

PERDIDAS EN RENDIMIENTO CAUSADAS POR MOSCAS BLANCAS EN EL CULTIVO DE LA YUCA

Octavio Vargas H*
Anthony C. Bellotti *

SUMMARY

Whitefly population (*Aleurotrachelus socialis*, *Bemisia tuberculata*, *Traileurodes variabilis*) causes leaf yellowing deformation of the growing plants and a sooty mold which grows in the sugar excretion of the insect.

In the Espinal (Tolima) area where whiteflies populations are high throughout the year several varieties have been tested for resistance and economic damage.

The treated plants presented lower grades of infestation and higher yields, compared with the untreated ones. Yield losses due to whiteflies depend on the variety used.

Lines	% yield loss
H 305 - 122	79.6
CMC 57	76.7
VEN 218	68.0
CMC 40	52.0
N MEX 59	33.6

The yield depression depends on the duration of the attack, presenting a significant negative correlation ($r = -0.90$). The yield loss of 79.6% in the hybrid 305 - 122 would represent a lost of \$97.350. If farms apply insecticides every 3 months the root yield production would be higher.

Even though chemical control has been effective in preventing or reducing the damage caused by whiteflies, it is generally agreed that the most efficient method of control would be to develop material that is resistant to whiteflies.

RESUMEN

Las poblaciones de moscas blancas (*Aleurotrachelus socialis*, Bondar, *Traileurodes variabilis* (Quaintance), *Bemisia tuberculata* Bondar), causan dos tipos de daño; 1) directo: amarillamiento y defoliación de los cogollos y 2) indirecto: formación de fumagina, la cual se desarrolla sobre las excreciones azucaradas del insecto.

* Investigador Asociado y Entomólogo respectivamente. CIAT
Apartado Aéreo No. 67-13 - Cali - Colombia.

En el Espinal (Tolima), área donde las poblaciones de moscas blancas son altas durante todo el año, algunas variedades de yuca han sido evaluadas para resistencia y daño económico.

En experimentos de campo, las plantas tratadas presentaron menores grados de infestación y más altos rendimientos que las no tratadas.

Variedades	% Pérdidas en Rendimiento
H 305 - 122	79,6
CMC 57	76,7
M VEN 218	68,0
CMC 40	52,0
M Mex 59	33,6

Las pérdidas en rendimiento dependen de la duración del ataque, presentando una correlación negativa significativa ($r = -0,90$). La pérdida en rendimiento del 79,6% en el híbrido H305 - 122 representaría una pérdida de \$97.350/Ha. En este estudio se permitió establecer que las pérdidas en rendimiento son proporcionales a la duración del ataque y que con aplicaciones de insecticidas selectivos (Dimethoate) cada 3 meses se limitan los daños drásticos de la plaga por romper la continuidad de su ataque.

Aunque el control químico ha sido efectivo en prevenir, o reducir el daño causado por moscas blancas, seguramente que el método de control más eficiente sería desarrollar materiales con resistencia.

INTRODUCCION

Las moscas blancas pertenecen al orden Homóptera y a la familia Aleyrodidae, la cual comprende 1156 especies en 126 géneros. La familia Aleyrodidae tiene 3 sub-familias: Aleurodicinae, Aleurodinae y Udamoselinae. (Mound & Halsey, 1978).

Las moscas blancas son plagas tanto de plantas ornamentales como de cultivos. Las especies se encuentran distribuidas en las siguientes nueve zonas zoogeográficas: Palearctica, Etiope, Madagascar, Oriental, Austro-Oriental, Austral-Asiática, Pacífica, Neoártica y Neotropical (Mound & Halsey, 1978).

La clasificación genérica de los Aleyrodidae está basada en la estructura del 4o. instar ninfal, llamado pupa y no en las estructuras de los adultos (Mound & Halsey, 1978). Desafortunadamente, algunas especies de moscas blancas son polífagas y la apariencia de sus cubiertas pupales varía según la forma de la cutícula de la planta hospedante sobre la cual se desarrollan (Mound, 1963).

