

# Efecto de la aplicación de insecticidas químicos en el control de la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) en el cultivo de yuca *Manihot esculenta* Crantz

Effect of chemical insecticide application for control of the whitefly *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) in cassava *Manihot esculenta* Crantz

CLAUDIA MARÍA HOLGUÍN A.<sup>1</sup>, ANTHONY C. BELLOTTI<sup>2</sup>

Revista Colombiana de Entomología 30 (1): 37-42 (2004)

**Resumen.** En los últimos años la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondar es la plaga más importante en el cultivo de yuca en Colombia. Con el fin de buscar diferentes alternativas de control dentro de un manejo integrado, se realizaron 3 experimentos en condiciones de campo en Jamundí (Valle del Cauca) en bloques completos al azar con la variedad de yuca Reina. En el primero se evaluó la aplicación foliar de diferentes insecticidas. Los tratamientos correspondieron a imidacloprid 1, buprofezin, carbosulfan, tiametoxan, diafentiuon, piriproxfen e imidacloprid 2. En los otros dos experimentos se buscó retrasar la aparición de la plaga evaluando diferentes dosis, formas y épocas de aplicación de imidacloprid: Remojo de la semilla en la siembra y emergencia de la primera hoja e inmersión de la semilla antes de la siembra, reforzando con aplicaciones foliares. En todos los experimentos se evaluó la población de huevos, ninfas y adultos con base en una escala de población de 1 a 6. La aplicación foliar con tiametoxan, imidacloprid 1 y 2 presentaron los valores de población más bajos para adultos, huevos y ninfas, respecto al testigo. Cuando se utilizó imidacloprid a la siembra en inmersión o remojo de la semilla protegió el cultivo entre 45 y 60 días. A nivel económico para agricultores con áreas grandes de siembra, las ganancias son mayores al utilizar las aplicaciones foliares únicamente. Para agricultores pequeños sólo con un producto es rentable el control químico en forma foliar. Cuando se utilizó desde la siembra el agricultor pequeño no obtuvo ganancias en ninguno de los tratamientos.

**Palabras clave:** Insecticidas químicos. Cuero de sapo. Relación costo-beneficio.

**Summary.** In recent years the whitefly *Aleurotrachelus socialis* Bondar has been the most important pest affecting the cassava crop in Colombia. In order to search for different alternatives in an integrated management program, three experiments were conducted under field conditions in Jamundi (Valle del Cauca) in a complete randomized block design, with the cassava variety Reina. In the first trial the foliar application of different insecticides was evaluated. The treatments corresponded to imidacloprid 1, buprofezin, carbosulfan, tiametoxan, diafentiuon, piriproxfen and imidacloprid 2. In the other two experiments we sought to delay appearance of the pest by evaluating different doses, forms and application periods of imidacloprid: drench of the seed at planting and emergence of the first leaf, and stake immersion, reinforced with foliar applications. In all experiments egg, nymph and adult populations were evaluated based on a population scale of 1 to 6. The foliar application with tiametoxan, imidacloprid 1 and 2 presented the lowest population values for adults, eggs and nymphs compared to the control. When imidacloprid was used at planting and immersion or seed drenching, the crop was protected between 45 and 60 days. At the economic level, for farmers with large planting areas the benefits are greatest by using only foliar applications. For small-scale farmers chemical control is only beneficial with one product in foliar form. When used from planting on, the small-scale farmer gained no benefits from any of the treatments.

**Key words:** Chemical insecticides. Frogskin. Cost – benefit ratio.

## Introducción

La mosca blanca es una especie fitófaga distribuida ampliamente en las zonas tropicales y subtropicales en todos los continentes y ha sido encontrada en más de 500 especies de plantas hospederas (López 1986).

Según Caballero (1993), por lo menos 30 especies de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) de aproximadamente 1.200 descritas por Bink-Moenen y Mound

(1990), se encuentran en América Central, el Caribe y Colombia. Las especies de distribución mayor y que han alcanzado importancia mayor son *Bemisia tabaci* (Gennadius) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

Para el cultivo de yuca, a nivel mundial están registradas 11 especies de mosca blanca (Bellotti *et al.* 1994, 1999). En Colombia, la especie más importante es *Aleurotrachelus socialis* (Bondar), que presenta ataques severos en los departamentos de

Cauca y Tolima, lo mismo en regiones de la costa Atlántica y los llanos orientales. Con menos importancia económica se encuentran las especies *Bemisia tuberculata* (Bondar) y *Trialeurodes variabilis* (Quaintance) (Arias 1995).

