

CAPÍTULO 11

Pérdidas en Rendimiento del Cultivo de Yuca Causadas por Insectos y Acaros¹

Anthony C. Bellotti*, Bernardo Arias V.**, Octavio Vargas H.*** y Jorge E. Peña^ψ

Introducción

La yuca se cultiva comúnmente para la subsistencia de los agricultores en las regiones tropicales del mundo. Ha sido vista como un “cultivo rústico”, por lo regular libre de artrópodos plaga. Aunque a nivel experimental el rendimiento del cultivo ha excedido de 70 t/ha en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la producción comercial en Colombia ha llegado a 40 t/ha, el promedio mundial apenas es de 10 a 15 t/ha. Estas cifras indican que varios factores limitan la producción, siendo las plagas uno de los más importantes.

Las plagas de la yuca comprenden un amplio rango de artrópodos (Bellotti y Schoonhoven, 1978b); según la etapa de desarrollo del cultivo en que atacan (fenología del cultivo) se pueden dividir en cuatro categorías:

- Las que atacan el material de ‘siembra’, afectando plantas en el campo y estacas almacenadas (mosca de la fruta, barrenadores, escamas, chizas y tierreros).

- Las que atacan la planta en desarrollo (consumidores de follaje, chupadores, deformadores de la hoja y barrenadores del tallo, las ramas y los cogollos).
- Las que atacan las raíces frescas deteriorando la calidad culinaria e industrial (chinche de la raíz, piojos harinosos, chizas blancas).
- Las que atacan la yuca seca almacenada (gorgojos de la harina, trozos de yuca y almidón de yuca).

En el CIAT se han realizado estudios sobre las pérdidas en rendimiento durante más de 25 años, como ayuda en la identificación de prioridades en el programa de investigación de la yuca. Estas investigaciones han permitido determinar el verdadero potencial de ocasionar pérdidas de las plagas clave o primarias y, al mismo tiempo, evaluar la susceptibilidad, resistencia o tolerancia de muchos cultivares a las diferentes plagas que atacan la planta. Estas investigaciones se han desarrollado en diferentes ecosistemas, especialmente en localidades donde la plaga objetivo se presenta con características endémicas; tal es el caso de los ácaros en la Costa Atlántica, las moscas blancas en el departamento del Tolima, y el piojo harinoso en los Llanos Orientales.

Estas investigaciones han permitido también confirmar que las plagas secundarias, como mosca de la fruta y mosca del cogollo, aunque producen sintomatologías de daño severo, no causan pérdidas significativas en la producción.

El presente trabajo discute esos resultados y analiza las posibles causas fisiológicas de dichas reducciones. Se ha hecho

1. Este documento contiene información publicada en las Memorias del XXVII Congreso de SOCOLEN.

* Ph.D., Entomología, Líder de la Unidad de Manejo Integrado de Plagas (MIP), Proyecto Yuca, CIAT, Cali, Colombia. E-mail: a.bellotti@cgiar.org

** M.Sc., Producción Vegetal, Asociado de Investigación de la Unidad de MIP, Proyecto Yuca, CIAT. E-mail: b.arias@hotmail.com

*** M.Sc., Entomología. FEDEARROZ (Carrera 100 no. 47-55), Bogotá, D.C. Colombia. Tel.: 1-2139850.

ψ M.Sc., Entomología, Universidad de Florida, Homestead, FL 33031, USA. E-mail: jepe@mail.ifas.ufl.edu

énfasis en el daño de las plagas, aunque también se presentan algunos resultados sobre las pérdidas causadas por mala calidad del material de plantación. Se hace una comparación entre plagas que defolian o producen algún daño por un período corto (gusano cachón, mosca de la fruta, mosca del cogollo), aquellas que atacan la planta por un largo período (ácaros, trips, moscas blancas, escamas) y aquellas que atacan directamente la raíz.

Distribución de las Plagas Importantes

La mayor diversidad de la especie *Manihot esculenta* ocurre en las Américas (Bellotti y Schoonhoven, 1977; Bellotti, 1978), centro de origen del cultivo. Entre las plagas de la yuca mayormente reportadas, y sólo en las Américas, figuran el gusano cachón, *Erinnyis ello* (L); los trips: *Frankliniella williamsi* Hood, *Scyrtotrips manihoti*; los chinches de encaje: *Vatiga manihotae* Drake, *V. illudens* Drake y *Amblistira machalana*; las moscas blancas: *Aleurotrachelus socialis* Bondar *Bemisia tuberculata*, *Trialeurodes variabilis*; y las moscas de la fruta, *Anastrepha pickeli* Costa Lima. Ninguna de las plagas mencionadas anteriormente ha sido reportada en Asia y Africa.

Hasta ahora, unas pocas plagas específicas de la yuca han sido diseminadas a otras áreas. Hace más de 20 años, sin embargo, dos plagas importantes, el ácaro verde (*Mononychellus tanajoa* Bondar) y el piojo harinoso (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero), fueron introducidos accidentalmente en Africa, donde han sido reportados como autores de serias pérdidas en rendimiento (Nyiira, 1976; Leuschne y Nwanze, 1978). El piojo harinoso tiene altos niveles de control natural en las Américas, razón por la cual no está reportado allí como causante de reducciones mayores en el rendimiento.

La escama blanca, *Aonidomytilus albus* Cockerell, se encuentra en casi todas las regiones yuqueras del mundo y puede causar pérdidas en el material de 'siembra', ya que reduce la 'germinación' de las estacas y, por consiguiente, disminuye los rendimientos.

Relación entre Daño de Plagas y Pérdida de Rendimiento

Los daños que sufre la yuca son usualmente indirectos debido a que la mayoría de los artrópodos plaga se alimentan de las hojas o las estacas, reduciendo así el área foliar, la longevidad y el porcentaje de fotosíntesis. Estudios de campo indican que las plagas que atacan el cultivo en períodos prolongados (3 a 6 meses), como ácaros, piojo harinoso, trips, moscas blancas y chinche de encaje, pueden causar severas reducciones en el rendimiento de las raíces porque se alimentan de los fluidos celulares de las hojas y causan, en consecuencia, una reducción fotosintética (Cuadro 11-1). Muchos ataques pueden inducir una caída prematura de las hojas y la muerte del meristema apical (Bellotti, 2000).

El potencial de reducción del rendimiento que tienen estas plagas es mayor que el de las plagas cíclicas, como el gusano cachón de la yuca y las hormigas cortadoras de hojas, las cuales causan defoliaciones esporádicas. Ahora bien, estas plagas tan visibles incitan usualmente a los agricultores a hacer aplicaciones de insecticidas (Bellotti, 2000).

La chinche subterránea (*C. bergi*; Hemiptera: Cydnidae) es una de las pocas plagas que dañan directamente las raíces de la yuca. La penetración del estilete en la raíz durante su alimentación permite la penetración de hongos patógenos que reducen la calidad de las raíces (García y Bellotti, 1980). Larvas de ciempiés y termitas, ocasionalmente son reportadas alimentándose de las raíces; sin embargo, éstas también pueden ser plagas secundarias que causan daño y pérdidas en las raíces (Bellotti, 2000).

