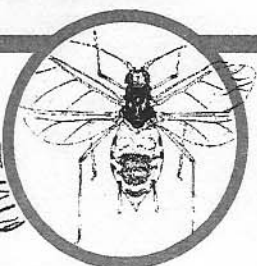


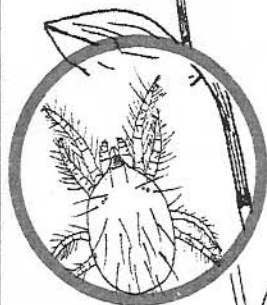
FITO SANIDAD

Vol. 5, No. 2, 2001

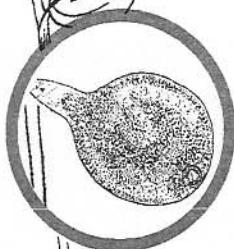
Un enfoque actual de sanidad vegetal



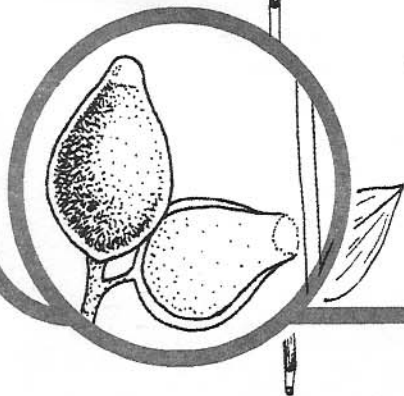
Compatibilidad de *Trichoderma* spp con algunos plaguicidas y fertilizantes en el cultivo del tabaco



**Pronóstico del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba.
I. Análisis de la edad del cultivo e intervalo de tiempo óptimo para el surgimiento de los primeros brotes de la enfermedad**



Los insectos polinizadores y sus perspectivas de utilización en agroecosistemas.



Breve sinopsis sobre la historia de la Sanidad Vegetal en Cuba

Contenido

CONTROL BIOLÓGICO

Compatibilidad de <i>Trichoderma</i> spp. con algunos plaguicidas y fertilizantes en el cultivo del tabaco Berta Lina Muiño, Mercedes Sáenz, Marusia Stefanova, Ángela Porras e Isabel Díaz	3
Compatibilidad del insecticida químico imidacloprid frente a dos cepas de <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Wize) A.H.S. Brown & Smith Aidanet Carr Pérez, Noris Bel Padrón, Raysa Díaz, Orestes Elósegui y Ángela Porras	11
Efectividad de <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metc) Sor en el combate de <i>Atta insularis</i> Güerin en Cuba Rubén P. Pérez, Zoila Trujillo, Miriam López, Carmen Nieves, Cristina Ocano y Misleibis Márquez	15
Evaluación de la capacidad depredadora de <i>Chrysopa exterior</i> Navas sobre ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> (Guennadius) en condiciones de laboratorio Esperanza Rijo Camacho	19

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Pronóstico del tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary) de la papa en Cuba. I. Análisis de la edad del cultivo e intervalo de tiempo optimo para el surgimiento de los primeros brotes de la enfermedad Guadalupe Gómez y Magaly Suárez	23
Influencia de las fechas de siembra en el comportamiento de la mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp.) y el geminivirus en el cultivo del tomate en la región del Valle del Cauto Juan Machado Castillo, María Fonseca Flores, José Pérez Fajardo, Diana Brugueta Yero, Carlos Tornés Vega, Ana Puertas Arias y Héctor C. González Salgado	29

COMUNICACIÓN PARA LA FITOPROTECCIÓN

Breve sinopsis sobre la historia de la sanidad vegetal en Cuba René Novo Sordo	35
---	----

RESEÑA

Los insectos polinizadores y sus perspectivas de utilización en agroecosistemas Isbel Díaz Torres	49
--	----

Contents

BIOLOGICAL CONTROL

- Compatibility of *Trichoderma* spp. with some pesticides and fertilizers in tobacco crop 3
Berta Lina Muiño, Mercedes Sáenz, Marusia Stefanova, Ángela Porras and Isabel Díaz
- Compatibility of the insecticide chemical imidacloprid in front of two stumps of *Paezilomyces fumosoroseus* (Wize) A.H.S. Brown & Smith 11
Aidanet Carr Pérez, Noris Bel Padrón, Raysa Díaz, Orestes Elósegui and Ángela Porras
- Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (Metc) Sor for combat *Atta insularis* Guerin in Cuba 15
Rubén Pérez, Zoila Trujillo, Miriam López, Carmen Nieves, Cristina Ocano and Misléibis Márquez
- Evaluation of predator capacity of *Chrysopa exterior* Navas sobre ninfas de *Bemisia tabaci* (Guennadius) en condiciones de laboratorio 19
Esperanza Rijo Camacho

INTEGRATED PEST MANAGEMENT

- Prognostic of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) of potato in Cuba. I. Analysis of crop age and optimal time interval for appearance of first outbreak of disease 23
Guadalupe Gómez and Magaly Suárez
- Influence of sowing dates in behavior of whitefly (*Bemisia* spp.) and geminivirus in tomato crop in Valle del Cauto region 29
Juan Machado, María Fonseca, José Pérez, Diana Brugueta, Carlos Tornos, Ana Puertas and Héctor C. González

FITOPROTECTION FOR COMMUNICATION

- Short synopsis about history of Plant Health in Cuba 35
René Novo Sordo

REVIEW

- Insects pollinators and perspectives of use in agroecosystems 49
Isbel Díaz Torres

COMPATIBILIDAD DE *TRICHODERMA* SPP. CON PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DEL TABACO

Berta Lina Mulño,¹ Mercedes Sáenz,¹ Marusia Stefanova,¹ Ángela Porras¹ e Isabel Díaz²

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

² Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Calle 5a. esq. B, Rpto. Díaz, Ortega, Alturas de la Central, Pinar del Río

RESUMEN

Se realizaron estudios de compatibilidad *in vitro* de *Trichoderma* spp. con diferentes plaguicidas químicos de aplicación práctica. También se estudió el efecto del fertilizante inorgánico y los fungicidas zineb, mancozeb y thiram en tratamientos al suelo en presencia del hongo, y en un ensayo de campo se comprobó su permanencia en el suelo bajo tratamientos con plaguicidas químicos recomendados en el cultivo del tabaco. Los plaguicidas oxiclóruro de cobre, metalaxyl, dimetomorf, trifluralin, napropamida y dimetoato son compatibles *in vitro* con *Trichoderma* spp. El benomil se cataloga como tóxico. Los fungicidas zineb, mancozeb y thiram ejercen una toxicidad ligera *in vitro*, aunque en tratamientos al suelo se consideran compatibles, así como el fertilizante inorgánico (5-12-6-2.6). En condiciones de campo, *Trichoderma* spp. permanece en suelo por más de 50 días bajo el efecto de tratamientos con plaguicidas recomendados en el cultivo del tabaco en la fase de semilleros.

Palabras claves: *Trichoderma* spp., fungicidas, compatibilidad, *Nicotiana tabacum*

ABSTRACT

Studies on the compatibility *in vitro* of *Trichoderma* spp. were carried out with several pesticides. The effects of an inorganic fertilizer and fungicides as zineb, mancozeb and thiram were also assessed by mean of soil treatments in areas where the fungus was present. Besides the permanence of the fungus into the soil was checked in tobacco plots treated with chemical pesticides. Pesticides as copper oxichloride, metalaxyl, dimethomorph, trifluralin, napropamide, and dimethoate were compatible *in vitro* with *Trichoderma* spp. Benomyl was catalogued as toxic. On the other hand the fungicides zineb, mancozeb and thiram exerted a light toxicity *in vitro* conditions it appear to be compatibility with the microorganism. No toxicity was found to the fungus because of the presence of the inorganic fertilizer (5-12-6-2.6). *Trichoderma* spp. lasted in the soil for even more than 50 days under the effect on the commonly used pesticides during the seedling period of tobacco plant.

Key words: *Trichoderma* spp., fungicides, compatibility, *Nicotiana tabacum*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la aplicación de medios biológicos para el control de plagas en la agricultura reviste primordial importancia para Cuba y a escala mundial [Smits, 1997]. Este método constituye un factor importante en los programas de manejo integrado en los cultivos, lo cual reduce la contaminación del medio ambiente y contribuye a lograr formas sostenibles de producción.

Dentro de este contexto, las diferentes tácticas de control utilizadas deben armonizar entre sí, por lo que resulta importante evaluar y seleccionar agroquímicos que sean compatibles con los organismos benéficos, entre los cuales se encuentra *Trichoderma* spp.

Se informa por Abosrwill y Clancy (1993) un estudio de compatibilidad de *Trichoderma* spp. con plaguicidas

químicos. Para el caso de otros organismos beneficiosos tales como los entomopatógenos, los trabajos son más amplios en este aspecto [Ignoffo y Hostetter, 1975; Yasem, 1986; Rivera, 1993; Rivera *et al.*, 1994]. No obstante, la mayoría de estas investigaciones se han basado en pruebas de laboratorio *in vitro* mediante la medición de criterios de compatibilidad tales como el crecimiento radial de la colonia, germinación conidial, etc.; sin embargo, en menor escala se han realizado pruebas de campo y su correspondencia entre sí.

En Cuba se ha demostrado la efectividad de *Trichoderma* spp. sobre el agente causal de la pata prieta *Phytophthora nicotianae* en el cultivo del tabaco [Stefanova *et al.*, 1991; Sandoval *et al.* 1992], por lo que se aplica ampliamente en producción en forma de preparado

biológico con resultados muy alentadores. En estos momentos tiene una gran aceptación por los productores individuales, campesinos, etc., y también posee una gran demanda en la producción de posturas mediante la tecnología en cepellones.

El objetivo del presente trabajo consistió en comprobar el efecto de los plaguicidas químicos y fertilizantes que se emplean en la producción de semilleros de tabaco sobre el hongo beneficioso *Trichoderma* spp. en condiciones de laboratorio, semilaboratorio y campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para las pruebas de compatibilidad en condiciones *in vitro* se estudiaron un total de siete fungicidas, dos insecticidas y cuatro herbicidas con las cepas A53, A34, A84 y TRR de *Trichoderma* spp. aisladas de suelo procedente de diferentes áreas de producción de tabaco. Se hicieron crecer las colonias del hongo sobre medio de cultivo de papa-dextrosa-agar corregido con soluciones de los plaguicidas para obtener concentraciones de 0.5 hasta 1 000 mg i.a./L. La incubación se realizó a temperatura de 26°C y se evaluó el diámetro de la colonia a las 48 horas y cinco días. Se calculó el porcentaje de mortalidad o reducción de la capacidad beneficiosa del hongo según Jacas y Viñuela (1993) para cada concentración, por la fórmula de Abbott citada por Bayer (1966).