Los daños ocasionados por esta plaga pueden ser directos e indirectos. El daño directo lo realizan los adultos y estados inmaduros, los cuales disminuyen la savia de la planta mediante su actividad alimenticia; ataques severos de los adultos retra-

1 Asistente de Investigación. MIPE. Entomología de Yuca, CIAT. Cali-Valle. E-mail: claudia\_holguin@hotmail.com

2 Autor para correspondencia: Líder del proyecto MIPE y Entomología de Yuca, CIAT. A. A. 6713, Cali, Valle, Colombia. E-mail: a.bellotti@cgjar.org

san el crecimiento de la planta. El daño indirecto es ocasionado por las ninfas ya que sus secreciones generan hongos sobre las hojas que disminuyen la tasa fotosintética (Bellotti *et al.* 2002 a). De este modo la plaga consigue afectar la producción del material de siembra y la calidad de las raíces cosechadas, reduciendo el rendimiento hasta en un 79 % (CIAT 1986; Arias 1995).

En los últimos 6 años, la población de *A. socialis* se ha elevado considerablemente y se ha vuelto endémica en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca, causando efectos graves en la economía de los agricultores de esas zonas. Las poblaciones de esta mosca blanca se han mantenido constantes tanto en épocas secas como en épocas de lluvias (Bellotti *et al.* 2002 a) y han incrementado a medida que aumentan las áreas de siembra de yuca en el país.

La primera reacción del agricultor para manejar este problema ha sido tomar medidas inmediatas de control llevándolo al uso indiscriminado de insecticidas. Pero por ser la yuca un cultivo de ciclo anual, sembrado tradicionalmente en pequeñas plantaciones el control químico resulta muy costoso. Además, las plagas de yuca presentan una gran cantidad de enemigos naturales eficientes, que han permitido que hasta el momento sean controladas biológicamente con éxito. Es por esto que el control químico siempre se ha considerado como último recurso en el manejo de plagas en yuca.

No obstante, características de *A. socialis* como ciclo de vida corto (30 a 35 días dependiendo de la temperatura), tasa de reproducción alta, capacidad de vuelo alta y una capa de cera blanca que recubre la cutícula quitinizada de los estados ninfales han dificultado su manejo, llevando a realizar esfuerzos grandes en la búsqueda de diferentes alternativas de control para esta especie de mosca blanca.

Por tal razón, conociendo las poblaciones altas de la plaga en campo, los estragos que está ocasionando y la necesidad de los agricultores de encontrar alternativas rápidas para el control de mosca blanca en yuca, se optó por probar este método de control. Teniendo en cuenta que los insecticidas utilizados actualmente sobre diferentes especies de mosca blanca nunca han sido probados sobre *A. socialis*. Además el control químico es considerado como una alternativa a corto plazo que utilizada en forma racional hace parte fundamental de un programa de manejo integrado de plagas.

Los objetivos del presente trabajo fueron: Determinar el efecto de diversos insecticidas sobre la población de huevos, ninfas y adultos de *A. socialis*, utilizando diferentes dosis, formas y épocas de aplicación y, establecer si es económicamente rentable, para agricultores con grandes y pequeñas extensiones de yuca, utilizar control quí-

mico ya que están acostumbrados a producir a costos muy bajos.

### Materiales y Métodos

Desde el mes de junio del año 2001 hasta junio de 2002, se llevaron a cabo 3 experimentos en condiciones de campo en la finca Agrovez, ubicada en el municipio de Jamundí (Valle del Cauca) a 975 msnm y con una temperatura promedio de 23°C.

Todos los experimentos se realizaron con la variedad de yuca Reina (CM 6740-7), en un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. El número de tratamientos variaba dependiendo del ensayo. Como unidad experimental se utilizaron parcelas de 49 m<sup>2</sup>, con distancias de 1 m entre caballones por un metro entre plantas. Las prácticas culturales fueron las mismas implementadas por los agricultores de la zona y las aplicaciones de insecticidas se realizaron con volúmenes de mezcla de 200 a 600 l/ha dependiendo de la edad del cultivo.

En el primer experimento se evaluó la aplicación foliar de diferentes insecticidas. Los tratamientos correspondieron a imida-

cloprid 1 e imidacloprid 2 (provenientes de diferentes casas comerciales), buprofezin, carbosulfan, tiametoxan, diafentiuiron y piriproxifen en dosis comerciales y un testigo absoluto sin aplicación. En el segundo y tercer experimentos se buscó retrasar la aparición de la plaga evaluando diferentes dosis, formas y épocas de aplicación de imidacloprid: remojo de la semilla en la siembra y emergencia de la primera hoja e inmersión de la semilla antes de la siembra, reforzando con aplicaciones foliares. En ambos ensayos se tenía un testigo absoluto (Tablas 1 y 2).