Bases Biológicas y Fisiológicas de las Pérdidas de Rendimiento

Las bases fisiológicas que explican las pérdidas en rendimiento de yuca, ocasionadas por insectos y ácaros plaga, han sido exploradas por Cock (1978), quien establece que la yuca puede ser más tolerante al ataque de plagas que otros cultivos, debido a la falta de períodos críticos en la producción. Una vez establecida la planta, el crecimiento de ésta puede determinarse

Cuadro 11-1. Pérdidas en rendimiento causadas por las plagas principales de la yuca.

Plaga	Pérdidas en rendimiento	Referencias
Gusano cachón (<i>Erinnyis ello</i>)	En campos de agricultores, los ataques naturales resultaron en pérdidas de 18%. Estudios con daños simulados dieron pérdidas de 0% a 64%, dependiendo del número de ataques, la edad de la planta y la fertilidad del suelo.	Arias y Bellotti, 1984; Bellotti et al., 1992.
Acaros (<i>Mononychellus tanajoa</i>)	21%, 25% y 53% de pérdida de rendimiento con ataques de duración de 3, 4 y 6 meses. 73% para cultivares susceptibles vs. 15% para cultivares resistentes; 13% a 80% en Africa.	Bellotti et al., 1983b; Byrne et al., 1982; Herren y Neuenschwander, 1991.
Moscas blancas (<i>Aleurotrachelus socialis</i>)	1, 6 y 11 meses de duración del ataque resultaron en 5%, 42% y 79% de pérdidas, respectivamente, en ensayos de campo en Tolima, Colombia.	Bellotti et al., 1983b; 1999; Vargas y Bellotti, 1981.
Piojos harinosos (<i>Phenacoccus herreni</i> , <i>P. manihoti</i>)	68% a 88% dependiendo de la susceptibilidad del cultivar (en Colombia); Hasta 80% registraron los agricultores en Brasil. En Africa se han reportado pérdidas de 80%.	Bellotti et al., 1999; Vargas y Bellotti, 1984; Herren y Neuenschwander, 1991.
Chinche subterráneo (<i>Cyrtomenus bergi</i>)	Lesiones pardo oscuras a negras hacen las raíces inaceptables comercialmente. Más de 50% de reducción en contenido de almidón de las raíces.	Arias y Bellotti, 1985; Bellotti et al., 1999.
Chinche de encaje (<i>Vatiga manihotae</i> , <i>Amblystira machalana</i>)	Ensayos de campo con <i>A. machalana</i> y <i>V. manihoti</i> resultaron en pérdidas en rendimiento del 39%.	CIAT, 1990.
Barrenadores del tallo (<i>Chilomima clarkii</i>)	En Colombia, las pérdidas en rendimiento de las raíces van de 45% a 62% cuando el número de tallos partidos es superior al 35%.	Lohr, 1983.
Trips (<i>Frankliniella williamsi</i>)	En cultivares susceptibles (sin pubescencia en las yemas y hojas apicales), el rendimiento baja de 17% a 25% o más.	Schoonhoven, 1974; Bellotti y Schoonhoven, 1978b.

FUENTE: Bellotti, 2000.

completamente en casi cualquier estado de desarrollo sin afectar los órganos en formación responsables del rendimiento, o sea, el engrosamiento de las raíces. Las plagas pueden causar daño a la yuca por reducción del área foliar y de la tasa fotosintética, lo que resulta en disminución del rendimiento; por ataque a los tallos, la planta se debilita e inhibe el transporte de nutrientes; y por ataque al material de siembra de estas plantas se afectan los rendimientos. Por ataque directo a la raíz se causa un efecto cosmético (viruela de la yuca) que, aunque no afecta el rendimiento, el producto no es aceptado en los mercados de consumo fresco e industrial. Los insectos tierreros que atacan las estacas producen heridas o huecos, a través de los cuales los patógenos del suelo pueden entrar; dichos

insectos también pueden destruir completamente la epidermis o las yemas de las estacas. Otros insectos cortan las raíces o los cogollos de las estacas recién germinadas.

En general, los artrópodos plaga son más dañinos para el cultivo durante las épocas secas que en épocas de lluvia marcada (Bellotti et al., 1999). La planta de yuca está bien adaptada a largos períodos de sequía y responde a cortas épocas de lluvias gracias a que reduce la evapotranspiración de las hojas cerrando los estomas parcialmente; de este modo incrementa eficientemente el uso del agua (Cock et al., 1985; El-Sharkawy et al., 1992). En plantas con estrés hídrico, tanto la acelerada caída de las hojas viejas y la notable pérdida de su actividad fotosintética, permiten que las hojas jóvenes

jueguen un papel clave en la obtención del carbono para la planta. Puesto que varias plagas tienen preferencia por las hojas jóvenes de la parte apical, las épocas secas tienden a causar grandes pérdidas de rendimiento en la yuca. Una vez el cultivo entra en un ciclo húmedo (lluvia o irrigación), rebrotan hojas nuevas en la parte apical aumentando así el porcentaje fotosintético; esto representa un potencial para recuperarse y compensar las pérdidas de rendimiento que se produjeron en la estación seca y por el ataque de la plaga (Bellotti, 2000).

Plagas que Causan Daño Económico

Acaros

Los ácaros son una de las plagas más serias de la yuca en el mundo. Las especies de mayor importancia económica están representadas por *Mononychellus tanajoa* (Bondar), *Tetranychus urticae* Koch y *Oligonychus peruvianus* (McGregor). Una descripción detallada del daño causado por ellos fue presentada por Bellotti y Schoonhoven (1977; 1978b). Los ácaros causan daño principalmente durante la época de verano, ya que estas condiciones ambientales son favorables para su desarrollo y permiten que la población alcance niveles altos. La duración del ataque depende de la duración de la época de verano y de la cantidad de alimento disponible. La continua alimentación de los ácaros puede conducir a la defoliación y entonces la tasa fotosintética se reduce. Cock (1978) y Nyiira (1976) reportan pérdidas en rendimiento hasta de 46% causadas por *M. tanajoa* en parcelas experimentales en Uganda.

De cuatro especies de ácaros (*M. tanajoa*, *M. macgregori* (Flechtmann y Baker), *T. urticae* y *O. peruvianus*), se determinó el efecto que causan sobre el rendimiento. Dependiendo de la

edad de la planta y de la duración del ataque, el rendimiento se redujo entre 21% y 53% en el CIAT (Cuadro 11-2). Un ataque de 3 meses redujo el rendimiento en 21%; un ataque de 4 meses, en 25%, y uno de 6 meses, en 53%. Como resultado del daño hubo necrosis y caída de las hojas inferiores, pero no ocurrió defoliación completa.

En la costa atlántica, Byrne (1980) halló que el daño prolongado que los ácaros (p. ej., *Mononychellus* sp.) causan a las variedades susceptibles o resistentes tiene un efecto diferencial en el tamaño de las hojas, en la tasa de formación de hojas, en el peso de la planta y en su rendimiento de raíces; ese efecto oscila entre 43% y 87%, con promedios de 73% para variedades susceptibles y 16% para las resistentes. La producción de 'semilla' vegetativa (estacas) se redujo en 67% para las variedades susceptibles y en 16% para las resistentes.