Entre los cultivos atacados por moscas blancas está la yuca, por las especies *Aleurotrachelus socialis* Bondar, *Bemisia tuberculata* Bondar y *Trialeurodes variabilis* (Quaintance). (Mound & Halsey, 1978).

BIOLOGIA

Los huevos de mosca blanca son colocados generalmente en el envés de la hoja y tienen un pedicelo el cual en el momento de la oviposición es insertado dentro del tejido de la hoja. En unas pocas especies de Aleurodicinae el pedicelo es más largo que el huevo y muchas especies de esta sub-familia depositan gran cantidad de cera alrededor de los huevos en forma de una espiral suelta. Algunas especies de Aleyrodinae depositan sus huevos en un círculo parcial o completo. (Mound & Halsey, 1978).

El primer instar es pequeño pero tiene patas y antenas relativamente largas; puede arrastrarse activamente aunque probablemente no abandone la hoja sobre la cual ha emergido. En el 2o., 3o. y 4o. instar ninfal las patas y antenas están atrofiadas y por lo tanto son inmóviles. El adulto se desarrolla dentro del 4o. instar.

La especie predominante en la zona de El Espinal (Tolima) es *A. socialis*. Estudios preliminares realizados en CIAT-Palmira bajo condiciones de invernadero (24°C y 70% H.R.), sobre su ciclo de vida mostraron que en estado de huevo dura 11,3 días; el primer instar 7,4 días; el segundo 5,3 días; el tercero 5,8 días; la pupa 10,6 días y el adulto 12 días (Com. pers. A.M. Varela). Muchas especies producen grandes cantidades de cera alrededor de los bordes del cuerpo y la superficie dorsal de las ninfas. En muchas especies el adulto emerge a través de una abertura en forma de T sobre la superficie dorsal de la pupa. Las pupas de las cuales han emergido parásitos, pueden ser reconocidas por la presencia de un círculo irregular que deja el parásito (Mound & Halsey, 1978).

Un polvillo blanco ceroso que cubre el cuerpo de muchas especies de esta familia es secretado por unas glándulas abdominales. Algunas especies tienen puntos negros en las alas, los cuales se desarrollan unas horas después de la emergencia, unas pocas especies no son blancas, tal como la mosca negra de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) que tiene alas negras y poca cera y algunas especies de Aleurodicinae tienen grabados en las alas. Unas especies no descritas de *Dialeurodes* en cafetos al sur de Nigeria tienen alas rojas y *Bermisia giffardi* (Kotinsky) tiene alas de color amarillo pálido (Mound & Halsey, 1978).

Enemigos Naturales

Los himenopteros *Amitus aleurodinis* Halde-man (Platygastridae) y *Eretomocerus aleurodiphaga* (Riosbec) (Aphelinidae) han sido reportados parasitando pupas de mosca blanca en yuca en CIAT-Palmira, Armenia y Caicedonia. Durante 1978 se encontró un promedio de 56,12% de parasitismo en pupas de *A. socialis* por los parásitos anteriormente mencionados (CIAT, 1979).

Plantas Hospedantes

Entre las plantas hospedantes de las moscas blancas *A. socialis*, *B. tuberculata* y *T. variabilis* se tiene (Mound & Halsey, 1978).

Euphorbiaceae

T. variabilis

Manihoti aipi

Distribución: U.S.A. (Florida)
Honduras, Costa Rica,
Cuba, Jamaica, Puerto
Rico, St. Coix, Trinidad,
México.

Huéspedes:

Aceraceae:	<i>Acer mexicanum</i>
Caricaceae:	<i>Carica papaya</i>
Euphorbiaceae:	<i>Manihot glaziovii</i>
Polygonaceae:	<i>Coccoloba floribunda</i>
Rubiaceae:	<i>Gardenia</i> sp
Rutaceae:	<i>Citrus paradisi</i> , <i>C. reticulata</i>

Importancia Económica

En Africa la mosca blanca *B. tabaci*, transmite un virus en el cultivo de la yuca, conocido como mosaico africano, el cual no se presenta en América. Este virus produce pérdidas entre un 30-80% o más (Hann y Howland, 1972).