En los tres experimentos, a partir de los 15 días después de la siembra y hasta los 6 meses de edad del cultivo, se evaluó la población de huevos, ninfas y adultos con base en la escala de población (Tabla 3) sobre 6 plantas seleccionadas al azar por parcela, para así llevar un registro de población y definir el momento de aplicación de los insecticidas. El grado de población seleccionado para ejercer el control químico fue el grado 3, nivel en el cual inician los daños más severos ocasionados por la plaga (Arias 1995). Los datos resultantes de las evaluaciones se sometieron a análisis de varianza por el sistema SAS y cuan-

**Tabla 1.** Experimento 2. Dosis y forma de aplicación de imidacloprid en campo

Tratamiento	Dosis/ ha	Forma de aplicación
Suspensión concentrada (SC)	0,6 litros	Remojo* a la siembra
Suspensión concentrada (SC)	0,8 litros	Remojo a la siembra
Suspensión concentrada (SC)	0,2 litros	Remojo a la emergencia
Tratamiento semillas (TS)	0,4 litros	Inmersión de estacas
Tratamiento semillas (TS)	0,5 litros	Inmersión de estacas
Presentación granular (Gr)	0,3 kg	Remojo a la siembra
Presentación granular (Gr)	0,4 kg	Remojo a la siembra
Testigo absoluto		

\* Aplicación a la base de la planta

**Tabla 2.** Experimento 3. Dosis y forma de aplicación de imidacloprid en campo

Tratamiento	Dosis/ha	Forma de aplicación
Suspensión concentrada	0,6 litros	Remojo* a la siembra
Suspensión concentrada	0,2 litros	Inmersión estacas
Presentación granular	0,3 Kg	Remojo a la siembra
Presentación granular	0,3 Kg	Inmersión de estacas
Tratamiento semillas	0,4 litros	Inmersión de estacas
Suspensión concentrada	0,2 litros	Remojo a la emergencia
Testigo absoluto		

\* Aplicación a la base de la planta

**Tabla 3.** Escala de población de *Aleurotrachelus socialis* Bondar sobre plantas de yuca

Grado	Adultos-Huevos	Ninfas - Pupas
1	Limpio	Limpio
2	1-50	1-200
3	51-200	201-500
4	201-500	501-2000
5	501-1000	2001-4000
6	>1000	>4000

do el valor de F fue significativo se hizo la separación de promedios por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Para el análisis económico se incluyeron los costos incurridos en cada tratamiento en cuanto a insecticidas, mano de obra para la aplicación, cosecha y transporte. Al momento de la cosecha se tomó el rendimiento en las 16 plantas centrales de cada parcela y se registró el precio de venta de la yuca, se observó variación en el precio para agricultores con pequeñas y grandes extensiones del cultivo. Por tal razón, al realizar el análisis económico se tuvo en cuenta el precio de venta de los dos tipos de agricultores y se discriminaron los costos ejercidos por agricultores grandes (más de 5 has), los cuales incurrir en costos más altos porque incluyen riego y mayor número de insumos comparado con un agricultor con pequeñas extensiones. Con estos datos se prepararon presupuestos parciales con el fin de calcular los siguientes parámetros por tratamiento: costo variable, costo total, beneficio total, beneficio neto y relación beneficio - costo para agricultores con grandes y pequeñas extensiones de yuca.

En las raíces cosechadas también se observaron síntomas ocasionados por cuero de sapo, una enfermedad probablemente de etiología viral que hace que las raíces de yuca se queden delgadas y leñosas (Calvert y Cuervo 2002). Estas raíces se clasificaron como no comerciales y se contaron para obtener la incidencia de cuero de sapo (%). Posteriormente se realizó un análisis de covarianza para cada experimento teniendo como covariable la enfermedad. Se hizo una comparación entre tratamientos con base en los promedios de rendimiento (ton/ha) corregidos o ajustados por el efecto de cuero de sapo, usando la estimación de promedios por mínimos cuadrados a través de la siguiente ecuación:

$$Rci = Ri - B(Ci - C..)$$

Donde:

Rci= Rendimiento corregido o ajustado

Ri= Promedio del rendimiento para el tratamiento i

B= Coeficiente de regresión lineal en la relación funcional de rendimiento vs incidencia cuero de sapo

Ci= Promedio incidencia cuero de sapo en el tratamiento i

C..= Promedio general incidencia cuero de sapo en el ensayo

Con los valores calculados a través de esta ecuación se procedió nuevamente a realizar el análisis económico.