Por otra parte, se determinó el efecto de zineb, mancozeb y thiram sobre la germinación de los conidios. Se prepararon erlenmeyers con medio líquido de papa dextrosa envenenado con los fungicidas en un rango desde cinco hasta 1 000 mg i.a./L con un volumen total de los frascos de 50 mL, además de un testigo sin tratamientos. A estos frascos se añadió una gota de la suspensión de esporas del hongo con una micropipeta. Se utilizaron las cepas A53 y TPR. Los erlenmeyers se agitaron ligeramente para lograr una buena distribución de las esporas en el medio. De cada variante se colocó una gota del contenido del frasco en portaobjetos (cuatro en total por variante), y se depositaron sobre soportes en placas de Petri, en condiciones de cámara húmeda, a 26°C. Se calculó el porcentaje de conidios germinados normalmente a las 24 y 120 horas sobre un total de 50.

También se determinó el efecto de zineb, mancozeb y thiram sobre *Trichoderma* spp. en aplicaciones al suelo. Se añadieron 300 g de suelo previamente esterilizado en bandejas plásticas de 204 cm². Este suelo se inoculó con un gramo de *Trichoderma* spp., aislados A53 y A84, desarrollados en medio a base de harina de maíz y arena sílice. Se mantuvieron con suficiente humedad por 72 horas para provocar la colonización del hongo en el suelo. Posterior a este tiempo se prepararon soluciones de los fungicidas a 2 000 y 4 000 mg i.a./L, simulando la concentración de la solución final que se recomienda en producción. Se asperjaron 15 mL de la solución en

la superficie del suelo contenido en cada bandeja. Se montaron tres réplicas por variante además de una testigo sin tratamientos. Después de 24 horas se comprobó la permanencia o no del hongo en el suelo por la técnica de Domsch *et al.* (1980).

Para verificar el efecto del fertilizante inorgánico fórmula (5-12-6-2.6) sobre *Trichoderma* spp. se esterilizó suelo ferralítico rojo en autoclave durante tres días por una hora. Se prepararon bandejas plásticas de 204 cm² y se añadió a cada una 300 g del suelo. En cada bandeja se adicionó un gramo de *Trichoderma* spp. (cepas A53 y A84) crecidas en medio de cultivo a base de arena sílice y harina de maíz, y se mantuvo durante 72 horas con suficiente humedad para provocar la colonización y establecimiento del hongo. Posteriormente se aplicó el fertilizante de acuerdo con la dosis recomendada en producción (8 kg/cantero de 18 m²) y el doble de ella (16 kg/cantero de 18 m²) con un testigo sin tratamiento. Se realizaron dos montajes con tres réplicas por variante. A los 15 días se determinó el recobrado de *Trichoderma* spp. por la técnica mencionada anteriormente y se expresaron los resultados en número de colonias por gramo de suelo.

Se estudiaron además diferentes mezclas de componentes inorgánicos con base orgánica, cuya descripción aparece en la Tabla 7. Se utilizaron bandejas plásticas de 24 x 11,5 cm con 200 g de cada una de las mezclas. En las primeras cinco variantes se mantuvo la relación establecida para cada nutriente. En el resto se mezcló cada portador independiente con el vehículo turba. La inoculación se realizó con la cepa TPR a dosis de 40 L/ha, a los siete días después de haberse preparado la mezcla en la fábrica, a partir de una suspensión de esporas con concentración de $1,4 \times 10^3$ con/mL. Las evaluaciones se realizaron desde el momento de la inoculación, cada 15 días, hasta los 60. Se determinó el recobrado del hongo también por la técnica de Domsch *et al.* (1980).

La sobrevivencia de *Trichoderma* spp. bajo el efecto de diferentes estrategias de lucha química en semilleros de tabaco se comprobó mediante un ensayo de campo que se realizó en la Empresa Lázaro Peña en la campaña 1992-93. Se hizo un diseño de bloques al azar con tres réplicas y parcelas de 10 m², en la variedad Corojo. El riego y fertilización se realizó según condiciones de producción de acuerdo con el Instructivo Técnico (1983). El suelo se inoculó con *Trichoderma* spp., cepa A53 en el momento de la siembra a partir de una suspensión de inóculo de 100 mL/L de agua con una solución final de 40 L/ha. Las variantes estudiadas se describen en la Tabla 8.

A los 14, 35 y 46 días de montado el experimento se tomaron muestras de suelo y se determinó el recobrado de *Trichoderma* spp. en todas las variantes y réplicas por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los fungicidas son la familia de plaguicidas químicos que más posibilidades tienen de ejercer toxicidad sobre *Trichoderma* spp., precisamente por su modo y espectro de acción. En la *Tabla 1* se puede observar que para el caso del benomyl, ocurre una mortalidad total del hongo a 50 mg i.a./L, incluso a concentraciones mucho más bajas, del orden de 10 mg i.a./ha. Por lo tanto, este fungicida se considera tóxico. Esto se explica por la alta actividad *in vitro* que posee sobre una gran variedad de familias de hongos, además de su mecanismo de acción

[Davidse, 1988]. Sin embargo, el dimetomorf provocó una mortalidad de 24,6% a las 48 horas, y se observó una recuperación total del hongo a los cinco días a una concentración de 50 mg i.a./L. Por debajo de este valor se observaron muy bajos porcentajes de mortalidad o ninguna. Es un fungicida que se emplea a dosis muy bajas, además es específico para hongos Oomycetes [Barona, 1991], por lo que se considera no tóxico a pesar de que provocó una mortalidad total a 100 mg i.a./L. El metalaxyl mostró una toxicidad mucho menor puesto que no provocó mortalidad alguna a 100 mg i.a./L. Este es también específico para especies de Oomycetes [Lyr, 1995].

Tabla 1. Efecto *in vitro* de los fungicidas sobre *Trichoderma* spp.

Fungicida	Mortalidad <i>Trichoderma</i> spp. (%)			
	48 horas		5 días	
	50 mg i.a./L	100 mg i.a./L	50 mg i.a./L	100 mg i.a./L
Benomyl	100 a	100 a	100 a	100 a
Dimetomorf	24,6 ef	100 a	0 g	100 a
Oxícloruro de cobre	0 g	0 g	0 g	0 g
Metalaxyl	11,4 f	21,1 ef	0 g	0 g
Zineb	21,4 ef	26,0 ef	0 g	0 g
Thiram	100 a	100 a	81,1 ab	87,2 ab
Mancozeb	37,4 de	55,0 de	14,1 f	46,9 cd

CV=10,4%

DE=0,15

Respecto al oxícloruro de cobre, a pesar de que es un fungicida que actúa por contacto y con un amplio espectro de acción, no provocó mortalidad sobre *Trichoderma* spp. a las concentraciones estudiadas. Para el caso de los fungicidas ditiocarbamatos (zineb, mancozeb y thiram) que tienen características parecidas al fungicida anterior, aunque con un nivel de actividad mayor [Sijpestein, 1982], se demostró que el zineb provocó bajos porcentajes de mortalidad a concentraciones de 50 y 100 mg i.a./L en las primeras horas de enfrentamiento del producto con el hongo, y una recuperación total de este a los cinco días. El thiram provocó una mortalidad considerable, así como el mancozeb, aunque en menor grado. Teniendo en cuenta estos resultados, se hizo un estudio sobre el efecto de estos fungicidas sobre la germinación de los conidios de *Trichoderma*, y se observó una inhibición total de la germinación a las 48 horas para el thiram y mancozeb (*Tabla 2*) y parcial para el zineb. Sin embargo, a los cinco días el ciento por ciento de los conidios evaluados habían germinado en las variantes de zineb y manco-

zeb, y no así para el thiram. Evidentemente estos fungicidas provocan una fuerte retención del proceso germinativo. De acuerdo con la escala de clasificación de los plaguicidas por la OILB [Jacas y Viñuela, 1993; Viñuela *et al.*, 1993] se considera al zineb como inofensivo a moderadamente tóxico *in vitro*, el thiram, moderadamente tóxico, y el mancozeb ligeramente tóxico.

Respecto a los insecticidas estudiados (*Tabla 3*), se observó una mortalidad de 60,5% para el dimethoato en la concentración de 1 000 mg i.a./L, y una disminución importante de estos valores a los cinco días, por lo que se cataloga como inofensivo a ligeramente tóxico. Lambda-cyhalotrina provocó valores de mortalidad algo considerables *in vitro* incluso a concentraciones más bajas, 100 mg i.a./L, con diferencias significativas en relación con el dimethoato, aunque se considera como ligeramente tóxico sobre el hongo, puesto que en la práctica se emplea a dosis sumamente bajas y las cantidades de ingrediente activo que podrían llegar al hongo estarían por debajo de las concentraciones estudiadas en este trabajo.

Tabla 2. Efecto de fungicidas de contacto sobre la germinación de los conidios de *Trichoderma* spp.

Fungicida	Germinación <i>Trichoderma</i> spp. (mg i.a./L) (%)					
	48 horas			5 días		
	50	100	1 000	50	100	1 000
Zineb	48,7	13,5	0	100	100	100
Mancozeb	0	0	0	100	100	0
Thiram	0	0	0	0	0	0

Tabla 3. Efecto *in vitro* de los insecticidas sobre *Trichoderma* spp.

Insecticida	Mortalidad de <i>Trichoderma</i> spp. (mg i.a./L) (%)					
	48 horas			5 días		
	50	100	1 000	50	100	1 000
Dimetoato a	11,5	20,1	60,5 a	0	0	13,8 b
Lamdacialotrina b	42,0	46,8	100 a	43,7	59,5	61,3 a

CV=62,5%

DE=0,71

Los herbicidas trifluralin y napropamida no ejercen toxicidad de importancia sobre el hongo (Tabla 4); se consideran ligeramente tóxicos. El enide es inofensivo. Sin embargo, el propacloro posee efectos antifúngicos, lo cual implicó altos valores de mortalidad del hongo, y se cataloga de moderadamente tóxico a

tóxico. Aunque su aplicación es al suelo directamente y a dosis muy altas, nunca debe coincidir con la de *Trichoderma*, y siempre cumpliendo con un tiempo mínimo de intervalo entre ambos tratamientos, que deberá ser superior al término de carencia del compuesto.