Siendo las moscas blancas una plaga potencial de mucha importancia económica en el país, hubo la necesidad de llevar a cabo experimentos en la granja experimental "Nataima" del ICA en el Espinal (Tolima), para buscar posibles fuentes de resistencia al complejo de moscas blancas. Se escogió dicho centro por presentarse durante todo el año poblaciones muy altas de mosca blanca.

Sintomatología

El daño directo del adulto consiste en un amarillamiento y encrespamiento de las hojas apicales y el daño de las ninfas se manifiesta en pequeños puntos cloróticos; el daño indirecto tanto de adultos como de ninfas, consiste en el desarrollo de un hongo saprófito sobre las excreciones donde se forma la fumagina, la cual hace que la capacidad fotosintética de la planta se reduzca.

MATERIALES Y METODOS

Investigación Realizada

Registros sobre las pérdidas en rendimiento por la acción de la alimentación de la mosca blanca en cultivo de la yuca no se encontraron en la literatura revisada por lo cual en 1978 se llevó a cabo un ensayo titulado "Daño causado por *Aleurotrachelus* sp en 3 variedades de yuca".

Las variedades se escogieron de acuerdo a su

<i>A. socialis</i>	Distribución: Brasil
Huésped:	
Urticaceae:	<i>Cecropia</i> sp
<i>B. tuberculata</i>	Distribución: Brasil
Huésped	

grado de resistencia en base a evaluaciones anteriores mostrando los siguientes grados:

CMC - 57	1 - Resistencia
MEX - 59	2 - Intermedia
CMC - 40	3 - Susceptible

Tomando grado 1 como mínimo y 3 como grado máximo de daño. El insecticida utilizado fue (monocrotophos 60^o/o C.E.) a una dosis de (0.6 gm l.A/Litro H₂O); una frecuencia de aplicación (cada 10 días, hasta los 10 meses de edad del cultivo).

Resultados y Discusión

La disminución en rendimiento (Cuadro 1) fue variable dependiendo de la variedad:

Variedad	Porcentaje de Disminución en Rdto
CMC - 57	76.7
CMC - 40	52.0
MEX - 59	33.6

El resultado más interesante fue: la variedad que presentaba mayor grado de resistencia (CMC-57) fue la que presentó mayor disminución en rendimiento y se esperaba todo lo contrario, a mayor resistencia menor disminución en el rendimiento. El factor o factores que hacen que la planta no muestre ningún síntoma se desconocen hasta el presente.

La disminución en rendimiento puede ser causada por la alimentación de los adultos y ninfas, los cuales se alimentan del floema, además del daño indirecto debido a la formación de fumagina sobre las excreciones de los adultos y ninfas en el haz de las hojas, reduciendo así la capacidad fotosintética de la planta.

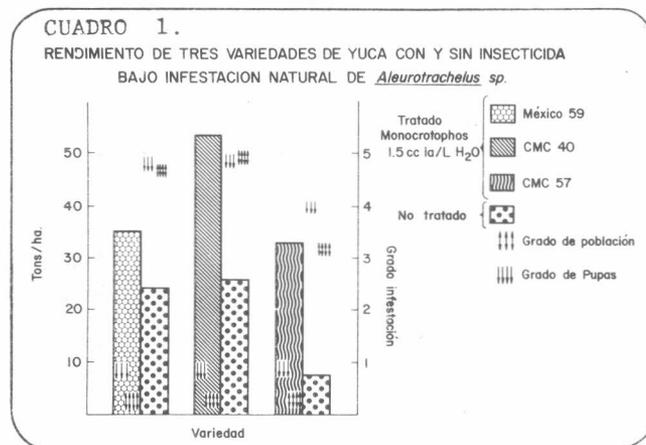
Se llevó a cabo el análisis de varianza y el test de Duncan para cada uno de los factores: rendimiento, porcentaje de infestación para población y pupas, resultando altamente significativo para tratado vs. no-tratado para cada uno de los factores antes mencionados.