## Resultados y Discusión

### Análisis de la población

En el primer experimento, al evaluar la aplicación foliar, todos los insecticidas mani-

festaron eficiencia en el control de adultos, huevos y ninfas de *A. socialis* mostrando diferencias con el testigo y requirieron solamente 3 aplicaciones durante los 6 primeros meses de edad del cultivo, época en la que es crítica el ataque de mosca blanca en yuca (CIAT 1986). Sin embargo, los productos tiametoxan, imidacloprid 1 y 2 fueron los más eficientes, presentando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos y el testigo con los valores de población más bajos para los tres estados de la plaga (Tabla 4).

Para una plaga como mosca blanca las ninfas indican la eficiencia del insecticida por ser un estado inmóvil, además los adultos varían por la presión del insecto existente alrededor del cultivo. Al evaluar la población de las ninfas a través del tiempo, cuando se utilizó imidacloprid desde la siembra (experimento 2) (Fig. 1), se encontró que todos los tratamientos protegieron el cultivo hasta los 60 días y se requirieron solamente 2 aplicaciones para mantener bajas

las poblaciones de la plaga a través del ciclo del cultivo. La población menor se obtuvo cuando se utilizó la suspensión concentrada de imidacloprid en remojo a la siembra en las dosis más altas 0,8 y 0,6 lt/ha, considerándose como los tratamientos más eficientes (Fig. 1).

En el experimento 3, realizado con imidacloprid en la siembra, el testigo presentó las poblaciones más altas para adultos, huevos y ninfas y mostró diferencias significativas respecto a los tratamientos (Tabla 5).

En la figura 2 se observa que la aparición de la plaga ocurrió en general a los 45 días. El comportamiento de las ninfas a través del tiempo fue similar en todos los tratamientos, oscilando entre los grados 2, 3 y 4, lo cual indica que sí hubo control de la plaga. El testigo mostró aumento de la población de ninfas a los grados más altos (5 y 6) (Fig. 2), indicando que sin ningún tipo de control la población de la plaga es mayor. Las poblaciones del expe-

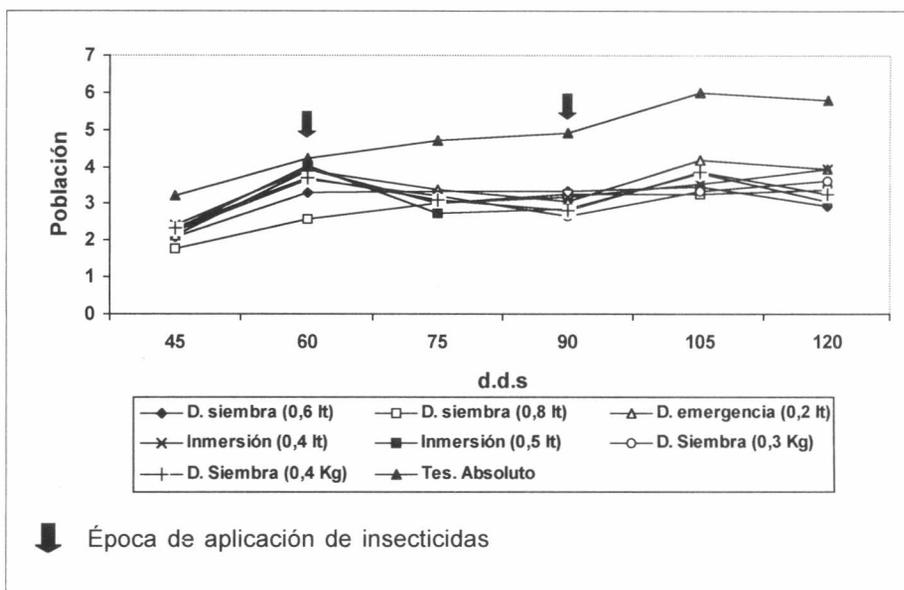
**Tabla 4.** Efecto de la aplicación foliar de productos químicos sobre poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en yuca (experimento 1)

Tratamiento	Adultos <sup>2</sup>	Huevos	Ninfas
Testigo	3,65 a <sup>1</sup>	4,06 a	4,33 a
Carbosulfan	3,20 b	3,65 b	4,01 ab
Buprofezin	3,18 b	3,56 b	3,89 ab
Piriproxifen	3,17 b	3,55 b	3,85 ab
Diafenthiuron	3,15 b	3,51 b	3,58 b
Imidacloprid 1*	2,76 c	2,89 c	2,81 c
Imidacloprid 2	2,64 c	2,78 c	2,72 c
Tiametoxan	2,57 c	2,78 c	2,62 c

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia

2 Basado en escala de población, 1= No presencia; 2= 1-200 individuos por hoja; 3= 201-500 por hoja; 4= 501-2.000 por hoja; 5= 2.001-4.000 por hoja; 6= >4.000 por hoja

\* Provenientes de diferentes casas comerciales



**Figura 1.** Efecto de imidacloprid a través del tiempo sobre poblaciones de ninfas de *Aleurotrachelus socialis* Bondar (experimento 2).