Trips

Los trips son plagas de la yuca, principalmente en las Américas. Sus ataques son más frecuentes durante la época de verano, pero las plantas se recuperan con el inicio de la época de lluvias. *Frankliniella williamsi* y *Scyrtotrips manihoti* parecen ser las especies de mayor importancia económica. El insecto ataca los puntos terminales de las plantas; las hojas no se desarrollan normalmente; los folíolos se deforman y presentan hendiduras profundas desde los bordes hasta las nervaduras centrales de las hojas, y manchas cloróticas irregulares. Los cogollos pueden morir, con lo cual se destruye la dominancia apical, lo que permite el desarrollo de los brotes laterales; éstos, a su turno, también pueden ser atacados, dando una apariencia de escoba de bruja (Bellotti y Schoonhoven, 1977). El ataque de trips no tiene como resultado la defoliación, aunque sí la reducción del área fotosintética.

Cuadro 11-2. Efecto de la población de los ácaros *Mononychellus* spp., *Oligonychus peruvianus* y *Tetranychus urticae* en el rendimiento de la yuca (var. MCOL 22) haciendo infestaciones artificiales de *T. urticae*.

Número de siembra (no.)	Infestaciones artificiales	Edad de la planta (meses)	Duración de la infestación (meses)	Producción (t/ha)		Acaros (no./hoja)		Pérdida rendimiento (%)
				Tratado	No tratado	Tratado	No tratado	
I	1	6	3	110	425	21.8	17.3	21
II	2	4 y 10	4	77	349	16.4	12.3	25
III	3	2 y 8	6	60	263	27.9	13.1	53

La especie *Corinotrips stenopterus* prefiere atacar las partes media y baja de las plantas y no afecta dominancia apical; por lo tanto, su importancia es secundaria.

En el CIAT, el rendimiento por el ataque de trips se redujo entre 5.6% y 28.4%, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad (Schoonhoven y Peña, 1976; 1978). A consecuencia de un ataque de trips que duró cerca de 3 meses, la reducción promedio para ocho variedades fue de 17.2%.

Variedades altamente susceptibles, como la Chiroza gallinaza, pueden ser totalmente destruidas por los trips en ecosistemas como el del CIAT (Valle del Cauca) y Santander de Quilichao (norte del departamento del Cauca), donde tienen que ser asperjadas continuamente con insecticidas para poder desarrollarse. En ecosistemas como el del departamento del Quindío, aunque es atacada la variedad por los trips, el efecto de la plaga no es significativo en el rendimiento (Bernardo Arias, observaciones personales).

Insectos escamas

Han sido identificadas varias especies de escamas que atacan tallos y ramas de la yuca en muchas regiones de las Américas, Asia y Africa (Bellotti y Schoonhoven, 1978b). La especie más importante y universal es *Aonidomytilus albus*.

Las hojas de las ramas se tornan amarillas y caen; en ataques severos a plantas jóvenes, cuando el tallo es invadido, ocurre achaparramiento de la planta, el terminal puede morir y los tallos se pueden secar causando la muerte de la planta. Las escamas pueden estar presentes durante todo el año, pero sus ataques son más severos durante la época de verano; esto agrava las cosas por la intensidad de la sequía. Aunque el mayor daño producido por el ataque de escamas parece ser la pérdida del material de siembra, estudios hechos en el CIAT han mostrado una reducción en rendimiento cuando las poblaciones de escamas son continuamente altas. En una evaluación se usó un sistema de clasificación así:

0 = para plantas con considerable follaje y la ausencia de escamas o presencia de unas pocas en los tallos;

1 = reducción en el follaje y escamas que cubren menos del 50% de la superficie del tallo;

2 = severa defoliación, muerte de terminales y escamas que cubren completamente la superficie del tallo.

Se cosecharon 100 plantas correspondientes a cada grado de daño y se tomó el peso de las raíces. Los daños se correlacionaron con las reducciones en el rendimiento. Según los resultados, ocurrió una pérdida en rendimiento de 4% para las plantas de grado 1, y de 19% para aquellas de grado 2; esto último representa una pérdida de 3 t/ha.

Las otras especies, como la escama negra, *Saissetia miranda*, la escama gris, *Hemiberlesia diffinis* y *Ceroplastes* sp. no tienen importancia económica, pues se presentan esporádicamente en plantas viejas, y de manera aislada. *Saissetia miranda* es controlada eficientemente en forma natural, por un abundante control biológico.

Mosca blanca

En el cultivo de la yuca se han determinado varias especies de mosca blanca, de importancia variable, distribuidas en las Américas, Africa y ciertas partes de Asia.

La familia Aleyrodidae cuenta con 126 géneros que comprenden 1156 especies, de las cuales las más importantes en el cultivo de la yuca son: *Aleurotrachelus socialis* Bondar, *Bemisia tuberculata* y *Trialeurodes variabilis*, en Colombia; *Aleurothrixus aepim* (Goldi), en Brasil; y *B. tabaci* (Gennadius), en Africa y Asia.

La especie *Bemisia tabaci* (Genn.), que hasta el momento no se ha establecido bien en Colombia, es de particular importancia ya que es el vector de la enfermedad del mosaico africano de la yuca, que se presenta en India y Africa; ha causado pérdidas del rendimiento hasta de 80% en muchos casos.

Estudios recientes realizados por científicos del CNPMF (Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura) con agricultores de Bahía, del nordeste de Brasil, demostraron que altas poblaciones de *A. aepim* pueden causar pérdidas superiores al 40% de la producción de raíces.

En los últimos 6 años de la década de los 90, en Colombia, la especie *A. socialis* ha causado grandes epizootias y alarmó a los agricultores de ciertas regiones del país (norte del departamento del Cauca, sur del Valle del Cauca, Tolima y parte de la Costa Atlántica) (Arias, 1995). Se encuentra en algunas regiones durante todo el año, lo que hace que los agricultores acudan a los pesticidas.

El daño en las variedades susceptibles se manifiesta por un moteado o enrollamiento de las hojas, daño muy similar al del mosaico africano. Puede ocurrir también el amarillamiento de las hojas y la deformación de los terminales de crecimiento; además, se forma fumagina que se desarrolla sobre las excreciones azucaradas del insecto. En infestaciones severas se observa la caída de las hojas bajas.

Vargas y Bellotti (1981) mencionan que antes de 1978 no se tenían registros sobre las pérdidas en rendimiento causadas por la acción de la alimentación de la mosca blanca en el cultivo de la yuca.

Se realizó una evaluación del efecto del ataque de la mosca blanca en tres variedades de yuca (CMC 57, CMC 40 y MMEX 59), las cuales fueron tratadas con monocrotofos cada 10 días hasta la época de la cosecha. Las poblaciones de mosca blanca se presentaron durante todo el año. Las plantas tratadas mostraron grados de población y de pupas más bajos y un mayor rendimiento que las plantas no tratadas (Cuadro 11-3).

La reducción en rendimiento fue de 33.6% para MMEX 59, 52.0% para CMC-40, y 76.7% para CMC 57, porcentajes que indican un daño considerable causado al cultivo.

En otro ensayo se permitió que las moscas blancas atacaran la yuca por períodos cada vez más largos, hasta los 11 meses de edad. Se observó una correlación significativa ($r = 0.9$) entre la duración del ataque y la reducción de los rendimientos, y una correlación negativa ($r = 0.8$) entre la duración del ataque y el número de estacas producidas por la planta. El efecto de la duración del ataque fue significativo después del tercer mes de crecimiento de la planta (Cuadro 11-4).