Como conclusión general se tiene que la mosca blanca *A. socialis* produce daño económico en diferentes porcentajes en el cultivo de la yuca, dependiendo de la variedad (tabla 1). Durante 1979 se colectaron muestras de moscas blancas en las localidades de Nataima (Espinal), CIAT- Palmira y CIAT-Quilichao. Se encontraron 3 especies de

moscas blancas atacando a la yuca al mismo tiempo, el 92,6^o/o correspondió a la especie *A. socialis*; 4,6^o/o a *T. variabilis* y 2,8^o/o a *B. tuberculata*. Además en El Espinal (Tolima), se realizaron estudios para determinar las pérdidas en rendimiento en los cultivares de yuca CMC-40, M Ven 218 y CMC-57 en 3 frecuencias de aplicación 15, 30 y 45 días de Monocrotophos (0.6 gms. de l.A/Litro H₂O), Dimethoato (0.8 gms. de l.A/Litro H₂O) y Fenthion (0.75 gms. de l.A/litro H₂O).

La aplicación de Monocrotophos y de Dime-thoato fue igualmente efectiva en disminuir las poblaciones de moscas blancas y aumentar el rendimiento. Los mejores rendimientos se obtuvieron cuando el Monocrotophos se aplicó cada 15 días (Tabla 2). Los resultados de este ensayo confirman que las reducciones del rendimiento causadas por moscas blancas pueden ser severas ya que se observó una máxima reducción del 68^o/o para el cultivo M Ven 218 (tabla 3).

Se determinó el porcentaje de almidón para las



3 variedades, presentando diferencia significativa entre las variedades (tabla 4). Para los tratamientos se hizo igualmente el test de Duncan, el cual mostró diferencias significativas para algunos tratamientos (Tabla 5).

Durante 1980 se continuaron los estudios de moscas blancas para tratar de determinar el porcentaje de daño económico causado por *A. socialis*, *B. tuberculata* y *T. variabilis* dependiendo de la duración del ataque y de la edad de la planta. Un primer experimento consistió en un mes de ataque de moscas blancas a diferentes edades del cultivo (1-10 meses) con el híbrido 305-122 el cual no presentó diferencia significativa entre

Tabla 1. Reducción en rendimiento en tres variedades de yuca por mosca blanca *Aleurotrachelus* sp. Espinal (Tolima) 1978, promedio de cuatro replicaciones.

VARIEDAD	Tratada (a)			No tratada			% de diferencia		
	Kg/planta	Grado de Infestación		Kg./planta	Grado de Infestación		o/o Perd. Rend.	Grado de Infestación	
		Población (b)	Pupas (c)		Población	Pupas		Población	Pupas
CMC 57	3.31	0.57	0.28	0.77	3.92	3.17	76.7	85.5	91.2
ES*	(0.41)	(0.19)	(0.12)	(0.27)	(0.27)	(0.23)			
CMC 40	5.35	0.82	0.21	2.57	4.75	4.87	52.0	82.7	95.7
ES	(0.60)	(0.23)	(0.10)	(0.43)	(0.17)	(0.08)			
Mex 59	3.63	0.71	0.17	2.41	4.70	4.65	33.6	84.9	96.4
ES	(0.74)	(0.21)	(0.07)	(0.67)	(0.16)	(0.10)			

a) Monocrotophos 1.5 cc l.A/L Agua

b) Población: (% de hojas infestadas por adultos, ninfas, pupas). Grado 0 = No infestación; 1 = 20% o; 2 = 21-40% o; 3 = 41-60% o; 4 = 61-80% o; 5 = 81 - 100% o

c) Pupas/hoja. Grado 0 = No pupas; 1 = 5; 2 = 6 - 10; 3 = 11 - 25; 4 = 26 - 50; 5 = 51.

* Error Standard.

Tabla 2. Efecto de insecticidas en el rendimiento promedio de los cultivos de yuca CMC 40, M Ven 218 y CMC 57 en ICA-Nataima (Espinal, Tolima) 1979.

Tratamiento	Rendimiento (Ton/ha) con insecticidas aplicados cada:				
	15 días	30 días	45 días		
Monocrotophos	18.5	15.2	(17.8) ¹	13.6	(26.5)
Dimethoate	15.1	14.4	(4.6)	14.0	(7.3)
Fenthion	10.0	9.6	(4.0)	7.8	(22.0)
Testigo	7.0				

1 Los valores entre paréntesis corresponden a los porcentajes de reducción del rendimiento del testigo en comparación con el rendimiento obtenido al aplicar insecticida cada 15 días.