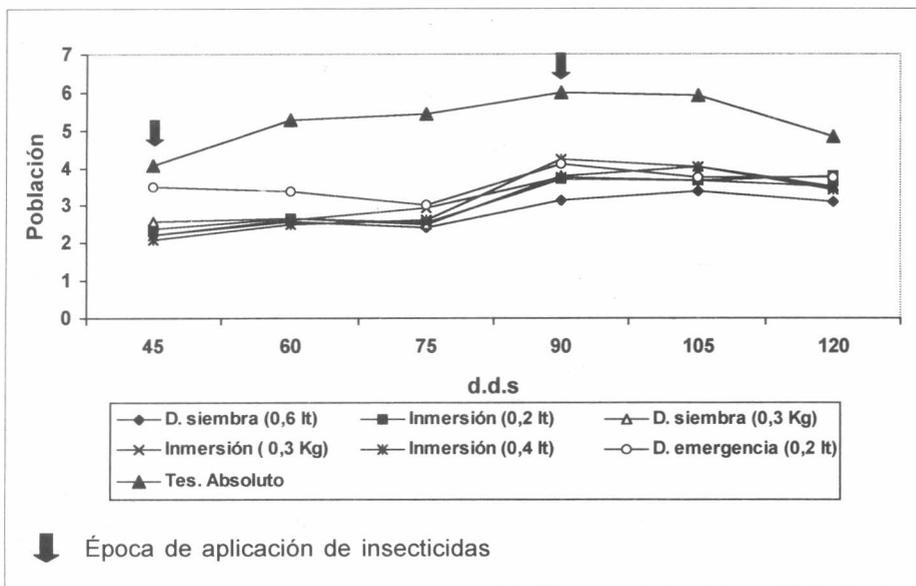


Figura 2. Efecto de imidacloprid a través del tiempo sobre poblaciones de ninfas de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en yuca (experimento 3).

Tabla 5. Efecto de imidacloprid sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en el Valle del Cauca (experimento 3)

Tratamiento	Dosis	Adultos <sup>2</sup>	Huevos	Ninfas
SC - Remojo a la siembra	0,6 litros	3,28 b <sup>1</sup>	3,12 b	2,80 c
SC - Inmersión de estacas	0,2 litros	3,28 b	3,20 b	3,12 bc
Gr - Remojo a la siembra	0,3 Kg	3,38 b	3,42 b	3,18 bc
Gr - Inmersión de estacas	0,3 Kg	3,18 b	3,09 b	3,11 bc
TS - Inmersión de estacas	0,4 litros	3,29 b	3,16 b	3,14 bc
SC - Remojo a la siembra	0,2 litros	3,59 b	3,51 b	3,58 b
Testigo absoluto		4,52 a	4,92 a	5,26 a

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia.

2 Basado en escala de población, 1= No presencia; 2= 1-200 individuos por hoja; 3= 201-500 por hoja; 4= 501-2.000 por hoja; 5= 2.001-4.000 por hoja; 6= >4.000 por hoja.

rimento 3 en general, fueron similares a las del experimento 2.

**Análisis económico**

El rendimiento obtenido fue similar para los tres experimentos (Tabla 6). En el ensayo de aplicación foliar (experimento 1) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo absoluto, siendo el rendimiento promedio de 10,3 ton/ha. En el segundo ensayo se obtuvo un promedio similar al anterior, pero el testigo absoluto mostró el valor más bajo respecto a los tratamientos, esto se debe a que presentaron las poblaciones más altas de mosca blanca. En el experimento 3, el rendimiento fue inferior a los anteriores ensayos en todos los tratamientos y el testigo, en promedio de 5,8 ton/ha, a pesar de que la población de mosca blanca mostró un comportamiento semejante en los tres experimentos.

Los rendimientos alcanzados son muy bajos para el cultivo de yuca; sin embargo,

oscilan dentro de la producción promedio mundial que es de 10 a 15 t/ha, con un rendimiento promedio de 9,9 t/año; aunque en Colombia la producción ha llegado a alcanzar las 40 t/ha en condiciones experimentales favorables y en monocultivo (Bellotti *et al.* 1999, 2002 b).

Esta disminución en el rendimiento pudo ocurrir porque la variedad de yuca utilizada es de rendimiento bajo y, por la presencia de la enfermedad cuero de sapo sobre un gran número de raíces cosechadas (Tabla 6).

