, benomil, captan, mancozeb, clorotalonil, metil-tiofanato triadimenol, propiconazole (Mo-

reno *et al.*, 1996; Rivera *et al.*, 1999). Adicionalmente, Wicks (1990), menciona como los productos de mejor comportamiento en invernadero a Zn+maneb, propiconazole con o sin anilazine, triadimenol y derivados cúpricos y azufrados.

Una alternativa para mejorar la eficiencia en el control de los patógenos es el uso de coadyuvantes, los cuales afectan la acción de los productos químicos, en este caso de los fungicidas, dándoles mayor capacidad de cubrimiento, penetración y translocación, solubilidad, adherencia y estabilidad (Fuentes, 1980; García y Fernández, 1991; Ramos, 2004; Moreno, 1997; Prado *et al.*, 2003a).

El uso de coadyuvantes contribuye a reducir los riesgos en las aplicaciones, especialmente el lavado en los fungicidas de contacto, los cuales se caracterizan por presentar menor costo por hectárea y ser de acción multisitio que garantiza que no se presente resistencia. Estas características son fundamentales para un manejo integrado de enfermedades (Briñez y Clavijo, 1996; Ramos, 2004; Prado *et al.*, 2003b).

Tres de las propiedades más importantes de los coadyuvantes son: dispersante que sirve para mantener la estabilidad de las suspensiones evitando que haya floculación o sedimentación del plaguicida, y hacen que los polvos mojables y gránulos dispersables en agua permanezcan distribuidos uniformemente en el agua del tanque de la aspersora; la propiedad de portador, que encapsula el ingrediente activo y lo protege de condiciones ambientales desfavorables durante la aplicación y permite que llegue al blanco biológico y, finalmente, la propiedad adherente que otorga un efecto adhesivo dado por las características de las macromoléculas poliméricas (Fuentes, 1980; Moreno, 2001).

Este trabajo busca evaluar la acción de tres coadyuvantes a través del control que dos fungicidas de contacto y protectores oxiclورو de cobre y clorotalomil ejercen en el control de la enfermedad del tizón tardío o septoriosis en apio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el segundo semestre del año 2004 y el primer semestre del año 2005, en los lotes 5 y 7 del Centro Agropecuario Marengo, ubicado en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, a una altura de 2.556 msnm, con una precipitación promedio anual de 645 mm, temperatura media anual de 14,7°C y 80% H.R. Se utilizó el híbrido de apio "Ferry Ventura", con una densidad de siembra de 5 plantas/m². El plan de fertilización para ambos lotes fue el siguiente: 124 kg·ha⁻¹ de N₂, 173,6 kg·ha⁻¹ de P₂O₅ y 173,6 kg·ha⁻¹ de K₂O incorporados a la siembra mediante un pase de rastrillo pulidor y surcado. Al mes de transplante se incorporaron 162 kg·ha⁻¹ de N₂, 120 kg·ha⁻¹ de P₂O₅ y 120 kg·ha⁻¹ de K₂O en banda tapada. El riego varió según las condiciones ambientales predominantes. Para el control de plagas se utilizó: metaldehído en dosis de 12 kg·ha⁻¹ para el control de babosas y demás Gasterópodos, dimetoato en dosis de 0,36 kg·ha⁻¹ para eliminar la población de áfidos, *Liriomiza spp.* y *Epitrix spp.* Las poblaciones de plantas arvenses se controlaron con la aplicación de los herbicidas linuron en dosis de 0,84 kg·ha⁻¹ en pre y posemergencia para controlar las especies dominantes de hoja ancha *Urocarpidium limense* y *Senecio madagasacarensis*; también se empleó metolaclo en dosis de 1,8 kg·ha en premergencia para el control *Lolium spp.* y se complementó con haloxifop-metil en posemergencia con dosis de 75 g·ha⁻¹ para el control de *Lolium multiflorum* cuya población fue la más predominante.

Los tratamientos se aplicaron con una aspersora de espalda marca Guarany® de 20 L, provista de un regulador de presión a 2 bares y una boquilla de cono hueco (TXB 8004 VX ConeJet) de la empresa Spraying System®; para las aplicaciones se usó un volumen de agua promedio de 560 L·ha⁻¹. Las aplicaciones para el primer ensayo se iniciaron a los 63 días después de transplante y para el segundo ensayo los 32 días, tiempo en el que se presentó el primer síntoma de la enfermedad; se continuó aplicando por 3 semanas, con frecuen-

cia de una aplicación semanal. Luego se evaluaron los tratamientos a los 0, 5, 10, 15, 20 y 30 días después de la última aplicación siguiendo el mismo esquema en ambos ensayos.

El diseño experimental fue bloques completos al azar con nueve tratamientos, tres repeticiones por tratamiento y dos evaluaciones en el tiempo; la unidad experimental fue una parcela de 9,5 m² (1,9 m de ancho por 5 m de largo), la parcela efectiva fue de 2 m² al momento de la cosecha. El número de unidades muestrales fue de 10 hojas fijas previamente marcadas en plantas seleccionadas.