Gusano cachón

Erinnyis ello, en sus estados larvales, es un voraz consumidor de follaje y es considerado, generalmente, como una de las plagas más importantes de la yuca en las Américas. Su habilidad para causar una rápida defoliación en las plantaciones, causa alarma entre los cultivadores de yuca.

Los estados larvales (cinco instares) duran aproximadamente 15 días, tiempo durante el cual consume 1107 cm² de área foliar; sin embargo, 75% de esta área es consumida durante el último instar, el cual ocurre en un período de 3 a 4 días.

En un cultivo comercial de Colombia, sembrado con la variedad Chiroza de alto

Cuadro 11-3. Reducción en rendimiento de tres variedades de yuca por el ataque de la mosca blanca *Aleurotrachelus* sp. en Espinal (Tolima), 1978. Promedio de cuatro repeticiones.

Variedad ^a	Tratadas ^b , T			No tratadas, NT			Pérdida de rend. (%)	Diferencia T/NT (%) por infestación:	
	Rend. (kg/planta)	Infestación		Rend. (kg/planta)	Infestación			En hojas ^c	Con pupas ^d
		En hojas ^c	Con pupas ^d		En hojas	Con pupas ^d			
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)			
MMEX 9	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. ES - Error estándar.

b. Monocrotofos: 1.5 cc i.a./1t agua.

c. Población: % de hojas infestadas por adultos, ninfas, pupas. Grado: 0 = sin infestación; 1 = <20%; 2 = 21% a 40%; 3 = 41% a 60%; 4 = 61% a 80%; 5 = 81% a 100%

d. Pupas/hoja. Grado: 0 = sin pupas; 1 = <5; 2 = 6 a 10; 3 = 11 a 25; 4 = 26 a 50; 5 = >51.

Cuadro 11-4. 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 (meses)	Aplicaciones de insecticida ¹ (no.)	Rendimiento de raíces frescas ² (t/ha)	Reducción en rendimiento (%)	Contenido de almidón ¹
0	22	42.1 a		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	27.7 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. Dimetoato 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 de 95%.

potencial de rendimiento, se presentó un ataque muy severo; cuatro parcelas completamente defoliadas fueron comparadas con un igual número de plantas sin ataque. Las plantas tenían 3 meses de edad cuando ocurrió el ataque, siendo éstas cosechadas a los 12 meses de edad del cultivo. El rendimiento promedio de las plantas no atacadas fue de 4.58 kg/planta, mientras que las defoliadas rindieron 3.75 kg/planta. Este 18% de pérdida fue equivalente a 6 t/ha en esa finca.

Teniendo en cuenta que la intensidad del ataque puede ser severa en cualquier edad del cultivo, el efecto en la producción varía según la edad de la planta, el número de ataques, el tipo de suelo y el ecosistema donde se esté desarrollando el cultivo. Investigaciones recientes realizadas por el CIAT con defoliaciones de 100% en las localidades de Santander de Quilichao (Cauca), de suelo pobre, y CIAT-Palmira, de suelo fértil, han mostrado que las pérdidas de rendimiento pueden llegar a ser hasta 64% con dos ataques continuos, y hasta 46% con un solo daño en suelo pobre. En suelo fértil, estas pérdidas pueden alcanzar hasta 47% ó 25.5% cuando hay dos ataques o uno solo, respectivamente (Arias y Bellotti, 1984).

En ataques severos también es afectada la producción de material de siembra hasta el 72%, cuando hay dos daños en el primero y segundo meses de edad, y hasta 62% cuando hay un solo

daño en el primer mes de edad de las plantas (Arias y Bellotti, 1984).

Piojo harinoso

Los piojos harinosos de la yuca constituyen una de sus peores plagas en el mundo, y causan serios daños al cultivo en América y África. Las especies principales que atacan la yuca son *Phenacoccus herreni* y *P. manihoti* Matile-Ferro. Ambas especies están presentes en América. En África, únicamente *P. manihoti* causa pérdidas económicas.

Los piojos harinosos atacan tanto el tallo como las hojas de la yuca. *Phenacoccus herreni* y *P. manihoti* se ubican de preferencia en los cogollos de la planta, produciendo deformación y entorchamiento, tanto de las hojas como del cogollo, dando a éste una apariencia de roseta. En ataques severos, estos cogollos se llenan de fumagina y finalmente se secan. En ataques tempranos, las plantas se quedan enanas, lo que afecta severamente la producción de raíces.

Ensayos de rendimiento hechos en el CIAT con las variedades MCOL 22 y CMC 40, tuvieron pérdidas de rendimiento del orden de 88.3% y 67.9%, respectivamente. La altura de planta se redujo hasta un 33%, lo cual repercute en el número y calidad de las estacas. Según la variedad, la pérdida de material de siembra (estacas) puede ser hasta un 74% (Vargas y Bellotti, 1984).

Mosca de la fruta

Las moscas de la fruta, *Anastrepha pickeli* y *A. manihoti*, fueron originalmente reportadas porque atacaban el fruto, parte de la planta en que no causan daño económico.

Sin embargo, en ausencia de frutos en los cultivos jóvenes, los adultos depositan los huevos en las partes apicales tiernas de los tallos en crecimiento, y la larva inicia su daño como barrenador. Además, un patógeno bacterial (*Erwinia carotovora* var. *carotovora*) frecuentemente se encuentra en asociación con la larva, y puede causar pudrición en los tejidos del tallo. Ataques severos pueden causar retardo y muerte de las yemas terminales en crecimiento, lo que retrasa el crecimiento de la planta y favorece el desarrollo de las yemas laterales (Bellotti y Peña, 1978).

Esto muestra que las plantas de yuca pueden recuperarse rápidamente del daño causado por la mosca de la fruta, cuando existe una buena distribución de las lluvias. Plantas que estaban severamente atacadas cuando tenían 3 meses de edad fueron comparadas con plantas sanas durante un período de 6 meses. Las medidas de altura de las plantas mostraron que a los 5 meses las plantas atacadas crecieron poco (CIAT, 1977). No hubo diferencia significativa en rendimiento entre plantas atacadas y no atacadas; sin embargo, hubo considerable diferencia en la calidad de las estacas (CIAT, datos no publicados). Las parcelas tratadas produjeron entre 40% y 50% más estacas de buena calidad que las no tratadas.

Mosca del cogollo

El daño causado por la mosca del cogollo ha sido observado en la mayoría de las regiones yuqueras de las Américas, pero no ha sido reportado en Africa ni en Asia.

Algunas especies de *Lochaetidae* han sido descritas, pero *Silba pendula* (Bezi) y *Lonchaea chalibea* Wiedemann, son las más importantes (Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b). El estado larval puede durar de 20 a 25 días, dependiendo de la temperatura (Bellotti y Schoonhoven, 1978b; Waddil, 1978); por tanto, la duración del ataque es relativamente corta. Sin embargo, pueden ocurrir ataques sucesivos.

El daño debido a la alimentación de la larva se manifiesta por un exudado de color blanco a café, que fluye de las yemas terminales, las cuales finalmente mueren. Eso retarda el crecimiento de la planta, y la dominancia apical se rompe e induce la germinación de las yemas laterales, las cuales pueden ser también atacadas. Estudios realizados en Costa Rica (Saunders, 1978), en Florida (Waddil, 1978) y en el CIAT (1975) han demostrado que no hay pérdida en el rendimiento causada por el ataque.