Para efectos del análisis de costos se consideró el precio de venta de la yuca, se observó variación para agricultores con grandes áreas de siembra respecto a los pequeños. En el caso de los grandes por tener el mercadeo del producto asegurado les compraban a \$330 el kilo. Como en ese momento la producción de yuca era alta a los pequeños agricultores les pagaban en promedio redrojo y raíces comerciales de yuca a \$150.

Con los respectivos precios y costos ejercidos por cada tipo de agricultor, se realizó el análisis económico en los tres ensayos (Tabla 7). Al analizar los costos para agricultores con grandes extensiones, se observó en el experimento 1, cuando se utilizó únicamente la aplicación foliar de los insecticidas, que la relación beneficio - costo fue superior o igual a 1 en casi todos los tratamientos y el testigo. Tiametoxan alcanzó el valor mayor con una relación beneficio - costo de 2,09, lo cual indica que el agricultor gana un peso con 9 centavos, por cada peso invertido.

Cuando el control químico se ejecutó desde la siembra, en el experimento 2, la relación beneficio - costo fue superior a 1 en todos los tratamientos, lo cual indica que en todos los casos el agricultor grande obtiene ganancias; sin embargo, las ganancias son mayores si se utiliza la aplicación foliar únicamente. El testigo presentó un valor inferior a 1 (Tabla 7).

En el experimento 3 la relación beneficio - costo fue inferior a 1 en todos los tratamientos y el testigo, a pesar de que la población de mosca blanca fue similar al ensayo anterior (Tabla 7). Esta situación fue originada porque el rendimiento obtenido en este experimento era el más bajo (Tabla 6).

Para agricultores con pequeñas extensiones de yuca la situación fue diferente (Tabla 7). Al aplicar los insecticidas en forma foliar la relación beneficio - costo fue inferior a 1 en todos los tratamientos y el testigo, exceptuando el tratamiento con tiametoxan cuyo valor fue igual a 1,34. Al utilizar control químico desde la siembra la relación beneficio - costo en los 2 ensayos fue inferior a 1 en todos los tratamientos; sin embargo, los valores son menores en el testigo absoluto, lo cual indica que si no se hace ningún tipo de control de la plaga las pérdidas económicas son mayores.

Con estos resultados podría concluirse que para agricultores con pequeñas extensiones de yuca no es rentable utilizar control químico desde la siembra. No obstante, se debe tener en cuenta que la variedad utilizada es de rendimiento bajo, además todos los tratamientos estuvieron afectados por la presencia de cuero de sapo, enfermedad que afecta también el rendimiento.

Con el fin de descartar el efecto del cuero de sapo sobre los resultados obtenidos, se realizó un análisis de covarianza para cada experimento teniendo como covariable la enfermedad. Al utilizar la ecuación  $R_{ci} = R_i - B(C_i - C_{..})$ , se encontró un efecto significativo de la enfermedad en el rendimiento. El valor de B estimado fue de 0,2026, 0,08 y 0,09 para los experimentos 1, 2 y 3. De tal manera que un incremento de una unidad en el número de raíces enfermas está asociado con una disminución de 0,2026 unidades de rendimiento para el experimento 1, de 0,08 y 0,09 unidades

**Tabla 6.** Rendimientos obtenidos e incidencia de cuero de sapo en tres experimentos de control químico sobre *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca)

Experimento	Tratamiento	Rendimiento obtenido t/ha	Incidencia Cuero sapo (%)
1	Imidacloprid 1	8,70	36,47
	Buprofezin	10,96	32,26
	Carbosulfan	10,30	20,62
	Tiametoxan	16,23	17,71
	Diafentiuron	7,41	36,02
	Piriproxifen	9,35	24,53
	Imidacloprid 2	11	36,28
	Testigo	8,44	41,01
	2	SC - 0,6 lt -Remojo siembra	10,85
SC - 0,8 lt - Remojo siembra		11,60	25,61
SC - 0,2 lt - Remojo emerg.		9,37	17,63
TS - 0,4 lt - Inmersión		8,55	38,44
TS - 0,5 lt - Inmersión		9,67	22,81
Gr - 0,3 Kg - Remojo siembra		10,01	22,46
Gr - 0,4 Kg - Remojo siembra		11,84	22,32
SC - 0,2 lt - Remojo emerg.		7,48	28,11
Testigo absoluto		4,75	19,90
3	SC - Remojo siembra	8,56	44,74
	SC - Inmersión de estacas	4,73	48,95
	SC - Remojo siembra	6,05	45,22
	TS - Inmersión de estacas	6,61	44,91
	TS - Inmersión de estacas	6,76	41,04
	Gr - Remojo siembra	6,13	64,65
	SC - Remojo siembra	3,63	54,85
	Testigo absoluto	4,25	53,38

de rendimiento para los experimentos 2 y 3 respectivamente, ocasionado por la presencia de cuero de sapo. Al implementar la ecuación en cada uno de los tratamientos, dependiendo del caso, incrementaba o disminuía cada valor de rendimiento en las unidades mencionadas (Tabla 8).