Se evaluó el efecto de tres coadyuvantes (dispersante, pegante y portador) a través del control ejercido por dos fungicidas de contacto en la enfermedad septoriosis (tabla 1). Los tratamientos aplicados corresponden a: los fungicidas protectores solos, fungicidas protectores más coadyuvantes en tres combinaciones y un testigo absoluto (tabla 2). Las dosis a aplicar corresponden a las más altas recomendadas por las compañías comerciales en sus etiquetas.

Las variables medidas fueron: severidad tomada cada siete días sobre diez plantas marcadas, de acuerdo a una escala diagramática de enfermedad estándar para *S. apiicola* (Hermann, 1996) (tabla 3), rendimiento comercial (peso fresco de la cosecha de plantas), eliminando las hojas afectadas por daño de la enfermedad, rendimiento no comercial (peso fresco del follaje desechado por daño de la enfermedad) y porcentaje de pérdida (diferencia matemática entre el rendimiento no comercial y el rendimiento total).

Para el análisis estadístico de la severidad se ajustó una regresión lineal a través del tiempo con el fin de integrar las mediciones realizadas; se estimó para cada tratamiento y cada repetición el intercepto y la pendiente con el objeto de determinar la severidad inicial de cada tratamiento y la velocidad de la infección. Se calculó el área bajo la curva ajustada en cada tratamiento y repetición y se les hizo análisis de varianza

Tabla 1. Productos usados en el ensayo.

No	Nombres comerciales	Grupo químico	Mecanismo de acción	Modo de acción	Concentración
1	Oxicloruro de cobre [®] WP	Fungicida cúprico	Multisitio, respiración	Fungicida de contacto	58,8%
2	Clortocaffaro [®] WP	Fungicida aromático	Multisitio, respiración	Fungicida de contacto	75%
3	Mixel [®] TOP	Alquil aril polieter alcohol	Reducción de la tensión superficial	Dispersante	250 g·L ⁻¹ a 20°C
4	Carrier [®] EC	Ácidos carboxílicos insaturados	Unión tipo hidrofílico-lipofílico	Portador	862 g·L ⁻¹
5	Figo [®] EC	Polímeros beta pinene	Afinidad polimérica agroquímico superficie tratada	Adherente	96%

Tabla 2. Estructura de tratamientos del diseño.

Tratamiento	Nombre	Dosis
		(En ingrediente activo para el fungicida y en producto comercial para el coadyuvante)
T0	Testigo absoluto	Sin ningún tipo de aplicación
T1	Oxicloruro	0,88 kg ia/ ha
T2	Oxicloruro + Carrier [®]	0,88 kg ia/ ha + 500 cm ³
T3	Oxicloruro + Mixel [®]	0,88 kg ia/ ha + 0,5%
T4	Oxicloruro + Figo [®]	0,88 kg ia/ ha + 500 cm ³
T5	Clorotalonil	1,12 kg ia/ ha
T6	Clorotalonil + Carrier [®]	1,12 kg ia/ ha + 500 cm ³
T7	Clorotalonil + Mixel [®]	1,12 kg ia/ ha + 0,5%
T8	Clorotalonil + Figo [®]	1,12 kg ia/ ha + 500 cm ³

Tabla 3. Grados de severidad empleados para evaluar *S. apicola*.

Grado	Área afectada (%)
0	0
1	1-10
2	11-25
3	26-50
4	51-75
5	76-85
6	> 86

y pruebas de contrastes ortogonales. Al rendimiento también se le hicieron los análisis antes mencionados (tabla 4).

Para el análisis económico se determinó el ingreso neto y la relación beneficio-costos de la siguiente forma:

Tabla 4. Contrastes ortogonales para comparar tratamientos.

No	Factores
1.	Testigo vs. resto
2.	Grupo oxicloruro vs. Grupo clorotalonil
3.	Fungicidas con coadyuvante vs. sin coadyuvante
4.	Oxicloruro con coadyuvante vs. sin coadyuvante
5.	Clorotalonil con coadyuvante vs. sin coadyuvante
6.	Oxicloruro sin coadyuvante vs. clorotalonil sin coadyuvante
7.	Coadyuvante Carrier + oxicloruro vs. clorotalonil
8.	Coadyuvante Mixel + oxicloruro vs. clorotalonil
9.	Coadyuvante Figo + oxicloruro vs. clorotalonil
10.	Coadyuvante Figo vs. resto de coadyuvantes
11.	Coadyuvante Mixel vs. resto de coadyuvantes
12.	Coadyuvante Carrier vs. resto de coadyuvantes

ingreso neto = ingreso total parcela (\$/m²) – costo total parcela (\$/m²).

Relación beneficio-costos = ingreso total por tratamiento (\$/m²) / costo total por tratamiento (\$/m²).

RESULTADOS

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los ensayos en la severidad, tanto para el intercepto como para la pendiente. Por tanto, la severidad en los dos ensayos inició desde el mismo nivel y se desarrolló a igual velocidad de crecimiento independiente de la precipitación y riego en cada ensayo.

Severidad

El análisis de varianza de los interceptos no mostró diferencias significativas entre tratamientos, por lo tanto todos los tratamientos iniciaron con idéntico nivel de enfermedad; la pendiente (velocidad de crecimiento en el tiempo) muestra diferencias significativas entre tratamientos. Existe diferencia altamente significativa entre utilizar o no utilizar ningún producto químico como se aprecia en la figura 1 y la prueba del contraste testigo vs. resto (tabla 5).