Tabla 3. Rendimiento de los cultivares de yuca CMC 40, M Ven 218 y CMC 57 que recibieron aplicaciones quincenales de insecticidas (monocrotophos, dimethoate y fenthion) para controlar las moscas blancas.

Variedad	Rendimiento (ton/ha)						
	Monocrotophos		Dimethoate		Fenthion		Testigo
M Ven 218	10.12	(68.3) ¹	8.80	(63.5)	5.33	(39.8)	3.21
CMC 57	17.27	(64.8)	13.96	(56.5)	8.70	(30.2)	6.07
CMC 40	28.04	(57.7)	22.55	(46.6)	15.88	(25.2)	11.87

1 Los valores entre paréntesis corresponden a los porcentajes de reducción del rendimiento del testigo en comparación con el rendimiento obtenido al aplicar insecticidas.

Tabla 4. Porcentaje de almidón en 3 variedades de yuca para 3 insectos*, con 3 frecuencias** de aplicación; Test de Duncan

Variedad	°/o Almidón	
M Ven 218	27.46	A
CMC - 57	25.78	B
CMC - 40	24.43	C

* Monocrotophos	** 15 días
Fenthion	30 días
Dimethoato	45 días

Tabla 5. Test de Duncan para la variable °/o almidón de 3 insecticidas* en 3 épocas de aplicación**.

Tratamiento	°/o Almidón	
15 - 2 A	26.66	
15 - 1 A	26.62	
30 - 1 A	26.54	
45 - 2 A	26.48	
45 - 1 A B	26.39	
15 - 3 A B	26.36	
0 C B	25.27	
30 - 2 C	24.96	
45 - 3 C	24.94	
30 - 3 C	24.78	

* 0 Testigo	** 15 - 30 - 45 días
1 Azodrín	
2 Sistemín	
3 Lebaycid	

las diferentes edades del cultivo para la variable rendimiento, pero sí hubo diferencia significativa de estas con respecto al testigo. En cuanto al contenido de almidón no hubo diferencia significativa de los tratamientos respecto al testigo (Tabla 6).

El número de estacas por planta presentó diferencia significativa entre tratamientos y de algunas de éstas respecto al testigo. En general la producción de estacas a las diferentes edades de ataque fue buena, siendo el testigo el de menor producción de éstas. La no significativa diferencia en rendimiento entre cada edad del cultivo puede deberse a que la mosca blanca sólo alcanza en un mes de ataque el 56.8°/o de su ciclo de vida, es decir no ocurre ni una generación completa, minimizando de esta forma el daño potencial causado por la mosca blanca en su ciclo de vida completo.

Para tener un mejor conocimiento sobre la duración del ataque y su efecto sobre el rendimiento, porcentaje de almidón y número de estacas/planta se hizo un ensayo con el H-305-122 hasta los 11 meses de edad del cultivo. El insecticida utilizado fue Dimethoato (0.8 gms. l.A./litro H₂O). Se observó correlación negativa (-0.90) y altamente significativa de la duración del ataque respecto al rendimiento. Referente al porcentaje de almidón no hubo diferencia de los tratamientos respecto al testigo. El número de estacas por planta se redujo en un 40°/o en el testigo (Tratamiento II) respecto al control (Tratamiento 0).

El efecto de la duración del ataque respecto al

Tabla 6. Efecto de un mes de ataque de moscas blancas sobre el rendimiento °/o de almidón y número de estacas/planta.