Arias y Bellotti (1982) hicieron investigaciones con daño simulado en 100% de los cogollos y con daños continuos desde 1 a 5 meses en el clon MCOL 22 y a diferentes edades del cultivo; obtuvieron en ellas resultados similares a los observados en Costa Rica. Los resultados indicaron que no existe un período crítico en el ataque de la plaga desde el punto de vista del rendimiento. Sin embargo, en la producción de material de siembra se encontró que los ataques en el primero y segundo meses disminuyen la calidad de las estacas usadas para la plantación entre 51% y 71%.

Barrenadores del tallo

Un complejo de artrópodos barrenadores del tallo que comprende especies de coleópteros y lepidópteros se alimentan del interior del tallo de la yuca causando daños a la planta (Bellotti, 2000).

Lagochirus spp.

El "escarabajo de antenas largas" se encuentra en todo el mundo; su ataque no causa daños severos al cultivo en el campo. Los barrenadores son mucho más importantes en el neotrópico, especialmente en Colombia, Venezuela y Brasil. Siete especies de *Coelosternus* (Coleoptera: Curculionidae) han sido reportadas porque reducen el rendimiento de la yuca y la calidad del material de siembra en Brasil; sin embargo, estos daños suelen ser esporádicos y no traen consigo una reducción significativa del rendimiento (Bellotti, 2000).

Chilomima clarkei

La población de este barrenador (Lepidoptera: Pyralidae) se ha incrementado drásticamente en Colombia y Venezuela en los últimos años y es actualmente la plaga más

importante de la yuca (Vides et al., 1996). Las hembras ovipositan en la noche sobre el tallo (más de 200 huevos), generalmente cerca del nudo o de la yema. El estado de huevo dura 6 días, aproximadamente, a 28 °C. Después de la incubación, el primer instar larval se alimenta de la corteza o epidermis del tallo; estas larvas son muy móviles y se sitúan generalmente cerca de las yemas axilares, donde tejen una cápsula protectora hasta el quinto instar, el cual penetra en el tallo y allí completa su ciclo hasta la emergencia del adulto (Lohr, 1983). Los estados larvales duran de 32 a 64 días (Bellotti, 2000).

La población de *C. clarkei* se puede presentar todo el año, pero es mayor durante la época de lluvias. Al aumentar la plaga y el daño, el control se hará más difícil. Cuando el insecto hace un gran número de perforaciones en el tallo, éste se fractura (más de 20 perforaciones por rama); así se reduce la calidad y la cantidad del material de siembra. Las observaciones de campo indican que las plantas atacadas con más del 35% de ramas partidas sufren una reducción significativa en el rendimiento de raíces (45% a 62%) (Lohr, 1983). En la costa caribe colombiana, el 85% de yuca sembrada está atacada por *C. clarkei* (Vides et al., 1996).

La movilidad de los instares larvales iniciales los hace vulnerables y pueden ser controlados con *Bacillus thuringiensis*. Dado su incremento generacional, serán necesarias varias aplicaciones y, por ello, mayor costo de producción. La investigación en el campo (Gold et al., 1990) indica que la rotación con maíz reduce la población de barrenadores hasta la cosecha del maíz (Bellotti, 2000).

En el CIAT se investiga la introducción en la yuca de genes de resistencia a insectos con *B. thuringiensis* empleando *Agrobacterium*; se están manejando tejidos embrionarios de yuca para desarrollar cultivares resistentes a *C. clarkei*. Los resultados iniciales son promisorios (CIAT, 1999; adaptado de Bellotti, 2000).

Termitas o comejenes

En Colombia se ha identificado a *Heterotermes tenuis* (Hagen) como la especie más importante, determinada por Nikete en 1984. En la década de los 80, el CIAT evaluó la importancia de esta plaga en la costa atlántica y encontró que puede

ocasionar pérdidas de material de siembra almacenado, entre 46% y 100%, cuando no se protege el cultivo; en el campo, la producción puede disminuir en 40%. En estos estudios se encontró que no existe una relación directa entre el porcentaje de plantas atacadas en el cuello de la raíz (tocón) y el porcentaje de raíces dañadas, ya que en 30 tratamientos realizados, el porcentaje de plantas atacadas fue alto (64% a 95%) al año de cosecha; sin embargo, el porcentaje de raíces dañadas fue bajo (0% a 1.7%) (Arias et al., 1979). Cuando se evaluaron cultivares introducidos (foráneos), el promedio de daño en raíces aumentó entre 16.5% (ensayo de ecosistemas) y 25.5% (ensayo de complejo de plagas).

Las termitas penetran en la raíz por puntos de éstas que han sufrido heridas o se han rajado por efectos del clima en el suelo; forman galerías en la raíz, las cuales llenan con arena en el parénquima.

Chinche de la viruela de la yuca

Es otra plaga que ataca la raíz, pero su efecto no recae directamente en el rendimiento de raíces, sino más bien en la calidad culinaria y comercial de las mismas. Esta chinche es de la familia Cydnidae que, con su estilete (pico), se alimenta de la raíz, atravesando la cáscara de la yuca hasta llegar al parénquima. Al pelar las raíces afectadas, se observa en su superficie una serie de puntos o manchas pequeñas de color que varía entre marrón claro a oscuro o casi negro, por lo cual se le ha dado el nombre de viruela de la yuca a este daño. Estas puntuaciones corresponden a patógenos (hongos) del suelo, que penetran por las heridas. En estas condiciones, las raíces son rechazadas por los comerciantes y consumidores, lo que obliga al agricultor a quedarse con la producción y sufrir las consiguientes pérdidas económicas. Estas raíces, por lo regular, son arrojadas a los animales en la finca. Los ensayos hechos en el CIAT han mostrado que la producción de almidón se puede afectar hasta 50%, dependiendo de la magnitud del ataque.

Otras plagas

Aunque hay muchas otras plagas que atacan la yuca, se dispone de pocos datos (o de ninguno) concernientes a su efecto sobre el rendimiento (Cuadro 11-5). Muchos insectos atacan el

Cuadro 11-5. Plagas ocasionales y esporádicas o de menos importancia para el cultivo de la yuca.

Nombre común	Especies importantes	Región	Tipo de daño/sintomas	Pérdidas en rendimiento reportadas	Estrategia de control	Referencias
Escamas	<i>Anidomytilus albus</i> , <i>Saissetia miranda</i>	Américas, África, Asia, casi todas las zonas de yuca	Atacan el tallo y las hojas; inducen amarillamiento y caída de hojas; las plantas pueden secarse y morir. Uso de estacas atacadas reduce 'germinación'	<20% en rendimiento de raíces frescas; 50% a 60% pérdida en estacas	Destruir ramas infestadas; se usan solamente estacas sanas, sin escamas. Tratamiento de estacas con malatión	Bellotti y Schoonhoven, 1978; Frison y Felu, 1991
Mosca de las frutas	<i>Anastrepha picketi</i> , <i>Anastrepha manihoti</i>	Américas, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Brasil, Perú	Barrena la fruta (semilla) y el tallo apical. Destruye fruta y baja la calidad de estacas, pero normalmente no causa daño económico	0% a 30% cuando se usan los tallos infestados para material de siembra	No usar estacas dañadas	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Lozano et al., 1981; Peña y Waddill, 1982
Moscas del cogollo	<i>Neosilba perezii</i> , <i>Silba pendula</i>	Casi en todas las Américas	Larvas matan la yema apical, retardan el crecimiento de plantas e inducen la emisión de retoños	No se reportan pérdidas en el rendimiento; reduce la calidad de estacas	No se requiere	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Lozano et al., 1981; Arias y Bellotti, 1982
Mosca de la agalla	<i>Jatrophia</i> (<i>Eudiptosis</i>) <i>brasiliensis</i>	Todas las Américas	Agallas de color amarillo-verdoso a rojo formadas sobre el haz foliar	No hay pérdidas reportadas	No se requiere	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Lozano et al., 1981; Samways, 1980
Chizas blancas	<i>Phyllophaga</i> spp., <i>Leucopholis rorida</i> , varias otras	Américas, Asia, África	Se alimentan de las estacas y raíces; puede causar mortalidad de las plántulas	Hasta 95% de pérdidas en germinación	Aplicación de plaguicida en el suelo al momento de la siembra	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Peña y Waddill, 1982