El uso de coadyuvantes para los dos fungicidas reduce significativamente la severidad (figura 1), así lo mostró el contraste fungicidas con coadyuvantes vs. fungicidas sin coadyuvantes (tabla 5). Las pruebas de los contrastes oxicloruro con coadyuvante vs. oxicloruro sin coadyuvante y clorotalonil con coadyuvante vs. clorotalonil sin coadyuvante presentan diferencias significativas lo que demuestra la importancia del uso de coadyuvantes con estos dos fungicidas protectores. El contraste coadyuvante Figo® vs. resto de coadyuvantes (tabla 5), mostró la bondad de este coadyuvante ya que se encontró menor desarrollo de la severidad cuando se aplicó. El segundo coadyuvante con menor severidad de enfermedad fue el coadyuvante Carrier (figura 1), ya que el contraste Carrier vs. otros coadyuvantes presentó diferencias significativas (tabla 5).

La figura 2 presenta los grados de severidad a través del tiempo donde se puede ver el desarrollo de la enfermedad durante los muestreos; se

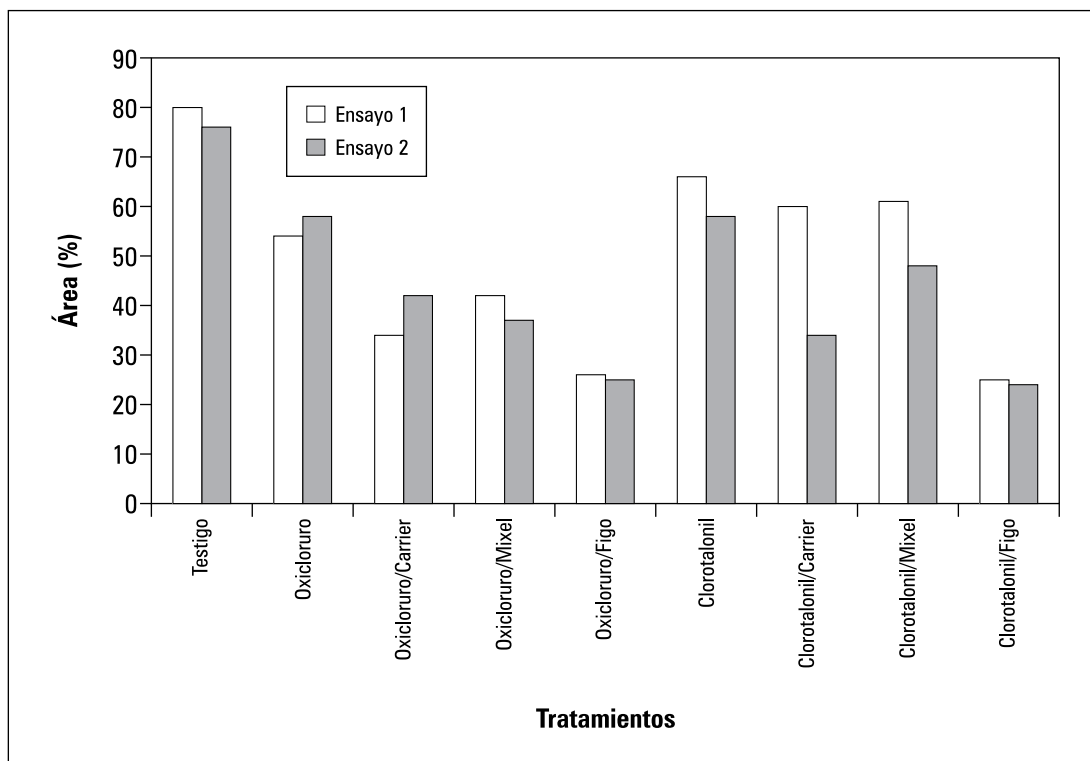


Figura 1. Áreas bajo la curva de la severidad.

Tabla 5. Significancia de los contrastes para la variable severidad.