Tabla 4. Efecto *in vitro* de los herbicidas sobre *Trichoderma* spp.

Herbicidas	Mortalidad de <i>Trichoderma</i> spp. (mg i.a./L) (%)					
	48 horas			5 días		
	50	100	1 000	50	100	1 000
Trifluralin	0 f	5,5	62,1 c	0 f	0 f	41,8 c
Napropamida	0 f	0 f	59,4 c	0 f	0 f	42,7 c
Propacloro	6,2 ef	25,8	94,1 a	0 f	80,6 b	80,6 b
Enide	14,3 de	19,2 d d	44,9 c	0 f	0 f	0 f

CV=31,7%

DE=0,22

En relación con la inhibición que puedan provocar los fungicidas ditiocarbamatos sobre *Trichoderma* spp. en tratamientos directamente al suelo o cantidades importantes de ingrediente activo que pudieran caer en este (Tabla 5), se observó, de manera general, un buen recobrado del hongo después de estar bajo la acción directa de los fungicidas. En la cepa A53 se obtuvo un

mayor recobrado respecto a la A83. De acuerdo con los resultados obtenidos podemos decir que estos fungicidas pueden ser aplicados en el campo a las dosis recomendadas sin que afecte la reproducción y colonización del hongo en el suelo, lógicamente siempre y cuando no se excedan las dosis y frecuencia de aplicaciones establecidas.

Tabla 5. Efecto de zineb, mancozeb y thiram sobre *Trichoderma* spp. en tratamientos al suelo

Cepa	Recobrado de <i>Trichoderma</i> spp. del suelo a las 24 h del t-t ₀						
	Testigo	Zineb		Mancozeb		Thiram	
		2 000 mg i.a./L	4 000 mg i.a./L	2 000 mg i.a./L	4 000 mg i.a./L	2 000 mg i.a./L	4 000 mg i.a./L
A53	+++	+++	+++	+++	++	++	++
A83	++	++	+	+	+	++	++

Leyenda:

+++ Alto recobrado

++ Muy buen recobrado

+ Buen recobrado

El fertilizante inorgánico recomendado para el tabaco, fórmula 5-12-6-2.6 en aplicaciones al suelo (Tabla 6), incluso al doble de la dosis recomendada, no ejerció

ningún efecto tóxico sobre *Trichoderma* spp. Las poblaciones del hongo se mantuvieron con valores de recobrado similares al testigo sin tratamientos.

Tabla 6. Efecto del fertilizante inorgánico fórmula 5-12-6-2.6 sobre *Trichoderma* spp. aplicada al suelo

Cepa	No. de colonias de <i>Trichoderma</i> spp./g de suelo (10 ⁴)					
	I Prueba (g de <i>Trichoderma</i> /0.2 m ²)			II Prueba (g de <i>Trichoderma</i> /0.2 m ²)		
A53	2,2	0,5	0,6	13,3	6,1	10,2
A84	9,9	0,5	0,3	28,6	24,6	9,0

En cuanto al estudio del efecto de las mezclas de componentes inorgánicos con base orgánica (turba) sobre el hongo (Tabla 7), en general se obtuvieron valores satisfactorios de recobrado del hongo, con la excepción de las variantes donde se emplearon los portadores con resi-

dualidad ácida, sulfato de amonio y superfosfato sencillo, siendo este último el que mayor efecto tóxico ejerció sobre las poblaciones del hongo. No obstante, se obtuvo un recobrado satisfactorio en todas las variantes hasta los 60 días, con la excepción sólo del superfosfato sencillo.

Tabla 7. Efecto de las mezclas de componentes inorgánicos con base orgánica de turba sobre *Trichoderma* spp.

No.	Composición de fórmulas de fertilizantes utilizados (g)	No. de colonias de <i>Trichoderma</i> spp./g suelo (10 ⁴) DD del t-t ₀				
		0	5	30	45	60
1	300(T)+200(SA)+400(RF)+100 (CP)	0,033	0,12	0,093	0,071	0,063 bc
2	500(T)+200(SA)+200(RF)+100(CP)	0,049	0,044	0,042	0,010	0,008 c
3	700(T)+100(SA)+150(RF)+50(CP)	0,076	0,084	0,060	0,036	0,010 c
4	500(T)+200(SA)+100(SS)+100(RF)+85(CP)+15(M)	0,040	0,10	0,048	0,008	0,005 c
5	500(T)+200(SA)+200(SS)+70(CP)+30(M)	0,070	0,096	0,026	0,014	0,004 c
6	500(T)+200(SA)	0,16	0,18	0,062	0,030	0,006 bc
7	500(T)+200(RF)	0,24	0,35	0,36	0,28	0,21 a
8	500(T)+200(SS)	0,60	0,18	0	0	0 abc
9	500(T)+200(SS)	0,17	0,26	0,28	0,19	0,17 ab
10	500(T)	0,20	0,31	0,34	0,30	0,27 a
11	500(T)+7(M)	0,25	0,30	0,34	0,31	0,28 a

CV=2,6%

DE=0,04

Leyenda:

T: Turba

SA: Sulfato de amonio

SS: Superfosfato sencillo

RF: Roca fosfórica

M: Magnesio

En condiciones de producción, en semilleros de tabaco (Tabla 7), después de ser aplicado el hongo al suelo, se mantiene, satisfactoriamente bajo el efecto de diferentes tratamientos químicos, los cuales no ocasionan efectos negativos visibles sobre el hongo. En la última evaluación, a los 46 días de la aplicación, el recobrado del hongo es bueno.

Es importante destacar que se obtuvo un mayor número de colonias en la variante donde se realizaron dos tratamientos con *Trichoderma*, y en la variante estándar el recobrado fue más bajo debido lógicamente a que se realizaron un total de 33 tratamientos con compuestos químicos, cuestión que se considera excesiva. Estas aplicaciones son fundamentalmente en la zona foliar de la planta, y el hongo se encuentra en el suelo donde debe llegar el plaguicida a muy baja concentración, además de que intervienen rápidamente los procesos de degradación por la microflora que habita ese medio.

En todas las variantes no hubo diferencias significativas, con la excepción de la variante de dos tratamientos con *Trichoderma* y en la variante 5, que se realizaron dos tratamientos foliares con propamocarb combinado con un tratamiento al suelo con *Trichoderma*. Por otra parte, es importante señalar que en las variantes donde se aplicó foliarmente el thiram y también el mancozeb, se obtuvieron recobrados satisfactorios en todo el ciclo del semillero, por lo que se confirma que estos fungicidas no ofrecen efectos negativos sobre la acción de *Trichoderma* en las condiciones naturales de campo.

De los plaguicidas estudiados, los fungicidas de amplio espectro de acción como benzimidazoles y triazoles son los que provocan mayor toxicidad sobre *Trichoderma* [Abosrwill y Clancy, 1993; Baird *et al.*, 1991], y en menor escala los ditiocarbamatos. El resto de los plaguicidas no se informan como tóxicos [Baird *et al.*, 1991; Jacas y Viñuela, 1993; Viñuela *et al.*, 1993].

Tabla 8. Efecto de los tratamientos de plaguicidas sobre *Trichoderma* spp. en semilleros de tabaco

No.	Variantes	Dosis	Recobrado de <i>Trichoderma</i> spp. (No. col/g de suelo x 10 ⁴) días después del tratamiento		
			14	35	46
1	<i>Trichoderma</i> spp. (1 t-to al suelo)	40 L/ha	0,6	3,6	1,6 a
2	<i>Trichoderma</i> spp. 1 t-to foliar y prop. a los 15 días	40 L/ha+2,17 kg/ha	0,3	0,6	3,3 a
3	<i>Trichoderma</i> spp. 1 t-to foliar de prop. a los 20 días	40 L/ha + 2,17 kg/ha	0,6	3,0	2,3 a
4	<i>Trichoderma</i> spp. 1 t-to foliar de prop. a los 30 días	40 L/ha + 2,17 kg/ha	2,0	1,0	1,3 a
5	<i>Trichoderma</i> spp. 2 t-tos foliares con prop. a los 15 y 25 días	40 L/ha + 2,17 kg/ha	1,6	2,0	6,6 a
6	<i>Trichoderma</i> spp. t-tos foliares con thiram + oxicloruro de cobre cada 7 días	2,4 - 2 kg i.a./ha	6,3	2,3	1,6 a
7	<i>Trichoderma</i> spp. t-tos foliares con zineb y/o manc. cada 7 días	2,5 kg i.a./ha	2,3	0	1,3 a
8	<i>Trichoderma</i> spp. + 1 t-to de prop. al suelo	40 l/ha - 30 L/ha	1,3	3,0	1,0 a
9	Trich. con la siembra y a los 15 días	40 L/ha	1,6	10,0	7,3 a
10	<i>Trichoderma</i> spp. + 2 t-tos foliares de prop. a los 20 y 35 días	2,11 g i.a./ha	0	2,6	3,0 a
11	Estándar de producción	-	0,3	1,0	0,3 a

En Cuba los fungicidas mencionados anteriormente se emplean en cultivos muy específicos donde no se aplica *Trichoderma*, y ellos a su vez no son recomendados en importantes cultivos como tabaco y hortalizas, que es donde el agente biológico es promisorio para el control de importantes enfermedades ocasionadas por patóge-

nos del suelo. En cuanto a los fungicidas ditiocarbamatos, los cuales se emplean sistemáticamente en estos cultivos, deben aplicarse cumpliendo estrictamente las recomendaciones de uso, puesto que una acumulación en el suelo de estos ingredientes activos por tratamientos excesivos pudiera repercutir en una depresión del

desarrollo de *Trichoderma*, principalmente en la primera etapa del semillero, cuando las plantas aún no han cerrado y cubierto la superficie de este.