(Continúa)

Cuadro 11-5. Continuación.

Nombre común	Especies importantes	Región	Tipo de daño/síntomas	Pérdidas en rendimiento reportadas	Estrategia de control	Referencias
Comejenes	<i>Coptotermes volitkevi</i> , <i>Coptotermes paradoxus</i> <i>Heterotermes tenuis</i>	Todas las regiones	Se alimentan de estacas, raíces, plántulas y tallos y pueden causar secamiento o muerte de plantas	46% a 100% de pérdida en estacas. Hasta 25.6% de pérdida de raíces en clones introducidos a la costa atlántica	Tratamiento de estacas con plaguicida. Mantener campos limpios.	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; CIAT, 1984; Arias et al., 1979; Lal y Pillai, 1981; Lozano et al., 1981
Barrenadores	<i>Lagochirus</i> sp.	Todas las regiones	Hacen túneles en los tallos, se parten los tallos	No se reportan pérdidas	Selección de estacas sanas	Villegas y Bellotti, 1985
	<i>Coelosternus</i> spp.	Américas, especialmente Brasil	Túneles en los tallos y ramas, se parten los tallos	No se reportan pérdidas	Selección de estacas sanas. Mantener campos limpios. Destruir tallos infestados	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Samways, 1980
Hormigas cortadoras de hojas	<i>Atta</i> spp., <i>Acromyrmex</i> spp.	Américas	Defoliación de plantas	No se reportan pérdidas	Fumigación de los nidos, cebos tóxicos	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Samways, 1980
Salta hojas	<i>Zonocerus elegans</i> , <i>Zonocerus variegatus</i>	Principalmente África, ocasionalmente las Américas	Defoliación de hojas y daño al corte de tallos y ramas	No reportadas	El uso de entomopatógenos está siendo evaluado	Bellotti y Riis, 1994; Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Lomer et al., 1990; Modder, 1994
Gusanos trozadores	<i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Prodenia eridania</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i>	Principalmente las Américas	Se alimentan de la parte basal del tallo, comen las yemas y la corteza de las estacas y las raíces	Pérdidas de 'germinación' de estacas, muerte de plántulas	Cebos tóxicos al momento de 'siembra',	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b

FUENTE: Bellotti, 2000.

material de siembra causando pérdida en la germinación, lo cual puede reducir el rendimiento si muchas plantas son destruidas (30%). Entre estas plagas hay chizas [*Phyllophaga* sp., *Leucopholis rorida* (Fabricius)], tierreros [*Prodenia* spp., *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera frugiperda* (Hufnager) y *Lagochirus* spp.]. Entre las plagas que atacan el follaje están las hormigas, las chinches de encaje (*Vatiga manihotae*, *V. illudens*) y los saltamontes.

Discusión

La yuca es un cultivo cuyo período vegetativo, que es largo, tarda de 8 a 24 meses según la variedad y las condiciones ambientales. Es un cultivo con un nivel de daño económico alto: las variedades vigorosas pueden perder bastante follaje (40% o más), y hay períodos en que la planta puede tolerar una defoliación más alta sin sufrir una reducción significativa en el rendimiento. Estos dos factores son importantes en la relación entre daño de plagas y reducción del rendimiento en yuca. El período vegetativo largo expone las plantas al ataque continuo de un grupo de plagas que causan diferentes tipos de daño. Los ataques más severos generalmente ocurren en la época de verano, cuando el daño de la plaga se combina con la intensidad de la sequía. Aunque hay plagas que atacan el cultivo durante la época de lluvias, en este período la planta se recupera generalmente y tiene un crecimiento vigoroso.

Los experimentos presentados en esta obra muestran que algunos artrópodos plaga reducen

los rendimientos (Cuadro 11-4). La magnitud de la reducción está influida por las condiciones ambientales, la fertilidad del suelo, la edad de la planta, el tipo de daño y la duración del ataque.

Las plagas que atacan la parte aérea de la planta por un período prolongado reducen más el rendimiento que aquellas que la defolían o dañan por un período corto (Cuadro 11-6). Basándose en datos de campo y simulación en el computador, Cock (1978) dice que "pérdidas relativamente menores en rendimiento son el resultado de una pequeña disminución en el área foliar". En cambio, cuando el rendimiento está severamente reducido, las causas se relacionan con dos fenómenos:

- la longevidad de la hoja se redujo;
- la tasa fotosintética se redujo;

Los resultados de los experimentos presentados tienden a sustentar estas conclusiones.

- Los ataques por plagas como la mosca de la fruta y la mosca del cogollo, las cuales destruyen partes apicales de la planta pero tienen poco efecto en la tasa fotosintética, no resultan en pérdidas del rendimiento (Cuadro 11-5).
- El daño por gusano cachón (consumo de follaje) reduce el área foliar, pero como el ataque ocurre por un tiempo breve, la planta produce nuevo follaje (Figura 11-1).
- La tasa fotosintética se interrumpió artificialmente por un breve período

Cuadro 11-6. Pérdidas de rendimiento del cultivo de yuca por insectos y ácaros, según la duración del ataque.

Plaga o simulación	Tipo de ataque	Duración	Reducción del rendimiento (%)
Mosca del cogollo	Destrucción del cogollo	21 días	0
Mosca de la fruta	Ramas taladradas	11 días	0 a 5
Gusano cachón	Consumo foliar		
Defoliación completa	—	15 días	18
Trips	Deformación de hojas	3 meses	17
Escamas	Chupadores de tallos	3 a 4 meses	19
Acaros	Chupadores (reducen fotosíntesis)	3 meses	21
		4 meses	25
		6 meses	53
Mosca blanca	Chupadores (reducen fotosíntesis)	10 meses	76