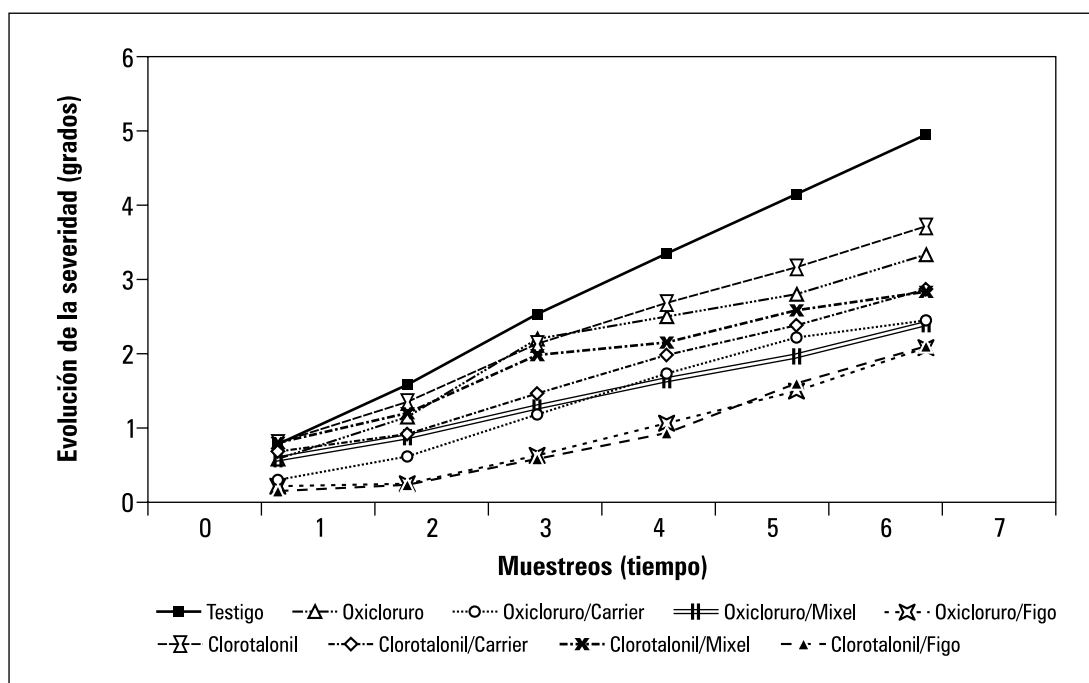
Nombre del contraste	Variable severidad P > F*
Testigo vs. resto	<,0001
Grupo oxiclورو vs. Grupo clorotalonil	0,1766
Fungicidas con coadyuvante vs. sin coadyuvantes	<,0001
Oxicloruro con coadyuvante vs. sin coadyuvante	0,0009
Clorotalonil con coadyuvante vs. sin coadyuvante	0,0007
Oxicloruro sin coadyuvante vs. clorotalonil sin coadyuvante	0,4547
Coadyuvante Carrier + oxicloruro vs. clorotalonil	0,5987
Coadyuvante Mixel + oxicloruro vs. clorotalonil	0,1530
Coadyuvante Figo + oxicloruro vs. clorotalonil	0,9916
Coadyuvante Figo vs. resto de coadyuvantes	0,0212
Coadyuvante Mixel vs. resto de coadyuvantes	0,7370
Coadyuvante Carrier vs. resto de coadyuvantes	0,0453

*Significancias: al 95% = < 0,05; al 99% = < 0,01; al 99.9% = < 0,001.

aprecia que el testigo presenta un incremento lineal en la infección con los mayores grados de severidad. En contraste, los tratamientos clorotalonil + Figo® y oxiclورو de cobre + Figo® mostraron un comportamiento similar entre ellos con el menor grado de severidad. Los tratamientos con los fungicidas clorotalonil y oxiclورو de cobre aplicados sin coadyuvante presentaron las curvas de mayor crecimiento después del testigo lo que indica una relación directa entre aplicación y no aplicación de los coadyuvantes. Los tratamientos oxiclورو de cobre + Figo® y clorotalonil + Figo® presentan al final de las evaluaciones dos grados de severidad que son comercialmente aceptados. Los tratamientos con los coadyuvantes Mixel® y Carrier® tienen al final un comportamiento similar, en una posición intermedia donde mantienen la severidad de la enfermedad en un grado medio de 2,5 a 3.

Rendimiento

Hay diferencias significativas entre tratamientos según el análisis de varianza para las tres va-

**Figura 2. Evolución de grados de severidad en el tiempo.**

riables del rendimiento comercial, no comercial y porcentaje de pérdida.

Para el rendimiento comercial y no comercial existe una notoria diferencia entre la aplicación de fungicidas y la no aplicación. El testigo presenta los rendimientos comerciales más bajos, y naturalmente los rendimientos no comerciales más altos (figuras 3, 4 y tabla 6, contraste ortogonal testigo vs. resto de tratamientos). En ambos ensayos el testigo presentó los más altos porcentajes en comparación al resto de tratamientos, con lo que se confirma que existen diferencias altamente significativas entre la aplicación y la no aplicación de productos (figura 5 y tabla 6, contraste ortogonal testigo vs. resto de tratamientos).

Las tres variables del rendimiento mostraron diferencias altamente significativas respecto al uso de fungicidas con coadyuvantes y sin coadyuvantes en ambos ensayos, puesto que para el rendimiento comercial los tratamientos con coadyuvantes mostraron en conjunto los rendimientos más altos, alternando con la respuesta del rendimiento no comercial y el porcentaje de pérdida los cuales muestran los mayores promedios

cuando se aplican los fungicidas solos (figuras 3, 4, 5 y tabla 6, contraste ortogonal fungicidas con coadyuvantes vs. sin coadyuvantes). El porcentaje de pérdida es opuesto a los rendimientos comerciales, es decir, el mayor porcentaje de pérdida corresponde al testigo donde no se aplicó fungicida y la menor pérdida en los tratamientos de fungicida con Figo®. Entre los dos productos el mejor fue el oxiclورو de cobre porque mostró los menores promedios en el porcentaje de pérdida y no comercial en comparación con el clorotalonil (tabla 6).

La figura 5 muestra que el porcentaje de pérdida del rendimiento del testigo fue del orden del 45% lo cual enfatiza la importancia del manejo de la enfermedad.