Edad planta	Tons/ha	No. estacas/planta	°/o almidón	Grado Infest.	Grado pupas
0	29.2 A	5.0	25.31 A	1.9	0.4
1	23.6 A	4.6	27.82 A	2.7	0.3
2	31.0 A	6.0	27.75 A	2.4	0.6
3	24.7 A	4.2	27.14 A	2.7	0.6
4	25.6 A	4.4	26.02 A	2.7	0.5
5	21.7 A	4.4	26.27 A	2.8	0.5
6	23.5 A	4.0	26.78 A	2.6	0.5
7	24.4 A	4.3	26.93 A	2.7	0.6
8	27.3 A	5.7	26.24 A	2.6	0.5
9	26.6 A	5.3	27.62 A	2.5	0.4
10	28.5 A	5.0	27.87 A	2.7	0.4
11	9.7 B	2.9	27.72 A	4.7	2.4

Tabla 7. Relación entre la duración de los ataques de la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* y las pérdidas en rendimiento de la línea de yuca CMC 305 - 122.

Duración del ataque de mosca blanca (meses)	No. de aplicaciones de insecticida ¹	Rendimiento de raíces frescas (t/ha)		Reducción en rendimiento %	Raíz contenido de almidón %	
0	22	42.1	a ²	—	29.6	a
1	20	40.1	ab	4.8	29.5	a
2	18	36.1	abcd	14.3	28.7	a
3	16	37.8	abc	10.2	29.4	a
4	14	30.6	bcde	27.3	30.7	a
5	12	29.8	cde	29.2	28.7	a
6	10	24.5	ef	41.8	27.2	a
7	8	26.7	de	36.6	29.4	a
8	6	16.4	fg	61.0	27.8	a
9	4	14.3	g	66.0	27.9	a
10	2	11.5	g	72.7	28.3	a
11	0	8.6	g	79.6	27.6	a

1 Dimethoato aplicado en la dosis de 0.8 g.i.a./litro de agua.

2 Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 95^o %.

Tabla 8. Análisis económico del efecto del número de aplicaciones sobre el rendimiento.

Duración ataque (meses)	Ton/ha \$	Valor* \$	No. Aplicaciones	Valor** \$	Ganancia total \$	Pérdida \$ respecto al control \$
0	42.1	(138.930)	22	(13.200)	125.730	—
1	40.1	(132.330)	20	(12.000)	120.330	5.400
2	36.1	(119.130)	18	(10.800)	108.330	17.400
3	37.8	(124.740)	16	(9.600)	115.140	10.590
4	30.6	(100.980)	14	(8.400)	92.580	33.150
5	29.8	(98.340)	12	(7.200)	91.140	34.190
6	24.5	(80.850)	10	(6.000)	74.850	50.880
7	26.7	(88.110)	8	(4.800)	83.310	42.420
8	16.4	(54.120)	6	(3.600)	50.520	75.210
9	14.3	(47.190)	4	(2.400)	44.790	80.940
10	11.5	(37.950)	2	(1.200)	36.750	88.980
11	8.6	(28.380)	0	(0)	28.380	97.350

* 1 ton. yuca \$3.300.

** Aplicación aérea/ha — \$ 400.00

Litro Dimethoato \$ 200.00

rendimiento fue significativo después de 3 meses de ataque, lo que nos induce a recomendar posiblemente aplicaciones cada 3 meses (Tabla 7). Se realizó el análisis de costos para los diferentes tratamientos observándose diferentes márgenes de utilidad (Tabla 8). Realizando 3 aplicaciones de insecticidas selectivos (Dimethoato), se rompería la continuidad del ataque de las moscas blancas limitándose así los daños drásticos de esta plaga, para de esta forma dar un margen de utilidad al agricultor.

Aunque el control químico ha sido efectivo en prevenir o reducir el daño causado por moscas blancas, generalmente se está de acuerdo en que el método de control más eficiente sería desarrollar materiales genéticos con resistencia.

BIBLIOGRAFIA

- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1979. Annual Report, 1978. Cali, Colombia. p. A-20. Serie 0251C-78.
- HAHN, S.K. and A.K. HOWLAND. 1972. Breeding for resistance to cassava mosaic. Proceedings of the IITA/IDRC cassava mosaic Workshop, IITA, Ibadán, p. 37-39.
- MOUND, L.A. 1963. Host-correlated variation in *Bemisia tabaci* (Gennadius) Homoptera: Aleyrodidae). Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A) 38: 171-180.
- MOUND, L.A., and S.H. HALSEY. 1978. Whitefly of the world. Chichester, England, British Museum (Natural History) and Wiley. 340 p.