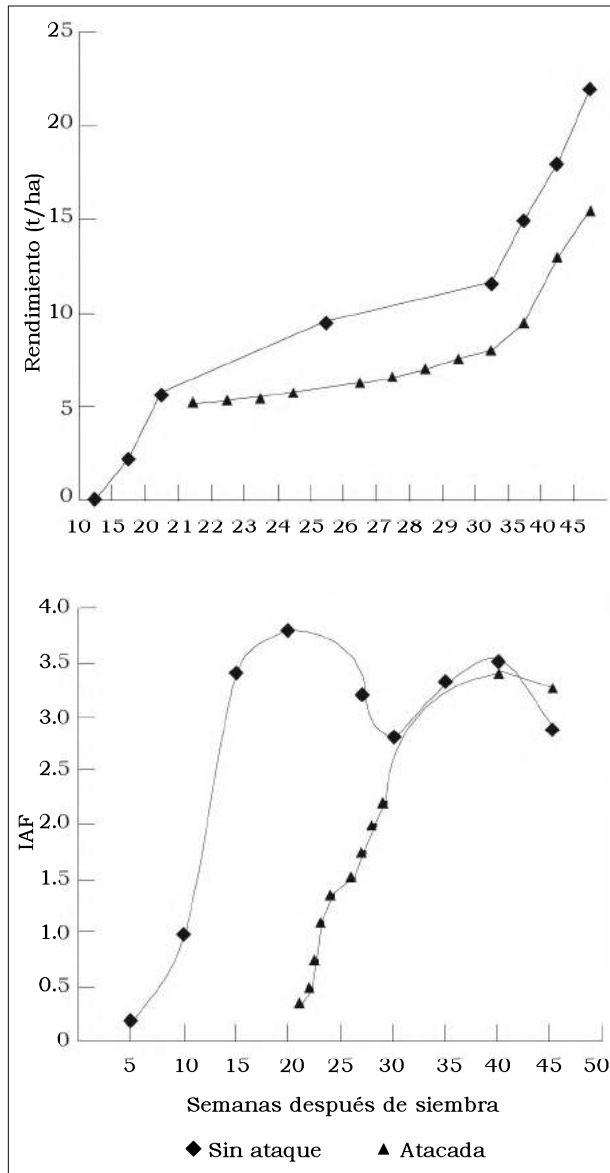


Figura 11-1. Efecto del ataque del gusano cachón en el rendimiento y en el índice de área foliar (IAF) de plantas de yuca, a las 20 semanas de edad del cultivo (datos simulados en computador).

FUENTE: Cock, 1978.

(1 a 2 semanas) en todo el ciclo vegetativo de la planta, en un estudio de campo; su rendimiento fue menor en 18% después del experimento. Esta pérdida (20%) fue predicha por un modelo simulado en computador para este tipo de daño (Cock, 1978).

- Los trips reducen el área foliar por un período aproximado de 3 meses, afectando el rendimiento en 17%.

- Las escamas causan un daño considerable en el tallo principal y en las ramas, debido a su alimentación continua. La pérdida de rendimiento en el CIAT fue de 19%; esto sustenta las conclusiones de Cock en el sentido de que un daño severo causado a los tallos reduce el rendimiento.

El efecto más negativo en el rendimiento parece deberse a la reducción de la tasa fotosintética durante todo el ciclo vegetativo (Cuadro 11-1).

Los ácaros y las moscas blancas atacan el follaje durante largos períodos, en los cuales la tasa fotosintética disminuye (Figura 11-2). Si la duración del ataque aumenta, el rendimiento decrece.

Cock (datos no publicados) sugiere, a partir de su modelo simulado en computador, que 10% de reducción en fotosíntesis en un tipo de planta cercano al ideal (a través de su ciclo vegetativo) resultará en 20% menos de producción de raíces. Parece que la planta es capaz de recuperarse mejor de una rápida defoliación o de la muerte de sus cogollos que de una continua reducción de la tasa fotosintética durante un largo período. En este último caso, plagas como la chinche de encaje y el piojo harinoso podrían causar

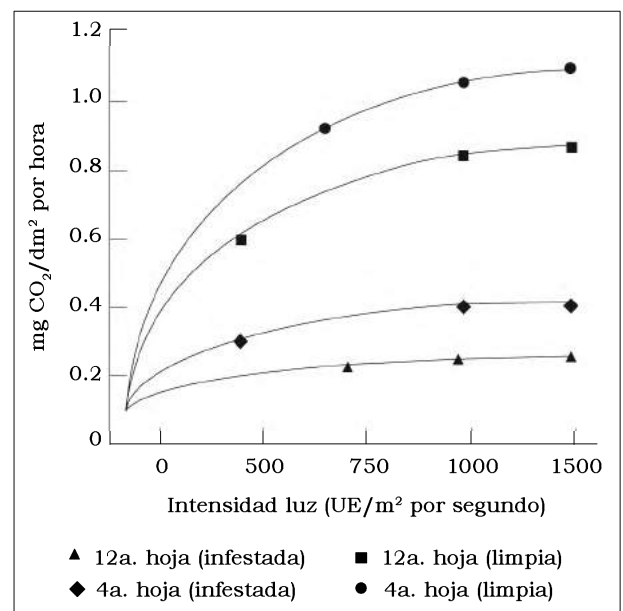


Figura 11-2. Efecto de una alta infestación de ácaros en la tasa fotosintética de MCOL 72 (medida en dos hojas).

FUENTE: Cock, 1978.

pérdidas considerables del rendimiento (Cuadro 11-1), aunque no han sido suficientemente estudiadas. Se sabe, sin embargo, que el piojo harinoso causa hasta 88% de pérdidas en variedades susceptibles (Vargas y Bellotti, 1984).

Conclusiones

Hay suficiente información de campo para demostrar que los ataques de insectos y ácaros pueden reducir drásticamente el rendimiento en yuca. Varios factores parecen influir la relación plaga/cultivo, entre ellos las condiciones ambientales y la fertilidad del suelo. Las lluvias adecuadas permitirán a la planta recuperarse del daño, frecuentemente con una reducción mínima en el rendimiento.

El tipo de daño y la duración del ataque de la plaga también determinan el grado de disminución del rendimiento. Hay pruebas de que las plagas que atacan la planta por un período prolongado (ácaros, mosca blanca, trips y escamas) reducen generalmente más el rendimiento que aquellas que atacan la planta por un corto período (gusano cachón, mosca del cogollo, mosca de la fruta).

El tipo de daño que causa más detrimento es la continua reducción de la tasa fotosintética.

Bibliografía

- 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 (Maestría). Universidad Nacional, sede Palmira, Colombia. 181 p.
- Arias B; Bellotti AC. 1982. Pérdidas en rendimiento (daño simulado) causadas por *Silba pendula* (Bezi) mosca del cogoyo de la yuca. En: Memorias IX Congreso de SOCOLEN. Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), Bogotá D.C., Colombia.
- Arias B; Bellotti AC. 1984. Pérdidas en rendimiento (daño simulado) causadas por *Erinnyis ello* (L.) y niveles críticos de población en diferentes etapas de desarrollo de tres clones de yuca. Revista Colombiana de Entomología 10(3-4):28-35.
- Arias B; Bellotti AC. 1985. Aspectos ecológicos y de manejo de *Cyrtomenus bergi* Froeschner, la chinche de la viruela, en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Colombiana de Entomología 11(2):42-46.
- Arias B; Reyes JA; Bellotti AC. 1979. Tratamiento de estacas de yuca para prevenir ataques de termitas (*Coptotermes* sp.). En: VI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Cali, Colombia. Resúmenes. Cali, Colombia. 29 p.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1977. World distribution, identification and control of cassava pests. En: Symposium of the international society for tropical root crops. 4o. Cali, Colombia, 1976. Proceedings. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá. p. 188-193.
- Bellotti AC. 1978. An overview of cassava entomology. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 29-39.
- Bellotti AC; Peña J. 1978. Studies on the cassava fruit fly, *Anastrepha* spp. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 203-208.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1978a. Mite and insect pests of cassava. Annual Review of Entomology 23:39-67.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1978b. Cassava pests and their control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 71 p.
- Bellotti AC; Vargas O; Peña JE; Arias B. 1983a. Observaciones de los piojos harinosos de la yuca en las Américas; su biología, ecología y enemigos naturales. En: Reyes JA (ed.). Yuca: control integrado de plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 313-339.