Los mejores tratamientos fueron los que contenían el coadyuvante Figo®, ya que para el rendimiento comercial se obtuvo la mayor respuesta en kilogramos por parcela; en rendimiento no comercial mostraron los menores promedios en kilogramos por parcela y se presentaron los menores porcentajes de pérdida en comparación con el resto de los tratamientos (figuras 3, 4, 5 y

Tabla 6. Significancia de los contrastes para la variable rendimiento.

Nombre del contraste	Variable Rendimiento		
	Comercial	No. comercial	% Pérdida
	P > F		
Testigo vs. resto	<,0001*	<,0001	<,0001
Grupo oxiclورو vs. Grupo clorotalonil	0,0577	0,0589	0,2394
Fungicidas con coadyuvante vs. sin coadyuvantes	<,0001	<,0001	<,0001
Oxiclورو con coadyuvante vs. sin coadyuvante	0,0012	<,0001	<,0001
Clorotalonil con coadyuvante vs. sin coadyuvante	0,0067	<,0001	<,0001
Oxiclورو sin coadyuvante vs. clorotalonil sin coadyuvante	0,1795	0,0805	0,5160
Coadyuvante Carrier + oxiclورو vs. clorotalonil	0,0268	0,1152	0,3181
Coadyuvante Mixel + oxiclورو vs. clorotalonil	0,2283	0,0995	0,0471
Coadyuvante Figo + oxiclورو vs. clorotalonil	0,1504	0,2375	0,1908
Coadyuvante Figo vs. resto de coadyuvantes	<,0001	<,0001	<,0001
Coadyuvante Mixel vs. resto de coadyuvantes	0,2763	0,0078	0,0046
Coadyuvante Carrier vs. resto de coadyuvantes	<,0001	0,0173	0,0018

*Significancias: al 95% = < 0,05; al 99% = < 0,01; al 99,9% = < 0,001.

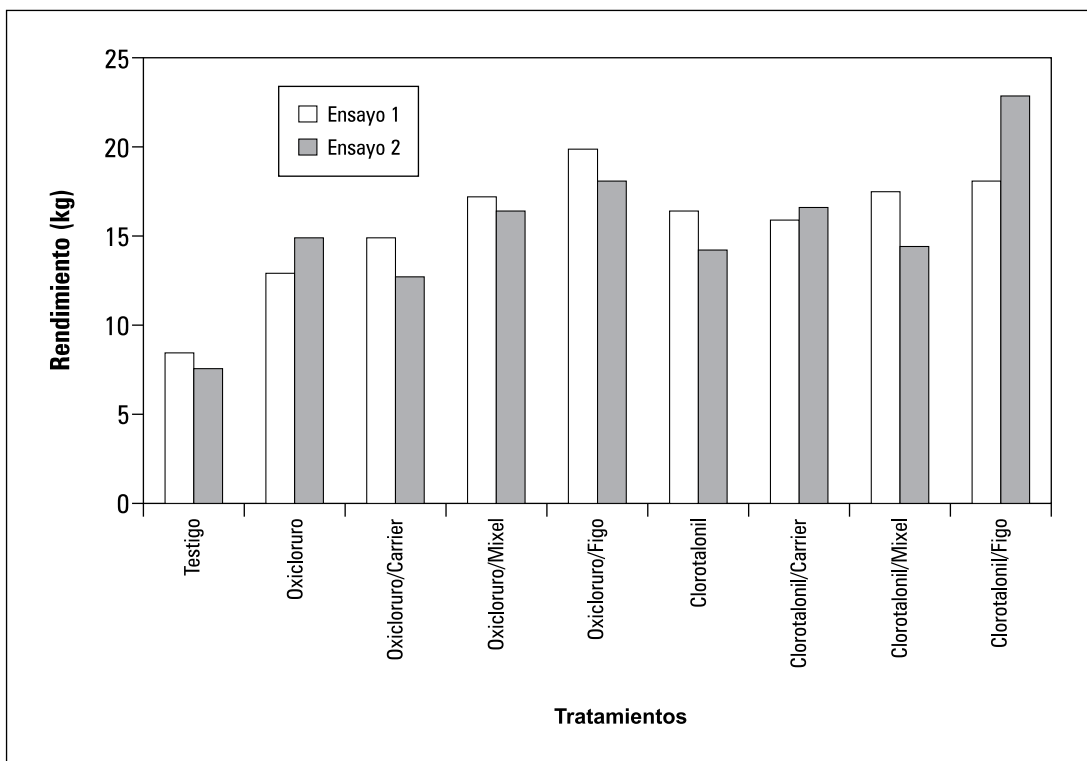


Figura 3. Rendimientos comerciales por tratamiento (kg/parcela).