Con estos valores calculados se procedió nuevamente a realizar el análisis económico (Tabla 8), se observó un comportamiento similar en los tres ensayos realizados a los originalmente obtenidos. Es así como en el ensayo de aplicación foliar para agricultores con grandes áreas de siembra la relación beneficio - costo fue cercana o superior a 1 en todos los tratamientos y el testigo y, para agricultores pequeños solamente fue superior a 1 en el tratamiento con tiametoxan. En el segundo y tercer experimentos se indica que para agricultores grandes la relación beneficio - costo fue superior a 1 en todos los tratamientos del experimento 2 exceptuando el testigo e inferior a 1 en todos los tratamientos del ensayo 3 y, para agricultores pequeños en ambos experimentos fue inferior a este valor. Lo cual indica que el efecto del cuero de sapo sobre el rendimiento no afectó directamente los beneficios obtenidos.

Los resultados de este trabajo permiten dilucidar que implementar el control químico en el cultivo de la yuca para controlar la mosca blanca *A. socialis*, sí disminuye la población del insecto y retrasa su apari-

**Tabla 7.** Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$330 y \$150 por un agricultor con grandes y pequeñas extensiones de yuca respectivamente, en tres experimentos. (Valores dados en miles de pesos por hectárea)

Experimento	Tratamiento	\$ 330		\$ 150	
		Costo total	Relación B/C	Beneficio neto	Relación B/C
1	Imidacloprid 1	2.635,50	1,09	1.892,20	0,69
	Buprofezin	2.602,70	1,39	1.859,40	0,88
	Carbosulfan	2.549,90	1,33	1.806,60	0,86
	Tiametoxan	2.564,30	2,09	1.821	1,34
	Diafentiuron	2.601,90	0,94	1.858,60	0,60
	Piriproxifen	2.564,30	1,20	1.821	0,77
	Imidacloprid 2	2.630,30	1,38	1.887	0,87
	Testigo	2.396,30	1,16	1.653	0,77
	2	SC - 0,6 lt -Remojo siembra	2.915,90	1,23	2.172,60
SC - 0,8 lt - Remojo siembra		3.011,10	1,27	2.267,80	0,77
SC - 0,2 lt - Remojo emerg.		2.725,50	1,13	1.982,20	0,71
TS - 0,4 lt - Inmersión		2.773,90	1,02	2.030,60	0,63
TS - 0,5 lt - Inmersión		8.221,80	1,13	2.078,50	0,70
Gr-0,3 kg - Remojo siembra		2.643,80	1,25	1.900,50	0,79
Gr-0,4 kg - Remojo siembra		2.810,30	1,39	2.067	0,86
Testigo absoluto		2.396,30	0,65	1.953	0,43
3		SC - Remojo siembra	2.915,90	0,97	2.172,60
	SC- Inmersión de estacas	2.677,50	0,58	1.934,20	0,37
	SC - Remojo siembra	2.643,80	0,76	1.900,50	0,48
	TS - Inmersión de estacas	2.595,80	0,84	1.852,50	0,54
	TS - Inmersión de estacas	2.773,90	0,80	2.030,60	0,50
	Gr - Remojo siembra	2.725,50	0,74	1.982,20	0,46
	Testigo absoluto	2.396,30	0,59	1.653	0,39

**Tabla 8.** Rendimiento corregido y beneficios obtenidos a un precio de \$330 y \$150 por un agricultor con grandes y pequeñas extensiones de yuca respectivamente, en tres experimentos. (Valores dados en miles de pesos por hectárea)