CONCLUSIONES

• Los plaguicidas estudiados según su toxicidad *in vitro* sobre *Trichoderma* spp. fueron clasificados como:

Benomyl	4- Tóxico
Dimetomorf	1- Inofensivo
Oxcloruro de cobre	1- Inofensivo
Metaixyl	1- Inofensivo
Zineb	1-2- Inofensivo a ligeramente tóxico
Thiram	3- Moderadamente tóxico
Mancozeb	2- Ligeramente tóxico
Dimethoato	1-2- Inofensivo a ligeramente tóxico
Lamdaclortrina	2-1- Ligeramente tóxico a inofensivo
Trifluralin	2- Ligeramente tóxico
Napropamida	2- Ligeramente tóxico
Propacloro	3-4- Moderadamente tóxico a tóxico
Enide	1- Inofensivo

• El fertilizante inorgánico fórmula para tabaco se considera compatible con *Trichoderma* spp., así como las mezclas de elementos inorgánicos con turba, con la excepción del superfosfato sencillo, que provoca la mortalidad parcial de las poblaciones del hongo.

• En condiciones de producción en semilleros de tabaco, *Trichoderma* spp. permanece en el suelo durante todo el período de semillero bajo el efecto de tratamientos con los plaguicidas recomendados en el cultivo.

REFERENCIAS

Abosrwil, S. O.; K. J. Clancy: «Fungicide sensitivity of *Trichoderma* spp.», Abst. 6th International Congress of Plant Pathology, Canada, 1993.

Baird, R. E., T. B. Breneman, D. K. Bill; A. P. Murphy: «The Effects of Fungicide Propiconazole (Tilt) on the Ground Nut Shell Mycobiota», *Mycol. Res.* 95 (50: 571-576, 1991).

Barona, J. A. G.: «Dimethomorph Fungicida Antimildiu», II Simposium internacional sobre las enfermedades de los cultivos hortícolas y su control, *Phytoma*, España (30):106-107, 1991.

BAYER AG: «Las bases para ensayos fitosanitarios», BAYER AG (Alemania) 16 (3), 1966.

Brachmbhatt A. B.; A. N. Mikhopadyay; K. K. Patel: *Trichoderma harzianum*, a Potential Biocontrol Against for Tobacco Damping-off India», *P.K.V. Res. L* 13 (2): 170-172, 1979.

Davidse, L. C.: *Benzimidazole Fungicides. Mechanism of Action and Resistance*, Fungicide Resistance in North America, Ed. Charles J. Delp., 1988, pp. 25-27.

Domsch, K; W. Gams; AndersonTrante-Heide: *Compendium of Soil Fungi*, vol. 1, Acad. Press, 1980.

Ignoffo, C. M.; D. L. Hostetter; G. García; R. E. Pinell: «Sensitivity of the Entomopathogenic Fungus, *Nomuraea rileyi* to Chemical Pesticides Used on Soybean», *Env. Entomology* IV (5): 765-768, 1975.

Jacas J. A.; E. Viñuela: «Los efectos de los plaguicidas y los organismos beneficiosos en la agricultura. II Fungicidas», *Phytoma*, no. 48, España, abril, 1993.

Lyr H.: *Modern Selective Fungicide*, 2 ed. (sl); ed. H. Lyr, 595 pp, 1995.

Marta G. Yasein: «Efecto de diferentes agroquímicos sobre el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. CIRPON», *Rev. Invest.* IV (1-4): 55-62, 1986.

MINAG: *Instructivo técnico en el cultivo del tabaco*, Cuba, 1983.

Montealegre, J. R.; J. L. Henríquez: «Possibilities of Integrate Control of *Sclerotium rolfsii* Sac. with *Trichoderma* Strains and Fungicides», *Phytopathology* 25(2): 68-74, 1990.

Rivera A. M.: «Estudio sobre la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. con formulaciones comerciales de fungicidas e insecticidas», *Revista Colombiana de Entomología*, 19(4): 151-158, 1993.

Rivera A. M., A. E. Bustillo; Patricia M. M.: «Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en mezclas con insecticidas usados en el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Fusari)», *Rev. C. de Ent.* 20:(4):209-244, 1994.

Sandoval, I.; M. Sáenz: «Estudio preliminar del biocontrol de *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* y *Rhizoctonia solani* en tabaco mediante *Trichoderma* spp.», Resúmenes, Evento Biotecnología, 1992.

Sijpestein, A. K.: *Mechanism of Action of Fungicides. Fungicide Resistance in Crop Protection*, Ed. J. Dekker and S.G. Georgopoulos, 1982, pp. 32-45.

Smits P. H.: «Insect Pathogens: their Suitability as Biopesticides». BCPC Symposium proceedings no. 68: Microbial Insecticides: Novelty or necessity?, 1997.

Stefanova M. et al.: «Uso de *Trichoderma* spp. como biocontrol de patógenos del suelo en el cultivo del tabaco y hortalizas». Trabajo presentado en el Forum Nacional de Ciencia y Técnica, La Habana, 1991.

Viñuela, E.; J. Jacas; V. Marco; A. Adán; F. Budia: «Los efectos de los plaguicidas sobre los organismos beneficiosos en la agricultura y el grupo de trabajo de la OILB. Plaguicidas y organismos beneficiosos I Insecticidas y acaricidas», *Phytoma*, no. 45, España, 1993.

COMPATIBILIDAD DEL INSECTICIDA QUÍMICO IMIDACLOPRID FRENTE A DOS CEPAS DE *PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS* (WIZE) A. H. S. BROWN & SMITH

Aidanet Carr Pérez, Noris Bel Padrón, Raysa Díaz, Orestes Elósegui y Ángela Porras

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F,
Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

El hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith representa una gran alternativa para el control de plagas de importancia económica en el contexto de un manejo integrado de plagas, como el Thrips palmi Karny y la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en los cultivos de papa, tomate, frijol y otras hortalizas utilizadas en nuestro país. Por todo esto se evaluó en condiciones in vitro el efecto del plaguicida imidacloprid sobre dos cepas de este organismo beneficioso (Pf-1689 y Pz-5) determinando su crecimiento micelial a los 14 días de incubación y teniendo en cuenta su porcentaje de germinación conidial a las 24 horas de incubados. Para las concentraciones menores de 150 ppm existió más de un 90% de germinación tanto para Pf-1689 como para Pz-5, y para concentraciones superiores de 200 hasta 1 000 ppm osciló entre 82-90% para las dos cepas evaluadas. En cuanto al porcentaje de reducción de la capacidad beneficiosa, se pudo observar que el imidacloprid resultó ser inofensivo para el hongo *Paecilomyces fumosoroseus* a las concentraciones probadas.

Palabras claves: *Paecilomyces fumosoroseus*, imidacloprid, compatibilidad, control químico, control biológico

ABSTRACT

Paecilomyces fumosoroseus (Wize) Brown & Smith has shown to be an alternative pest control in an integrated pest management of economically important crops such as potatoes, tomatoes, beans and other vegetables attacked by both *Thrips palmi* Karny and whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). This was the main reason to evaluate the effect of the pesticide imidacloprid in vitro conditions on two strains (Pf-1689 and Pz-5) of this entomogenous fungus measuring the percentage of conidial germination twenty four hours after incubation. Germination percentages greater than 90% were obtained for both strains for concentrations of the chemical lower than 150 ppm and for concentrations higher than 200 ppm until 1000 ppm. The germination percentages ranged between 82-90% for both strains. The effect of the insecticide on the growth of the colony of the fungus showed to be harmless at the tested concentrations.

Key words: *Paecilomyces fumosoroseus*, imidacloprid, compatibilidad, chemical control, biological control

INTRODUCCIÓN

A escala mundial existe cada día la tendencia a minimizar el uso de los medios químicos, lo que trae consigo un aumento en la utilización de los medios biológicos que ocupan un lugar importante en la protección fitosanitaria, logrando una disminución de los insectos plagas [Sterk *et al.*, 1996; Tamayo-Mejías, 1998].

El hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith ha sido utilizado internacionalmente como una alternativa importante en el control de plagas como el thrips (*Thrips palmi* Karny) y la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en los cultivos de papa, tomate, frijol y otras hortalizas [Hall, 1995; Bolckmans, 1995; Landa y Osborne, 1994; Mesquita, 1996; Van-de Veire, 1996; Vidal *et al.*, 1997].

Se ha trabajado con diferentes hongos entomopatógenos realizando estudios sobre el posible efecto negativo que pudieran provocar los compuestos químicos sobre ellos. Rivera (1994) evaluó la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill en mezcla con insecticidas usados en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Similares estudios se han realizados también por Calderón (1982) y Rivera (1993). Para el caso de *Verticillium lecanii* por Kenneth (1976), Del Pozo (1987), citados por Cabrera *et al.* (1990), y recientemente se publicó un trabajo sobre el efecto de los plaguicidas frente a este mismo microorganismo por Muño y Larrinaga (1998). Fue estudiado por Aerts *et al.* (1997) el efecto de algunos fungicidas, insecticidas, acaricidas y herbicidas en el desarrollo del hongo entomopatógeno *P. fumosoroseus*.

Dadas las características del manejo integrado de plagas, la práctica del control microbiológico debe hacerse de forma coordinada con sus componentes para que no interfieran en su ejecución, como podría ocurrir con el uso de plaguicidas que limitan la población de enemigos naturales en los cultivos y reducen su impacto sobre las poblaciones de insectos plagas. Con el empleo de entomopatógenos es posible disminuir en forma racional este impacto [Rivera, 1993].

La sustancia activa del confidor es el imidacloprid, la cual es poco tóxica y puede utilizarse contra muchos insectos dañinos en distintos cultivos, como por ejemplo *Myzus persicae* (pulgón verde), *Aphis gossypii* (pulgón negro), *Bemisia tabaci* (mosca blanca), *Thrips palmi* Karni, saltahojas, gallina ciega y otros más, además de ser compatible con el medio ambiente, el usuario y el consumidor [Marshall, 1995; Seal, 1994].

El objetivo de este trabajo fue examinar *in vitro* la compatibilidad de *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith con el insecticida imidacloprid para conocer sus efectos sobre la germinación y crecimiento del hongo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló en el Laboratorio de Hongos Entomopatógenos del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).

Las evaluaciones *in vitro* se realizaron con el fin de estudiar el efecto sobre el crecimiento radial de la colonia y germinación de conidios. Se utilizó el medio czapek-dox, envenenado con confidor 70 LS, siendo su ingrediente activo el imidacloprid a diferentes concentraciones (1, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 1 000 mg i.a./L); se ajustaron estas concentraciones a partir de dos soluciones madre M_1 (1 000 mg i.a./L) y M_2 (2 000 mg i.a./L), comparados con el testigo sin tratamientos.