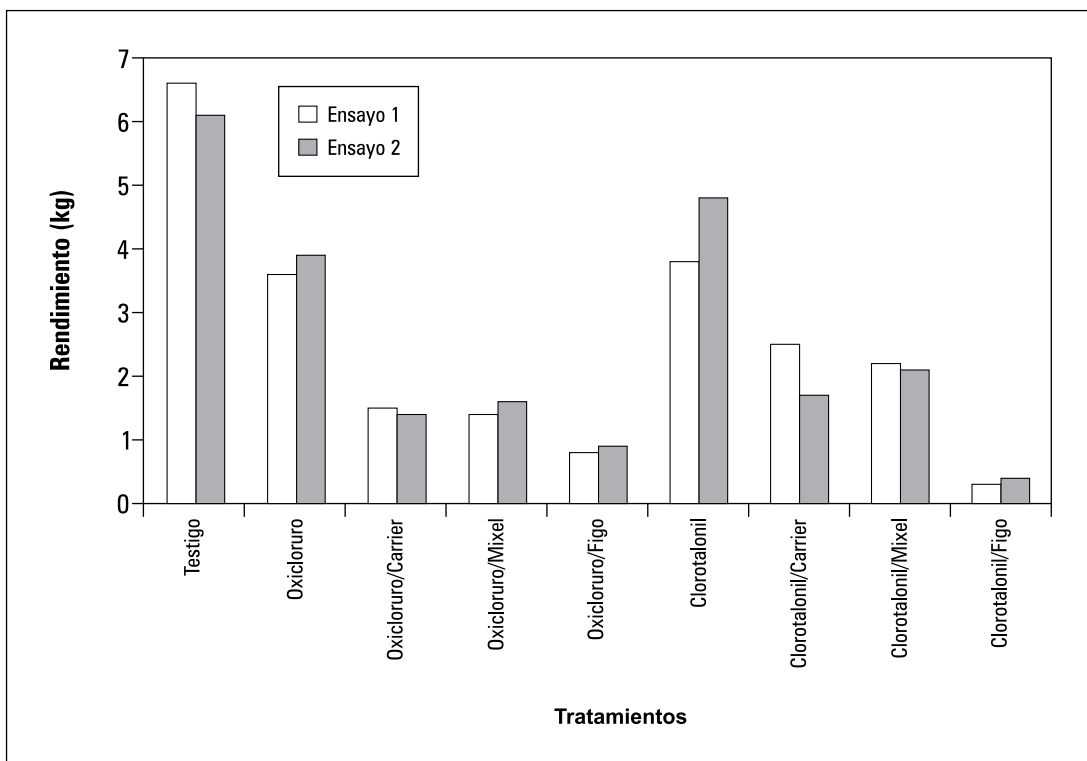


Figura 4. Rendimiento no comercial por tratamientos (kg/parcela).

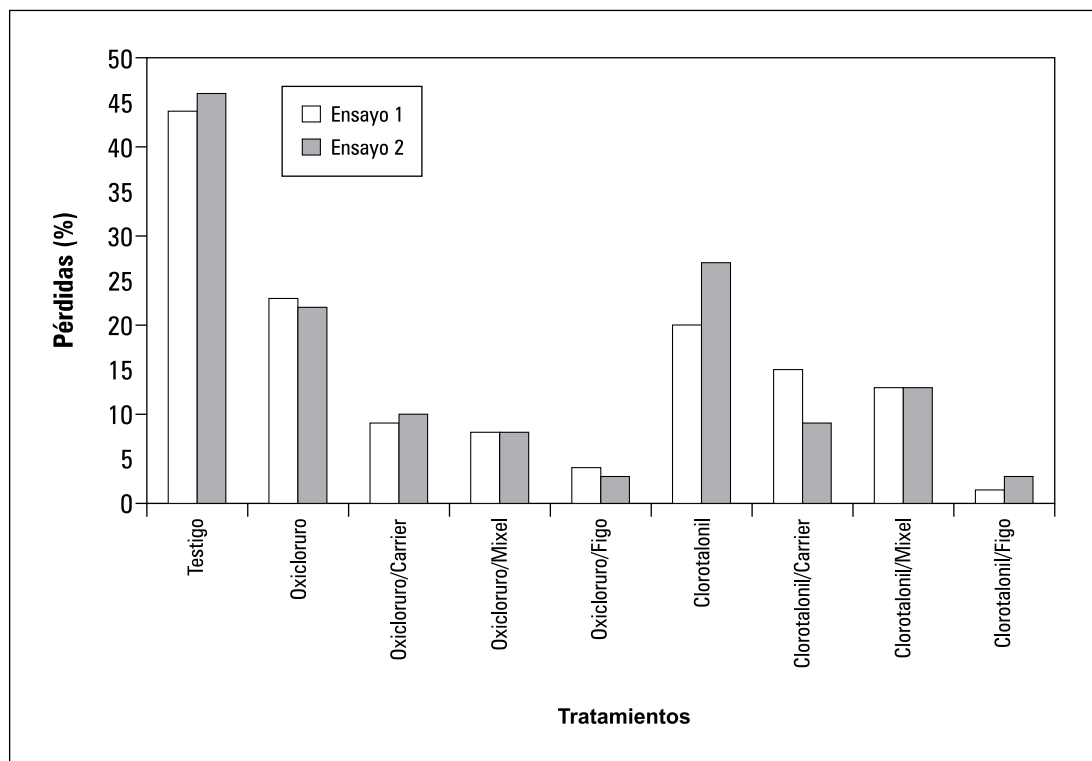


Figura 5. Porcentaje de pérdidas por tratamiento (kg/parcela).

tabla 6, contraste ortogonal coadyuvante Figo® vs. resto de coadyuvantes). El coadyuvante Carrier® fue el segundo mejor coadyuvante (tabla 6, contraste ortogonal coadyuvante Carrier® vs. resto de coadyuvantes).