- Bellotti AC; Vargas O; Peña JE; Arias B. 1983b. Pérdidas de rendimiento en yuca causadas por insectos y ácaros. En: Domínguez D (ed.). Yuca: Investigación, producción y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 393-407.
- Bellotti AC; Arias B; Guzmán OL. 1992. Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Florida Entomology 75:506-515.
- Bellotti AC; Riiss L. 1994. Cassava cyanogenic potential and resistance to pests and diseases. Acta Horticulturae 375:141-151.
- Bellotti AC; Smith L; Lapointe SL. 1999. Recent advances in cassava pest management. Annual Review of Entomology 44:343-370.
- Bellotti AC. 2000. Las plagas principales del cultivo de la yuca; un panorama global. En: Simposio Avances en el manejo de la yuca. Memorias XXVII Congreso SOCOLEN, Medellín, julio 2000. p. 189-217.
- Braun AR; Bellotti AC; Lozano JC. 1993. Implementation of IPM for small-scale cassava farmers. En: Altieri MA (ed.). Crop protection strategies for subsistence farmers. Westview, Boulder, CO, E.U. p. 103-115.
- Byrne DH. 1980. Studies of resistance to mites *Mononychellus tanajoa* (Bondar) and *Mononychellus caribbeanae* (McGregor) in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis (Ph.D.). Graduate School, Cornell University, Ithaca, NY, E.U. 174 p.
- Byrne DH; Guerrero JM; Bellotti AC; Gracen VE. 1982. Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cassava cultivars under protected vs. infested conditions. Crop Science 22(5/6):486-550.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1975. Annual report 1974. Cali, Colombia. 260 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977. Cassava production systems. En: Annual report 1976. Cali, Colombia. p. B1-B76.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1978. Cassava production systems. En: Annual report 1977. Cali, Colombia. p. C03-C26.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. External program review: Cassava program report. Cali, Colombia. p. 23.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Annual report, Cassava Program 1989. Cali, Colombia. 385 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1999. Annual report: Integrated pest and disease management in major agroecosystems. Cali, Colombia. 136 p.
- Cock JC. 1978. Physiological basis of yield loss in cassava due to pests. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 9-16.
- Cock JH; Porto MCM; El-Sharkawy MA. 1985. Water use efficiency of cassava. III. Influence of air humidity and water stress on gas exchange of field grown cassava. Crop Science 25:265-272.
- El-Sharkawy MA; Hernández ADP; Hershey C. 1992. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress. Experimental Agriculture 28:165-174.
- El-Sharkawy MA. 1993. Drought-tolerant cassava for Africa, Asia, and Latin America. BioScience 43:441-451.
- Frison EA; Feliu E (eds.). 1991. Technical guidelines for the safe movement of cassava germplasm. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Board for Plant Genetic Research (IBPGR), Roma. 48 p.
- García CA; Bellotti AC. 1980. Estudio preliminar de la biología y morfología de *Cyrtomenus bergi* Froeschner, nueva plaga de la yuca. Revista Colombiana de Entomología 6(3-4):55-61.
- Gold CS; Altieri MA; Bellotti AC. 1990. Effects of intercropping and varietal mixtures on the cassava hornworm, *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), and the stemborer, *Chilomima clarkei* (Amsel) (Lepidoptera: Pyralidae), in Colombia. Tropical Pest Management 36(4):362-367.

- Herren HR; Neuenschwander P. 1991. Biological control of cassava pests in Africa. Annual Review of Entomology 36:257-283.
- Lal SS; Pillar KS. 1981. Cassava pest and their control in Southern India. Tropical Pest Management 27(4):480-491.
- Leuschner K; Nwanse K. 1978. Preliminary observations of the mealybug (Homoptera: Pseudococcidae) in Zaire. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 195-198.
- Lohr B. 1983. Biología, ecología, daño económico y control de *Chilomima clarkei*, barrenador de la yuca. En: Reyes JA (ed.). Yuca: Control integrado de plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 159-161.
- Lomer CJ; Bateman RP; Godonou I; Kpindou D; Shah PA. 1990. Field infection of *Zonocerus variegatus* following application of oil based formulation of *Metarhizium flavoviridae* conidia. Biocontrol Science and Technology 3:337-346.
- Lozano JC; Bellotti A; Reyes JA; Howler R; Leihner D. 1981. Field problems in cassava. 2a. ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 205 p.
- Modder WWD. 1994. Control of the variegated grasshopper *Zonocerus variegatus* (L.) on cassava. African Crop Science Journal 2(4):391-406.
- Nyiira ZM. 1976. Advances in research on the economic significance of the green cassava mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) in Uganda. En: International exchange of cassava germplasm in Africa. Proceedings Interdisciplinary Workshop, Idabán, Nigeria, 1975. p. 27-29.
- Peña JE; Waddill V. 1982. Pests of cassava in South Florida. Florida Entomologist 65(1):143-149.
- Samways MJ. 1980. O complexo de artropodas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Lavras, Minas Gerais, Brasil. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 9(1):3-10.
- Saunders JL. 1978. Cassava production and vegetative growth related to control duration of shoot flies and fruit flies. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 215-219.
- Schoonhoven A van. 1974. Resistance to thrips damage in cassava. Journal of Economic Entomology 67:728-730.
- Schoonhoven A van; Peña JE. 1976. Estimation of yield losses in cassava following attack from thrips. Journal of Economic Entomology 69(4):514-516.
- Schoonhoven A van; Peña JE. 1978. Thrips on cassava; economic importance, sources and mechanisms of resistance. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop, Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 209-214.
- Vargas O; Bellotti AC. 1981. Pérdidas en rendimiento causadas por moscas blancas en el cultivo de la yuca. Revista Colombiana de Entomología 7(1/2):13-20.
- Vargas HO; Bellotti AC. 1984. Pérdidas en rendimiento causadas por *Phenacoccus herreni* Cox et Williams en dos clones de yuca. Revista Colombiana de Entomología 10:41-46.
- Vides OL; Sierra OD; Gómez HS; Palomino AT. 1996. El barrenador del tallo de la yuca *Chilomima clarkei* (Lepidoptera: Pyralidae) en el CRECED Provincia del Río. Boletín CORPOICA, Bogotá D.C., Colombia. 12 p.
- Villegas GA; Bellotti AC. 1985. Biología, morfología y hábitos de *Lagocheirus araneiformis* Linne (Coleoptera: Cerambycidae) barrenador de la yuca, en Palmira, Valle del Cauca. Acta Agronómica 35(4):56-67.
- Waddil VH. 1978. Biology and economic importance of cassava shoot fly, *Neosilba perezi* Romero y Ruppel. En: Brekelbaum T; Bellotti AC; Lozano JC (eds.). Cassava protection workshop. Cali, Colombia, 1977. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 209-214.