Experimento	Tratamiento	Rendimiento corregido* t/ha	\$ 330 Relación B/C	\$ 150 Relación B/C
1	Imidacloprid 1	11,37	1,42	0,90
	Buprofezin	11,15	1,41	0,90
	Carbosulfan	7,64	0,99	0,63
	Tiametoxan	14,19	1,83	1,17
	Diafenturon	9,21	1,17	0,74
	Piriproxifen	7,61	0,98	0,63
	Imidacloprid 2	12,55	1,57	1,00
	Testigo	8,67	1,19	0,88
2	SC - 0,6 lt - Remojo siembra	10,58	1,20	0,73
	SC - 0,8 lt - Remojo siembra	11,67	1,28	0,77
	SC - 0,2 lt - Remojo emerg.	8,91	1,08	0,67
	TS - 0,4 lt - Inmersión	9,58	1,14	0,71
	TS - 0,5 lt - Inmersión	9,61	1,12	0,69
	Gr - 0,3 Kg - Remojo siembra	10,05	1,25	0,79
	Gr - 0,4 Kg - Remojo siembra	11,80	1,39	0,86
	Testigo absoluto	4,24	0,58	0,33
3	SC - Remojo siembra	8,58	0,97	0,59
	SC - Inmersión de estacas	4,85	0,60	0,38
	SC - Remojo siembra	5,94	0,74	0,47
	TS - Inmersión de estacas	6,50	0,83	0,53
	TS - Inmersión de estacas	6,50	0,77	0,48
	Gr - Remojo siembra	7,01	0,85	0,53
	Testigo absoluto	3,65	0,50	0,33

\* Ajustados con los valores 0,2026, 0,08 y 0,09 calculados con la ecuación  $R_{ci} = R_i - B (C_i - C_{..})$

ción si es utilizado desde la siembra. En términos económicos, para los yuqueros con grandes áreas de siembra es rentable utilizar control químico, obteniendo mayores ganancias si es aplicado foliarmente. Para agricultores con pequeñas áreas de siembra el control químico no es la alternativa más viable, ya que las pérdidas económicas son muy altas en cualquier forma de aplicación, encontrándose solamente un producto rentable para este tipo de agricultor. Este hecho confirma la necesidad de encontrar alternativas más económicas en el control de mosca blanca en yuca, como el control biológico.

Sin embargo, estos resultados pueden cambiar lógicamente, con variación en el precio para los agricultores pequeños principalmente, en la mano de obra y los insumos, o con alteraciones en la eficiencia de los insecticidas como lo afirman Cardona *et al.* (1993). También puede ocurrir variación en los resultados si se utiliza una variedad de yuca de rendimiento más alto y/o con resistencia a la plaga.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Adriano Muñoz por la colaboración, a Carlos Moreno por la asesoría estadística y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia por la financiación.

### Literatura citada

ARIAS, B., 1995. Estudio sobre el comportamiento de la "mosca blanca" *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera:

Aleyrodidae) en diferentes genotipos de yuca *Manihot esculenta* Crantz. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 181 p.

BELLOTTI, A. C.; BRAUN, A. R.; ARIAS, B.; CASTILLO, J. A.; GUERRERO, J. M. 1994. Origen and management of Neotropical Cassava arthropod pests. *African Crop Science Journal* 2 (4): 407-417.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. 1999. Recent advances in cassava pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 343-370.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B.; VARGAS, O.; REYES, J. A.; GUERRERO, J. M. 2002 a. Insectos y ácaros dañinos a la yuca y su control. p. 160-203. En: Ospina, B.; Ceballos, H. (eds.). La yuca en el tercer milenio. Sistemas de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Palmira. Colombia. 586 p.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B.; VARGAS, O.; PEÑA, J. E. 2002 b. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y ácaros. p. 204-219. En: Ospina, B.; Ceballos, H. (eds.). La yuca en el tercer milenio. Sistemas de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Palmira. Colombia. 586 p.

BINK-MOENEN, R. M.; MOUND, L. A. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. p.1-12. En: Gerling D. (ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Department of Zoology, The Georges. Wise faculty of life Sciences. Tel Aviv University. Israel. 348 p.

BROWN, J. K. 1993. An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO. Plan Protection Bulletin* 39 (1): 5-23.

CABALLERO, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): Hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Informe Técnico No. 205. CATIE. Serie Técnica. 66 p.

CALVERT, L.; CUERVO, M. 2002. Enfermedades virales de la yuca en América del Sur. p. 262-268. En: Ospina, B.; Ceballos, H. (eds.). La yuca en el tercer milenio. Sistemas de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Palmira. Colombia. 586 p.

CARDONA, C.; RODRÍGUEZ, A.; PRADA, P. C. 1993. Umbral de acción para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en habichuela. *Revista Colombiana de Entomología* 19 (1):27-33.

CIAT, 1986. Mosca blanca en el cultivo de la yuca: biología y control. Serie 045C-0405. Auditorial. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 34 p.

LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de los fitovirus con características especiales. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Informe Técnico No. 71. CATIE. Serie Técnica. 7 p.

LÓPEZ, A. A. 1986. Taxonomy and biology. Cap. 1. En: Cock M. J. W. (ed.). *Bemisia tabaci* a Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography. FAO. CAB International. 171 p.

Recibido: Abr. 22/2003

Aceptado: Ago. 31/2003