Análisis económico

El análisis económico muestra que el tratamiento sin coadyuvante posee los menores ingresos y la menor relación beneficio-costos (tabla 7); el grupo de tratamientos con el fungicida oxicloruro de cobre se comportaron mejor que los del grupo del fungicida clorotalonil presentando los mejores ingresos netos y relaciones beneficio-costos (tabla 7); el mejor tratamiento fue oxicloruro de cobre más el coadyuvante Figo® al presentar la más alta relación beneficio-costos y el mayor ingreso neto por m² (tabla 7); el segundo tratamiento fue oxicloruro de cobre más Mixel® el cual obtuvo el segundo ingreso neto y relación beneficio-costos.

DISCUSIÓN

La aplicación de fungicidas de contacto reduce la severidad de la enfermedad, debido a que son sustancias multisitio que atacan los ciclos vitales del hongo en más de un sitio bioquímico (Moreno *et al.*, 1996; Velasco 2004; Guevara 2000; Wicks 1990).

El empleo de coadyuvantes mejora la eficacia de los fungicidas de contacto puesto que su composición dual “consistente en poseer simultáneamente dos grupos químicos en su molécula: un grupo hidrofílico y un lipofílico” les da la capacidad de reducir sustancialmente la tensión interfacial del sistema aire líquido o aire sólido (Moreno, 1997; Prado *et al.*, 2003; Salager, 2002), mejorando de esta forma su distribución por centímetro cuadrado, su adherencia a las superficies y evitando su degradación.

Tabla 7. Análisis económico beneficio-costo de los tratamientos.

Tratamiento	Costos fijos (\$/m ²)	Costos aplicaciones (\$/m ²)	Costos totales (\$/m ²)	Ingreso total (\$/m ²)	Ingreso neto (\$/m ²)	Relación beneficio/costo/m ²
Testigo	590	0,0	590,0	600,0	10,0	1,01694915
Oxicloruro	590	102,1	692,1	1.042,6	350,5	1,50642971
Oxicloruro + Carrier [®]	590	130,6	720,6	1.057,6	337,0	1,46766583
Oxicloruro + Mixel [®]	590	121,7	711,7	1.297,6	585,9	1,82324013
Oxicloruro + Figo [®]	590	166,1	756,1	1.402,6	646,5	1,85504563
Clorotalonil	590	341,9	931,9	1.147,6	215,7	1,2314626
Clorotalonil + Carrier	590	370,3	960,3	1.230,1	269,8	1,28095387
Clorotalonil + Mixel [®]	590	361,5	951,5	1.207,6	256,1	1,26915397
Clorotalonil + Figo [®]	590	405,9	995,9	1.515,1	519,2	1,52133748

Parámetros estimados para un área de 2 m² (parcela efectiva). Precio del kilogramo de apio: \$100.

El coadyuvante Figo[®], tipo adherente, es superior a los demás coadyuvantes pues mantuvo baja la severidad y se obtuvieron los mayores rendimientos; el ingrediente activo es una sustancia tipo polimérico que por sus características macromoleculares es capaz de “cubrir” el ingrediente activo del agroquímico y pegarlo a la superficie por la afinidad que el polímero tiene con la superficie tratada. Esta afinidad hace que el ingrediente activo quede en la mitad de este contacto o unión en forma de “sándwich”, protegido de factores de pérdida como la lluvia, el rocío, deriva, etc, permite al agroquímico persistir por más tiempo en contacto con la hoja y por lo tanto prolonga el tiempo de acción del fungicida de contacto (Moreno, 2001; Prado *et al.*, 2003; Salager, 2004).

El coadyuvante tipo portador Carrier[®] fue menos eficaz en este ensayo porque su función es proteger el ingrediente activo desde la salida de la boquilla, evitar que este sufra lisis por diferentes condiciones ambientales y que se pierda al llegar a la superficie foliar (Fuentes, 1980). El coadyuvante tipo dispersante Mixel[®] siguió en orden de importancia, se caracteriza porque reduce la energía necesaria para que la gota ocupe un área mayor, genera mayor cubrimiento y favorece una mejor dispersibilidad de los polvos mojables, lo que concuerda con Alvarado (2005), quien afir-

ma que los coadyuvantes tipo dispersante en las dosis recomendadas por el fabricante son más eficaces en la actividad biológica de los fungicidas que los coadyuvantes tipo portador.

En este estudio el oxicloruro de cobre fue el fungicida de mejor resultado, probablemente por menor granulometría de sus partículas, la cual hace que el área expuesta al control tenga mayores puntos de contacto y aumenta la probabilidad de que las estructuras de dispersión del patógeno se encuentren con el ingrediente activo (Ramos, 2004; Prado *et al.*, 2003a; Forigua y Moreno, 1996).

Las mayores pérdidas presentadas en el estudio correspondieron al testigo (45%), que aunque menores a las informadas por Moreno *et al.* (1996) si denotan que la enfermedad reduce drásticamente los ingresos del productor y por lo tanto las medidas preventivas y de control justifican su aplicación.