Se utilizaron placas Petri de 9 cm de diámetro para cada concentración, y el testigo replicado cinco veces cada uno de los tratamientos. Se ubicaron discos de agar de 5 mm a partir de una colonia del hongo con cinco días de crecida; se depositaron en el centro de la placa y fueron incubadas por 14 días a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Se utilizaron las cepas de *Paecilomyces fumosoroseus* (Pz-5 y Pf-1689) de la micoteca del centro, y se midió el diámetro de la colonia en centímetros para cada réplica, calculándose el porcentaje de inhibición según la fórmula de Abbott modificada [citada por Viñuela *et al.*; 1993].

$$\text{Por ciento de inhibición} = \frac{\text{DCT} - \text{DCC}}{\text{DCT}} \times 100$$

DCT= Diámetro de la colonia testigo

DCC= Diámetro de la colonia en la concentración

Los valores en por ciento obtenidos fueron transformados a $2 \arcsen \sqrt{P}$, se calcularon las medias por trata-

miento y se realizó un análisis de varianza utilizando el test de clasificación de Neuman-Keuls al 5% de probabilidad de error. Para determinar la toxicidad los valores transformados se compararon con la escala de clasificación de plaguicidas del grupo de trabajo de la OILB. Los valores menores de 30% se clasifican como inocuos dentro de la categoría 1, entre 30-75% como ligeramente tóxico en la 2, moderadamente tóxico entre 80-90% en la 3, y mayor de 90% resulta tóxico en la 4 [Jacas y Viñuelas, 1993].

Para el ensayo de germinación se prepararon placas de Petri con el medio mezclado con las diferentes concentraciones de imidacloprid, y se realizó una dilución a cada una de las cepas de $8-9 \times 10^5$ conidios/mL, de la cual se colocaron gotas equidistantes por placas; la incubación se realizó por 24 horas a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. De cada gota se contaron cinco campos en el microscopio de fase con el objetivo de 40x, y se determinó el porcentaje de germinación según la Norma Cubana 72-02/1993. Estos valores obtenidos fueron transformados a $2 \arcsen \sqrt{P}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El insecticida imidacloprid no inhibió el crecimiento de la cepa Pf-1689 y de Pz-5 resultando inofensivo para todas las concentraciones según la escala de la OILB planteada por Viñuela (1993). No existió diferencias significativas entre el testigo y la dosis de 1 mg i.a./L en el caso de Pf-1689, y no siendo así para Pz-5. Además, las mediciones realizadas al diámetro de la colonia dadas en centímetro fueron comparadas con la escala utilizada por Calderón (1982), y dan como resultado que el imidacloprid fue inocuo a las dos cepas trabajadas (Tabla 1). En la literatura consultada no se reportan trabajos de compatibilidad entre *Paecilomyces fumosoroseus* y el confidor (imidacloprid). Aerts *et al.* (1997) evaluaron los efectos de algunos insecticidas sobre este entomopatógeno específicamente, y plantearon que estos no impidieron el crecimiento del micelio. *Paecilomyces* spp. es compatible con otros insecticidas como el endosulfan [Hernández y Berlanga, 1995], con el que tiene un efecto sinérgico en el control de mosquita blanca, al igual que cuando se mezcla con detergente. También aún cuando algunas cepas de *P. fumosoroseus* son resistentes a fungicidas agrícolas como Aliette, Benlate y Bayleton [Osborne *et al.*, 1990], no se recomienda mezclar el hongo con ningún fungicida, sino alternar las aplicaciones de unos y otros con intervalos de tres a cuatro días [citado por Torres-Sánchez *et al.*, 1996].

Como puede apreciarse en la Tabla 2, a las 24 horas, en los porcentajes de germinación de Pz-5 y Pf-1689. Con las concentraciones (1, 5, 10, 20, 50 ppm) no existieron diferencias significativas entre ellas y el testigo, siendo todas estas mayores de un 90 %. Para los valores correspondientes a las concentraciones más altas los porcentajes oscilaron por encima del 85 %, cumpliéndose el parámetro de calidad que establece la Norma Cubana 72-02/1993, excepto para 1 000 ppm, que en las dos cepas fue de un 84,2 % de germinación.

Tabla 1. Crecimiento radial promedio e inhibición de las cepas Pf-1689 y Pz-5 por imidacloprid mezclado con CZAPEK-I OK en relación con el testigo a los 14 días posteriores a la incubación

Concentración mg i.a./L	Pf-1689			Pz-5		
	Crecimiento (mm)	Inhibición	Toxicidad	Crecimiento (mm)	Inhibición	Toxicidad
1	63	0,31 a	Inocuo	59,8	8,80 b	Inocuo
5	60,2	4,74 b	Inocuo	60,6	7,61 b	Inocuo
10	59	4,63 b	Inocuo	59	10,03 b	Inocuo
20	57,9	8,54 b	Inocuo	59,8	8,83 b	Inocuo
50	56,8	10,24 b	Inocuo	60,2	8,22 b	Inocuo
100	57,6	8,83 b	Inocuo	49,6	24,35 c	Inocuo
150	54,6	13,56 b	Inocuo	47,6	27,40 c	Inocuo
200	55,6	11,90 b	Inocuo	51,6	21,30 c	Inocuo
300	45,6	11,00 c	Inocuo	49	25,30 c	Inocuo
500	46,2	21,04 c	Inocuo	45,8	29,81 c	Inocuo
1 000	49,2	22,19 c	Inocuo	46,2	29,12 c	Inocuo
Testigo	63,2	0 a		65,6	0 a	
		DE=0,15 CV=2,36%			DE= 0,16 CV=1,94 %	

Tabla 2. Porcentaje de germinación de Pz-5 y Pf-1689 mezclado con diferentes concentraciones de imidacloprid

Concentración de Imidacloprid	Germinación (%)	
	Pf-1689	Pz-5
1	95,0 a b	95,2 a
5	94,6 a b	96,6 a
10	95,8 a	95,8 a
20	97,2 a	95,0 a
50	95,6 a b	95,4 a
100	91,4 a b	90,2 b
150	89,6 b	90,0 b
200	87,4 b c	86,6 c
300	87,2 c	87,0 c
500	86,0 c	87,8 c
1000	84,2 c	84,2 c
Testigo	97,0 a	97,0 a
	DE= 0,17 CV= 6,6%	DE =0,05 CV =2,1%

CONCLUSIONES

- El imidacloprid resultó ser inocuo con las dos cepas de *P. fumosoroseus* (Pf-1689 y Pz-5) utilizadas, tomando el criterio de la OILB en cuanto al porcentaje de inhibición.
- La germinación de los conidios de las cepas Pf-1689 y Pz-5 no fueron afectadas a las concentraciones desde 1-100 ppm, ya que superó al 85% a las diferentes concentraciones del imidacloprid, cumpliendo con el parámetro de calidad de NC-7202/ 1993.

REFERENCIAS

- Aerts, D.; M. van de Veire; J. Coremans-Peisencher; G. Sterk: «Side-Effects of Pesticides on the Development of the Entomopathogenic Fungus *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith, Strain Apopka 97», 49 International Symposium on Crop Protection Gent (Belgium) 6 may., V. 62(2b), pp. 581-587, 1997.
- Bolckmans, K.; G. Sterck; B. Sels; W. Stepman, J. Eyal: «Preferal (*Paecilomyces fumosoroseus* Strain Apopka 97) a New Microbial Insecticide for the Biological Control of Whiteflies in Greenhouses», 47th International Symposium on Crop Protection, Gent (Belgium), 9 may., V. 60 (3a), pp. 707-711, 1995.
- Cabrera, Tania; Orietta Fernández-Larrea; Magali Fraga: *Compatibilidad de Verticillium lecanii con productos agroquímicos de uso fitosanitario*, INISAV, 1990.
- Calderón, A.: «Metodología para la prueba de compatibilidad con el hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill con herbicidas y fertilizantes», *Manual metodológico*, Cuba, 1982, pp. 24-25.
- Hall, R.; D. Perkin; B. Ali: «Fungal Control of Whitefly, *Thrips palmi* and Sugarcane Froghopper in Trinidad Tobago», VI International Colloquium on Intrastrate Pathology and Microbial Control, 1995.
- Jacas, J. A.; E. Viñuela: «Los efectos de los plaguicidas sobre los organismos beneficiosos en la agricultura II. Fungicidas», *Phytoma*, 49: 45-52, abril, España, 1993.
- Landa, Z.; L. Osborne: «A Bioassay for Determining Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi on Whiteflies», *Biological Control: Theory and Applications in Pest Management (USA)*, v. 4 (4) pp. 341-350, Dec. 1994.
- Marshall, W. J.: «IPM of *Thrips palmi* in vegetables», *Plenum Press*, New York, 1995, p. 381.
- Mesquita, A. L. M.; L. Lacey: «Entomopathogenic Activity of a Whitefly-derived isolate of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Against the Russian Wheat Aphid, *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae) with the Description of an Effective Bioassay Method European», *Journal of Entomology* 93 (1): 69-75, 1996.
- Muñoz, B.; L. Larrinaga: «Efectos de los plaguicidas sobre *Verticillium lecanii*», *Fitosanidad* 2, (1-2): 33-36, 1998.
- Norma Cubana 72-02. *Biopreparados de entomopatógenos. Métodos de ensayos*, pp. 4-6, mayo, 1993.
- Rivera, M. A.: «Estudio sobre la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill con formulaciones comerciales de fungicidas e insecticidas», *Revista Colombiana de Entomología* 19 (4): 151-153, 1993.
- Rivera, M. A.: «Compatibilidad de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill en la mezcla de insecticidas usados en el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari)», *Revista Colombiana de Entomología* 20 (4): 209-214, 1994.
- Seal, D. R.: «Field Studies in Controlling Melon Thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on Vegetable Crops Using Insecticides», *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 107, 1994.
- Sterk, G.; K. Bolckmans; J. Eyal: «A New Microbial Insecticide, *Paecilomyces fumosoroseus* Strain Apopka 97 for the Control of the Green-House Whitefly», *Proceedings of an International Conference*, Brighton, UK, 18-21 nov. 1996, pp. 461-466.
- Tamayo-Mejía, F.: «Effectivity of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* Against Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in Tenexite pango», Morelos State, Montecillo, México, 1998.
- Torrez-Sánchez, E.; H. Cárdenas-Cot: «*Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown Smith en el control microbiano de la mosquita blanca *Bemisia argentifolii* Bellow Perring (Homoptera: Aleyrodidae)», *Memorias. Simposio de Control Biológico, XIX Congreso Nacional de Control Biológico, Culiacán, Sinaloa, México, 14-15 nov.*, pp. 40-42, 1996.
- Van-de-Veire, M.; D. Degheele: «Toxicity of the Fungal Pathogen *Paecilomyces fumosoroseus* Strain Apopka 97 to the Greenhouse Whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the Parasitoid *Encarsia formosa* and First Results of a Control Experiment in Glass House» *Contributions of working group Integrated control in glass house (IOBC/WPRS) meeting at Vienna (Austria), 20-25 may.*, University of Ghent (Belgique), 1996.
- Vidal, C.; L. A. Lacey; J. Fargues: «Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) Against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) With a Description of a Bioassay Method», *Journal of Economic Entomology (USA)* jun. v. 90 (3): 765-772, 1997.
- Viñuelas, E.; J. A. Jacas; A. A. Marco; F. Budía: «Los efectos de los plaguicidas sobre los organismos beneficiosos en la agricultura y el grupo de trabajo de la OILB. Plaguicidas y organismos beneficiosos. Insecticidas y acaricidas», *Phytoma* no. 45, España, 1993.