El oxicloruro de cobre tuvo un importante desempeño biológico y económico, ya que contribuyó en el ahorro de los costos del sistema de producción, información que coincide con López (2001) y Mokate (1998) quienes afirman que el uso de insumos de bajo costo y alta eficiencia biológica mejora las utilidades de los proyectos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, G.P. 2005. Efecto de coadyuvantes sobre la eficacia fungicida en el control de *Cladosporium echinulatum* (Berkeley) en clavel. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Baker, P.; J. Galindo; G. Pacheco; H. Medina; H. Criollo; J. Jiménez y J. Victoria. 1999. El MIP soporte de la agricultura sostenible. ICA Boletín de sanidad vegetal No. 26. Produmedios, Bogotá.
- Briñez, R.O. y N.P. Clavijo. 1996. Aplicación de insumos agrícolas. Manual técnico. ICA, Produmedios, Bogotá.
- Cerkauskas, R.F. 1994. Septoria blight (Late blight). En: R.J. Howard; A. Garland y W.L. Seaman (eds.) Diseases and pests of vegetables crops in Canada. An illustrated compendium. The Canadian Phytopathological Society, Ottawa, Canada.
- Connors, I.L. y D.B.O. Savile. 1952. Thirth annual report of the Canadian plant disease survey, 1950 (1951). Ministry of Agriculture, Ottawa, Canada.
- Waterston, J.M. 1947. The fungi of Bermuda. Bull. Department of Agricultura, Bermuda.
- DANE-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2002. Censo hortícola Sabana de Bogotá. Sisac, Bogotá.
- Forigua, H.V. y C.E. Moreno. 1996. Efecto de cuatro coadyuvantes en la actividad del glifosato hacia poblaciones de malezas de la sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fuentes, C.L. y A.L. Roman. 1980. Los surfactantes: clases, propiedades y uso con herbicidas. CIAT, Cali.
- García, T.L. y Q.C. Fernández. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. Mundi-Prensa, Madrid.
- Gómez, L.H. 1997. Estadística experimental aplicada a las ciencias agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Guevara, V.E. 2000. El control químico de las enfermedades de las plantas. Revisión temática. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hermann, B. 1996. Métodos de planteamiento y valoración de ensayos de campo con pesticidas. BASF Aktiengesellschaft, Alemania.
- López, S.N. 2001. Proyectos agropecuarios teoría y casos prácticos. Produmedios, Bogotá.
- Martínez, B.R. y R.N. Martínez. 1997. Diseño de experimentos. Análisis de datos estándar y no estándar. Fondo Nacional Universitario, Bogotá.
- Mokate, M.K. 1998. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Ediciones Uniandes, Bogotá.
- Moreno, F.A. 1997. ¿Qué son y cómo actúan los coadyuvantes agrícolas?. I Parte: Naturaleza, química, acción, efectos y teoría micelar. Acopaflor 6, 12-17.
- Moreno, F.A. 2001. Propiedades de los coadyuvantes de uso agrícola. Acopaflor 5, 14-18.
- Moreno, C.A.; J. Velandia y A. López, 1996. Enfermedades y plagas de las hortalizas y su manejo. ICA Boletín de sanidad vegetal No 16. Produmedios, Bogotá.
- Mota, D.S.; R. Sandova; M. Cotto y R. Hines, 2003. Manual básico de entrenamiento para aplicadores de pesticidas; certificación, recertificación y entrenamiento para técnicos registrados. Boletín de Extensión E 2195-sp. Michigan State University.
- Prado, A.M.; C.E. Del Solar y P. Soto, 2003a. Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de agroquímicos. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Prado, A.M.; C.E. Del Solar; P. Soto; C. Coger; J.A. Soza y D. Depallens. 2003b. Adyuvantes, sus propiedades y efectos en las aplicaciones de fitoreguladores. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ramos, A.A. 2002. Uso seguro y eficaz de productos fitosanitarios. Bayer CropScience, Bogotá.

- Ramos, A.A. 2004. Uso adecuado y eficaz de productos para la protección de cultivos. Memorias. ANDI-SENA, Bogotá.
- Rivera, P.; D. Rodríguez y F. Borrero. 1999. Manejo de plagas en hortalizas de clima frío. ICA, Produmedios, Bogotá.
- Salager, J.L. 2002. Surfactantes: tipos y usos. Cuaderno FIRP S300 A. Módulo de enseñanza en fenómenos interfaciales en español. Laboratorio de Formulación, Interfaces, Reología y Procesos. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Salager, J.L. y A. Fernández. 2004. Surfactantes: generalidades y materias primas. Cuaderno FIRP S301, 302, 303, 304 pp. Módulo de enseñanza en fenómenos interfaciales en español. Plan piloto en especialidades químicas. Laboratorio de formulación, interfaces, reología y procesos. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Ministerio de Ciencia y Tecnología PPGEF – FONACIT. Mérida, Venezuela.
- Snowdon, A.L. 1991. A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol. 2. Vegetables. Wolfe Scientific Ltd., Londres.
- Velasco, B.J. 2004. Evaluación del manejo químico de la septoriosis (*Septoria apiicola*) en apio (*Apium graveolens* L.). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Wicks, T.J. 1990. Glasshouse and field evaluation of fungicides for the control of *Septoria apiicola* on celery. Crop Protection 9(6), 433-438.