EFFECTIVIDAD DE *METARHIZIUM ANISOPLIAE* (METC) SOR EN EL COMBATE DE *ATTA INSULARIS* GÜERIN EN CUBA

Rubén P. Pérez, Zoila G. Trujillo, Miriam López, Carmen Nieves, Cristina Ocano y Misleibis Márquez

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

Durante 1995 se condujeron ensayos para evaluar, en condiciones de laboratorio, diversas cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metc) para el combate de la bibijagua *Atta insularis* G. Los resultados indicaron que la cepa MBA-1 de dicho entomopatógeno a las concentraciones de $1,35 \times 10^7$ y 10^8 conidios/mL provocaron el ciento por ciento de mortalidad y el mayor número de insectos micosados, lo que demostró la acción patogénica de dicha cepa en comparación con el resto de las evaluadas.

Palabras claves: *Atta insularis*, *Metarhizium anisopliae*, hongo entomopatógeno, control biológico.

ABSTRACT

Diverse entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (Metc) Sor strains against leaves cutting ants *Atta insularis* Guerin were evaluate in laboratory conditions during the year 1995. Results showed that 1.35×10^7 and 10^8 conidios/ml of MBA-1 strains concentrations caused 100% mortality and the biggest number of insects covered with fungi which values significantly differed from the rest of evaluated strains, so the pathogenic action of this strain was demonstrated.

Key words: *Atta insularis*, *Metarhizium anisopliae*, entomopathogenic fungi, biological control

INTRODUCCIÓN

Atta insularis (Güerin) representa un grave peligro para diferentes cultivos, pues es capaz de defoliar plantas completas en poco tiempo debido a que cortan las hojas para llevarlas a sus nidos donde cultivan un hongo del cual se alimentan. Prácticamente atacan cualquier especie vegetal. Constituye un gran azote en las viviendas, ya que en las excavaciones que realizan para construir sus nidos afectan sus cimientos y los sembrados de patios y jardines. Esta plaga presenta una amplia distribución en todo el territorio nacional, y son activos durante todo el año [Bruner y Valdés, 1949].

La organización social, la estructura de la colonia, la comunicación sobre localización, cantidad y cualidad del forrajeo, y la defensa del territorio, hace que se torne una plaga de difícil combate [Vilela y Della-Lucia, 1987].

En la lucha contra este insecto se han empleado muchos métodos, entre ellos el combate por medios mecánicos, quema, inundación, gases venenosos, aplicando soluciones insecticidas a las entradas de los nidos y el uso del cebo venenoso nombrado Mirex [Hoh et al., 1975].

El método más generalizado para el combate de esta plaga ha sido exclusivamente por productos químicos, teniendo como desventaja la alta toxicidad, la destrucción de fauna de enemigos naturales, además de seleccionar genotipos resistentes a estos productos [Cherret, 1986].

Machado et al. (1988) en estudios realizados sobre la inoculación de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill y *Metarhizium anisopliae* (Metc) Sor, sobre algunas especies de *Acromyrmex* (Himenoptera: Formicidae) observaron que a partir de los tres y diez días de aplicados estos patógenos, las colonias de estas especies abandonaron los huecos, y se redujo de la actividad externa de estos insectos.

A partir de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo estuvo encaminado en evaluar diferentes cepas de *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La valoración de la mortalidad y virulencia de las cepas de *M. anisopliae* sobre *A. insularis* se realizó entre marzo

y agosto de 1995; la fase de laboratorio se llevó a cabo en el Departamento de Manejo de Plagas del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).

Para los ensayos de laboratorio se utilizaron obreras colectadas en el campo para evaluar el efecto de las cepas seleccionadas, según se describe en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Cepas del hongo *M. anisopliae* ensayadas y concentración de las esporas

Variantes (cepas)	Concentraciones conidios/mL		
	1,35 x 10 ⁶	1,35 x 10 ⁷	1,35 x 10 ⁸
Niña bonita	1,35 x 10 ⁶	1,35 x 10 ⁷	1,35 x 10 ⁸
No. 127	1,65 x 10 ⁶	1,65 x 10 ⁷	1,65 x 10 ⁸
No. 1840	8,95 x 10 ⁶	8,95 x 10 ⁷	8,95 x 10 ⁸
No. 139	1,65 x 10 ⁶	1,65 x 10 ⁷	1,65 x 10 ⁸
Testigo	—	—	—

A partir de las colonias de los hongos mantenidas en medio de cultivo SDA, se prepararon las suspensiones de conidios con agua estéril.

Para cada cepa se utilizaron cinco placas de Petri con papel de filtro, se inoculó 2 mL de la suspensión de conidios y para el testigo 2 mL de agua estéril. Posteriormente se depositaron cinco bibijaguas por cada placa. En cada placa se añadió 2 mL de agua estéril para mantener la humedad que facilite el desarrollo del hongo. Los insectos se mantuvieron con régimen de ausencia de alimentos.

La experiencia se realizó en un local con temperaturas de 24°C y un fotoperíodo de 11 horas luz.

Se realizaron observaciones diarias sobre la mortalidad. Los insectos muertos se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5% y lavado con agua estéril; posteriormente mantenidas en cámara húmeda para comprobar la emergencia del hongo.

La mortalidad se calculó mediante la fórmula de Abbott [Ciba Geigy, 1988]. Los datos de las evaluaciones fueron transformados en arcoseno% y procesados mediante análisis de varianza con un 95% de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cepas de *M. anisopliae* evaluadas causaron una mortalidad y virulencia superior al 50% sobre *A. insularis* a las 72 horas de aplicados, pero los mejores resultados se obtuvieron con la cepa niña bonita, la cual alcanzó un ciento por ciento de mortalidad y virulencia que osciló entre 75 y 80%, con diferencias significativas en relación con el resto de las variantes evaluadas y estas con el respecto al testigo (*Tabla 2*).

Pérez (1989), al realizar tratamientos de *B. bassiana* a concentraciones de 11×10^8 , 11×10^6 y 11×10^5 conidios/mL, obtuvo efectividades entre 90 y 100%.

Da Silva y Diehl-Fleig (1988), en estudios en condiciones de laboratorio con diferentes cepas de *B. bassiana* y

M. anisopliae sobre *A. sexdens*, constataron patogenicidad y un rápido crecimiento y esporulación de estos hongos sobre los insectos muertos. Señalaron además que los estudios sobre *A. sexdens piriventris* inoculadas con *B. bassiana* y *M. anisopliae* provocaron la total reducción de la actividad externa a partir de los 60 días posteriores a las aplicaciones de estos entomopatógenos, y que la reanudación de la actividad de estos insectos puede estar dada por la extensión de la colonia (200 m²), por tanto más profundas y con más individuos que el resto de las tratadas. En sus conclusiones plantean que para obtener un control efectivo es necesario impregnar patógenos de acuerdo con el principio de uso de insecticidas, es decir, mayor cantidad por unidades infestivas y repetidas aplicaciones, además de considerar el tamaño y densidad poblacional de cada colonia.

Diehl-Fleig y Da Silva (1992), en estudios realizados en la producción de *B. bassiana* y *M. anisopliae* con medio de cultivo a partir de extracto de *Hovenia dulcis*, informaron de la atractibilidad sobre las hormigas cortadoras *Atta sexdens piriventris* y *Acromyrmex* spp., lo cual pudiera servir a fin de obtener formulaciones con estos entomopatógenos para el combate de estas plagas.

Los resultados confirman la acción biorreguladora de este entomopatógeno sobre las bibijaguas, lo cual brinda nuevas opciones para su combate en las condiciones de Cuba.

CONCLUSIONES

- Los estudios realizados sobre el entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* condujeron a la selección de la cepa niña bonita por la demostrada efectividad biológica para el combate de *Atta insularis*, ya que logró un ciento por ciento de mortalidad de los insectos, entre tres y cinco días posteriores a los tratamientos, y porcentajes de virulencia que oscilaron entre 75 y 100%.

Tabla 2. Efecto patogénico de diferentes cepas de *Metarhizium anisoplae* sobre *Atta insularis*

Variantes	Concentración	Porcentaje mortalidad		Insectos micosados (%)
		48 horas	72 horas	
Niña bonita	$1,35 \times 10^6$	73 bc	100 a	75 b
Niña bonita	$1,35 \times 10^7$	100 a	100 a	80 a
Niña bonita	$1,35 \times 10^8$	93 ab	100 a	93,3
No. 127	$1,65 \times 10^6$	44,3 dc	68,5 b	80 a
No. 127	$1,65 \times 10^7$	46,4 cde	56,1 b	73 b
No. 127	$1,65 \times 10^8$	55,5 cde	60,3 b	73 b
No. 1840	$8,95 \times 10^6$	52,3 cde	72,1 b	86 a
No. 1840	$8,95 \times 10^7$	42,2 cd	65,0 b	73 b
No. 1840	$8,95 \times 10^8$	50 cd	70 b	80 a
No. 139	$1,65 \times 10^6$	15,3 cde	53 b	66,6 b
No. 139	$1,65 \times 10^7$	21,4 cd	56 b	76,6 b
No. 139	$1,65 \times 10^8$	30 cd	58 b	76,8 b
Testigo	—	0 f	0 c	0 c
CV		28,7	20,9	15,4
DE		0,43	0,40	0,30

REFERENCIAS

Bruner, S. C.; F. Valdés: *Observaciones sobre la biología de la bibijagua* (Hymenoptera: Formicidae). Estación Experimental Agronómica. Santiago de Las Vegas, 1949, pp. 145-153.

Cherrett, J. M.: *The Control Of Injurious Animals*, London, 1986.

Da Silva, Marcia E.; Elena Diehl-Fleig: «Avaliação de diferentes linhagens de fungos entomopatogênicos para el controle da hormiga *Atta sexdens priventris* [Santschi, 1919] (Hymenoptera: Formicidae)», *Ann. Soc. Ent.*, Brasil, 17 (2), 1988.

Diehl-Fleig, Elena, Marcia E. Da Silva, Alexander Specht, Marta E. Valin-Labres: «Efficiency of *Beauveria bassiana* for *Acromyrmex* spp. Control (Hymenoptera-Formicidae)», *Ann. Soc. Entomol.*, Brasil, 22 (2): 281-285, 1993.

Hoh, I.; R. Roche: «Estudios preliminares sobre la biología, hábitos y métodos de lucha de la bibijagua *A. insularis*», Simposium sobre la Sanidad Vegetal en el Cultivo de Cítricos, Isla de la Juventud, 1975.

Machado Vilmar, E. O. Fleig; M. Luchese: «Reacciones observadas en colonias de algunas especies de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) inoculadas con hongos entomopatogênicos», *Ciencia y Cultura*, 40(11), 1988.

Pérez, P. F.: «Estudios bioecológicos. Métodos de lucha contra *Atta insularis* Güerin (Hymenoptera. Formicidae)», Resumen de tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, 1989.

Vilela, E. F.; T. M. C. Del'a-Lucia: *Feromonias de insectos. Biología, química e emprego. Manejo de pragas*, Impreso Universidade Federal de Viosa, 1987.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PREDADORA DE *CHRYSOPA EXTERIOR* NAVAS SOBRE NINFAS DE *BEMISIA TABACI* (GUENNADIUS) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Esperanza Rijo Camacho

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

Se evaluó la capacidad depredadora de *Chrysopa exterior* Navas sobre ninfas de *Bemisia tabaci* (Guennadius), criadas y mantenidas en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de laboratorio. A cada larva de crisopa se le suministró diariamente una hoja de tomate con un número determinado de ninfas de mosca blanca. El ensayo constó de tres grupos de 50 larvas del entomófago recién eclosionadas y se determinó la media de consumo diario y durante el estado larval, experimento que fue replicado tres veces. La cantidad de fitófagos depredados se determinó por la diferencia entre la población inicial que portaba la hoja y los conteos de ninfas de mosca blanca vivas, todo lo cual se realizó con el auxilio de un microscopio estereoscópico. La especie *C. exterior* depredó 686 ninfas de *B. tabaci* durante el estado larval, y sólo el tercer estadio succionó 536 ninfas, por lo que este fue el de mayor capacidad depredadora. Con la observación del momento de ocurrencia de la muda larval se determinó la duración de cada estadio, los cuales fueron tres, cuatro y cinco días para el primero, segundo y tercero, respectivamente.

Palabras claves: depredador, *Chrysopa*, mosca blanca, *Bemisia tabaci*

ABSTRACT

Predatory capacity of *Chrysopa exterior* Navas to control *Bemisia tabaci* (Guennadius) nymph, bred and maintained in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) under laboratory conditions. Each *Chrysopa* larva received a tomato leaf with a certain number of nymphs of white fly daily. Experiment consisted of three groups of 50 larvae of predator and daily mean of consume was determined and along the larval state too, that was replied three times. The quantity of predated pest was determined by the difference among initial population that carried the leaf and the counts of alive nymphs of white fly, all that which was carried out with the aid of a microscope. The species *C. exterior* predated 686 nymphs of *B. tabaci* during the larval state and only the third stadium predated 536 nymphs, therefore it was that of more predatory capacity. With the observation of the moment of occurrence of the larval change, the duration of each stadium was determined, which were three, four and five days for the 1th., 2nd. and 3th, respectively.

Key words: predator, *Chrysopa*, white fly, *Bemisia tabaci*

INTRODUCCIÓN

La familia Chrysopidae es la más abundante del orden Planipennia, y una de las que ha llamado más la atención en cuanto a su capacidad depredadora de artrópodos de cuerpo blando.

En la literatura internacional aparecen registradas especies de la familia Chrysopidae utilizadas en el control de las mosquitas blancas de las especies *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, *Bemisia tabaci* (Guennadius) y *B. argentifolii* Bellows & Perring, [Arroyo y Ortiz, 1996; Angulo y Hernández, 1996; López-Barbosa y col. 1996]. Según Pacheco (1996), las liberaciones del depredador *Chrysoperla carnea*, perteneciente a la familia antes citada, para la regulación del fitófago debe realizarse cuando el uso del insecticida sea mínimo y la disponibilidad de alimento para el entomófago sea alta.

En Cuba la familia Chrysopidae está representada por 28 géneros que ocupan diferentes nichos [Alayo, 1968], y la especie *C. exterior* Navas, según Castiñeiras (1995), tiene una amplia distribución en el país, y la registró como enemigo natural de *B. tabaci*. En la actualidad en reiterados muestreos de vegetales infestados con mosca blanca se ha detectado la presencia de la mencionada especie de entomófago, lo que motivó que se evaluara en condiciones de laboratorio la capacidad depredadora de este sobre ninfas de mosca blanca (*B. tabaci*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la capacidad depredadora de *C. exterior* sobre ninfas de mosca blanca se realizó en el Departamento de Control Biológico del Instituto de

Investigaciones de Sanidad Vegetal. Para ello se sembraron plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de cautiverio, y así evitar la entrada de organismos no deseados. Cuando las plantas tenían cinco hojas fueron infestadas con imagos de *B. tabaci*. La especie de mosca blanca fue determinada según Vázquez (1995).

Para la realización de la investigación se utilizaron tres grupos de 50 larvas de *C. exterior* recién emergidas procedentes de una cría de laboratorio, las que fueron colocadas individualmente en envases de 100 mL. A cada una se le suministró diariamente hojas de tomate infestadas con ninfas de mosca blanca, hasta que los depredadores completaron el desarrollo larval. Las hojas de tomate parasitadas por el fitófago portaban cantidades de ninfas de moscas blancas acorde con el desarrollo del entomófago, como se muestra en la *Tabla 1*, y con el auxilio del microscopio estereoscópico fue registrado el número de moscas blancas depredada. Al pedúnculo de las hojas cercenadas de la planta se le colocó un algodón embebido en agua para que permaneciera turgentes, y los fitófagos continuaran el ciclo de vida. La investigación se realizó a $26 \pm 2^\circ\text{C}$ y 85% HR y 12:12 horas luz-oscuridad.

Los envases y las hojas que servían de sustrato a los fitófagos se revisaron diariamente para detectar la pre-

sencia de exuvias y conocer el momento del desarrollo en que realizaron la muda larval, y determinar los instares, así como su duración.

Los resultados de esta investigación fueron sometidos a un análisis de varianza simple para determinar la depredación por instar larvales y un bifactorial entre los días de desarrollo larval y la capacidad entomófaga. Las medias fueron sometidas a la dócima de comparación múltiple de Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el experimento se registró que *C. exterior* en su estado larval presentó una duración de 12 días. La primera y segunda muda larval se produce al tercer y séptimo día respectivamente, lo que permitió delimitar tres estadios larvales de tres, cuatro y cinco días sucesivamente. Este número de estadios caracteriza a las especies de la familia Chrysopidae [Tauber *et al.*, 2000]. La longevidad larval difiere del estudio realizado por Rijo (1980) para la mencionada especie, cuando le suministró de alimento *Aphis craccivora* Koch. La misma completó el estado larval en 10 días, lo cual evidencia que la duración del desarrollo de la larva de *C. exterior* está en dependencia de la fuente alimenticia (*Tabla 1*).

Tabla 1. Capacidad depredadora por día y por estadio larval de *C. exterior* sobre ninfa de *B. tabaci* y duración de cada estadio larval

Desarrollo larval (días)	Ninfas de mosca blanca suministradas	Promedio de ninfas depredadas/crisopa (días)	Promedio de ninfas depredadas/estadio larval	Duración de los estadios larvales
1	20	3	Primer estadio larval 19 ninfas	$3 \pm 0,5$ días
2	20	7		
3	30	9		
4	40	18	Segundo estadio larval 131 ninfas	4 ± 1 días
5	50	22		
6	80	41		
7	100	50		
8	150	70	Tercer estadio larval 536 ninfas	5 ± 1 días
9	200	85		
10	300	105		
11	400	124		
12	400	152		
		$\Sigma = 686$		

En la *Tabla 2* se muestra la depredación de *C. exterior* por estadio larval y por día de desarrollo de la larva sobre ninfas de *B. tabaci*. La capacidad depredadora de los diferentes estadios de la larva del regulador biológico sobre las ninfas del fitófago varió significativamente, actividad entomófaga que fue en incremento con el transcurso de los días dentro de cada período al registrarse medias de depredación superiores, principio que también se cumplió al analizar de forma global la acción reguladora con los días en el desarrollo del estado larval.

C. exterior depredó el mayor número de ninfas de mosca blanca en el tercer instar al succionar 536 ninfas de un total de 686 moscas blancas que la larva devoró durante el estado larval como promedio, índice superior a lo registrado para la misma especie al evaluar la acción reguladora sobre *A. craccivora* (406 áfidos) en condiciones de laboratorio, insectos estos que tienen una mayor talla que las ninfas de mosca blanca evaluada, lo que pudo influir en la actividad entomófaga de esta especie [Rijo, 1980].

Tabla 2. Capacidad de depredación de los estadios larvales de *C. exterior* sobre ninfas de *B. tabaci*

Edad larval (días)	Primer instar larval	Segundo instar larval	Tercer instar larval	Interacción: depredadora /edad larval (días)
1	3 a	18 a	70 a	3 a
2	7 b	22 b	85 b	7 b
3	9 c	41 c	105 c	9 c
4		50 d	124 d	18 d
5			152 e	22 e
6				41 f
7				50 g
8				70 h
9				85 i
10				105 j
11				124 k
12				152 l
$\bar{X}$	3,8	26,2	107	45,7
DS	0,77	0,89	1,00	0,89
CV (%)	2,3	3,4	0,93	1,95

CONCLUSIONES

- La especie *C. exterior* alimentada con ninfas de *B. tabaci* presentó una duración del período larval de 12 días, y se determinó que la primera y segunda muda larval la realizó al tercero y séptimo día de desarrollo.
- Se determinaron tres estadios larvales con una longevidad de tres, cuarto y cinco días para el primero, segundo y tercer estadio respectivamente.
- La larva de *C. exterior* depredó 19, 131 y 536 ninfas de *B. tabaci* en el primero, segundo y tercer estadio larval como promedio, para un total de 686 ninfas del fitófago en condiciones de laboratorio

REFERENCIAS

- Alayo, P. P.: *Los neuropteros de Cuba*. Poeyana, Serie B. no. 2, Instituto de Biología, ACC, 1968.
- Angulo Bojórquez, A.; A. Hernández G.: «Enemigos asociados a mosquitos blancos en el Valle de Culiacán, Sinaloa», XIX Congreso Nacional de Control Biológico, 1996, pp. 111-112.
- Arroyo Najar, J. M.; M. Ortíz Catón: «Duración del ciclo biológico y depredación sobre mosquita blanca y pulgones de una especie de crisopa», XIV Congreso Nacional Control Biológico, Memoria, 1996, pp. 56-58.
- Castiñeiras, A.: «Natural Enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba», *Florida Entomologist* 78 (3), 530-540, 1995.
- López Barbosa, E. C.; M. C. López Maldonado; S. Flores Breceda; M. Badii Zabeh; L. O. Tejada: «Efecto de cuatro métodos de control

- sobre la fluctuación de población de la mosquita blanca *Bemisia argentifolii* Bel.ows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) en sandía». Simposium de Control Biológico de Mosquita Blanca, XIX Congreso Nacional de Control Biológico, 1996, pp. 20-28.
- Pacheco Covarrubias, J. J.: «Bioecología de la mosquita blanca; su crecimiento poblacional como base para la implementación de medidas de combate», Simposium Control Biológico de Mosquita Blanca, XIX Congreso Nacional de Control Biológico, 1996, pp. 11-13.
- Rijo Camacho, Esperanza: «Capacidad depredadora de *Chrysopa exterior* (Neuroptera: Chrysopidae) en condiciones de laboratorio». *Ciencia Tec. Agric. Protección de Plantas*, 3(1): 19-28, 1982.
- Tauber, M. J.; C. A. Tauber; K. M. Daane; K. S. Hagen: «Commercialization of Predators: Recent Lessons from Green Lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperta)». *American Entomologist*, 2000, pp. 26-38.
- Vázquez Moreno, L. L.: «Sistema de diagnóstico, inventario y plantas hospederas de moscas blancas en Cuba», Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAGRI, 1995.

PRONÓSTICO DEL TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY) DE LA PAPA EN CUBA. I. ANÁLISIS DE LA EDAD DEL CULTIVO E INTERVALO DE TIEMPO ÓPTIMO PARA EL SURGIMIENTO DE LOS PRIMEROS BROTES DE LA ENFERMEDAD

Guadalupe Gómez¹ y Magaly Suárez²

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

² Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Calle 25 no. 23011 e/ 234 y 236, Autopista, La Coronela, Ciudad de La Habana

RESUMEN

La papa ocupa el cuarto lugar entre los principales cultivos del mundo, aun cuando brinda más alimento en menos espacio, en condiciones más variables y en menos tiempo. El hombre está trabajando desde hace más de siete décadas en busca de modelos capaces de predecir la aparición de los primeros síntomas y la evolución de la enfermedad. Se trabajó en la determinación de la edad más susceptible de las plantas de papa para la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en Güines y Melena del Sur, provincia de La Habana, desde la campaña del cultivo 1994-95 hasta 1997-98, así como el periodo de tiempo más propicio para su aparición desde 1978-79 hasta 1997-98. A los datos ordenados y tabulados se calcularon las frecuencias relativas, y se realizó una comparación de las proporciones mediante un análisis de χ^2 . El mayor número de las detecciones ocurre entre los 30 y 50 días de plantado el cultivo, lo que generalmente coincide con el mes de enero. Las apariciones entre los 21 y 30 días correspondieron con la entrada al país de aislados A_2 y resistentes al metalaxyl. Las localidades estudiadas fueron zonificadas en dependencia del porcentaje de aparición de los primeros síntomas.

Palabras claves: papa, *Solanum tuberosum*, tizón tardío, *Phytophthora infestans*, fenología, regionalización

ABSTRACT

The potato occupies the fourth place among the main crops of the world, even when it offers more food in less space, under very variable conditions and in short time. The man has been working to search for more than seven decades for models able to predict the appearance of the first symptoms and the evolution of the disease. The determination of the most susceptible age in the potato plants for the appearance of the first symptoms of the disease in Güines and Melena del Sur, Havana province, from the cultivation campaign of 1994-95 up to 1997-98, as well as the most favorable period for their appearance from 1978-79 up to 1997-98 was carried out. Relative frequencies were calculated from the orderly and tabulated data, and a comparison of the proportions was carried out by means of a χ^2 analysis. The highest number in the detection occurs between the 30 and 50 days of having planted the cultivation, what generally coincides with the month of January. The appearances between the 21 and 30 days corresponded with the entrance to the country of isolated A_2 and resistant to the metalaxyl. The studied localities were zoned in dependence of the percentage of appearance of the first symptoms.

Key words: potato, *Solanum tuberosum*, late blight, *Phytophthora infestans*, phenology, zoning

INTRODUCCIÓN

La papa es originaria de los Andes sudamericanos, donde se ha cultivado desde hace ocho mil años. Se conocen aproximadamente dos mil especies del género, de las cuales unas ciento ochenta producen tubérculos. Sólo ocho de estas especies son cultivos alimenticios, pero únicamente *Solanum tuberosum* L. es sembrada extensiva e intensivamente en todo el mundo [Rowe, 1993]. En las últimas siete décadas ha ocupado del segundo al cuarto lugar entre los principales cultivos del mundo, superada por el trigo, el arroz y el maíz, aun-

que brinda más alimento en menos espacio, en condiciones más variables y, además, en menor tiempo [Núñez et al., 1990; Horton, 1992; Zandstra, 2000].

Desde la creación del primer modelo de pronóstico para el tizón tardío de la papa en Holanda hasta la actualidad, múltiples métodos se han derivado. A lo largo de siete décadas los países desarrollados han encabezado los trabajos dirigidos a la elaboración y utilización de dichos modelos, mientras que muy pocos son los países en desarrollo que han aplicado y/o ajustado di-

chos métodos a las condiciones de sus regiones paperas [Gómez, 2000]. De acuerdo con Fry y Fohner (1985), entre los objetivos generales de la aplicación del pronóstico de enfermedades se encuentran el aumento de los ingresos producto de un mejor manejo de los fungicidas, la disminución de los riesgos de pérdidas debido a la ocurrencia de epifitotias, así como la disminución del efecto potencial del deterioro del ambiente y la salud humana. La determinación de la fecha de aparición primaria del agente nocivo en una región concreta y la predicción de ocurrencia de epifitotia como objetivos particulares, garantizan en un alto porcentaje el cumplimiento de los objetivos [Zhumakov, 1970].

El propósito de este trabajo fue estudiar, según los registros históricos de diferentes áreas de producción de papas en Cuba, la edad y el período de tiempo óptimo para la aparición de los primeros síntomas del tizón tardío, aspectos importantes a tener en cuenta en modelos de predicción de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Estudio de la edad más susceptible de las plantas para la aparición de la enfermedad.

A fin de determinar la edad más susceptible de las plantas de papa para la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad en áreas de producción, se registraron las edades de diferentes plantaciones en Güines y Melena del Sur, provincia de La Habana, donde fue detectado el tizón tardío por primera vez desde 1994-95 hasta 1997-98. Los datos se ordenaron y tabularon de acuerdo con la frecuencia de aparición entre 0-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80, 81-90 y 91-100 días de plantado el cultivo. Se analizó un total de 145 observaciones (76 de Güines y 69 de Melena del Sur). Posteriormente se calcularon las frecuencias relativas y se realizó una comparación de las proporciones mediante un análisis de Chi².

b) Estudio del período de tiempo más propicio para la aparición de los primeros brotes de la enfermedad.

Se registró la información acumulada sobre la primera fecha de detección de la enfermedad en La Habana (Bainoa, Güines, Melena del Sur, Güira de Melena y Artemisa), Matanzas (Jovellanos, Colón y Máximo Gómez), Cienfuegos (Horquita), Villa Clara (Yabú y Remedios), Sancti Spíritus (Valle del Caonao), Ciego de Ávila (Venezuela) y Camagüey (Sola y Esmeralda), desde 1978-79 hasta 1997-98. Los datos se ordenaron y tabularon en clases de intervalos quincenales, a partir del 16 de noviembre hasta el 16 de abril. Para cada localidad se determinó la frecuencia relativa de aparición de los primeros síntomas y se realizó una comparación de las proporciones mediante un análisis de Chi². Se definió el intervalo de tiempo en que nunca se detectó la enfermedad, el tiempo más favorable para el surgimiento de los primeros brotes del tizón tardío y se clasificaron las zonas estudiadas, en dependencia de la frecuencia de aparición, para lo cual se utilizó la siguiente escala: Frecuencia de aparición (%): Riesgo, 0-20, mínimo; 21-49, ligero; 50-69, moderado; 70-100, alto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Estudio de la edad más susceptible de las plantas para la aparición de la enfermedad.

La enfermedad no fue detectada antes de los 20 días de plantado el cultivo (Fig. 1). El mayor número de las detecciones ocurre entre los 30 y 50 días, considerándose altamente significativas las diferencias entre los valores de esta clase y el resto. Fue mayor la cantidad de apariciones entre los 51 y 60 días que entre los 21 y 30, con diferencias también altamente significativas. Posterior a los 61 días disminuyó y no aparece en plantaciones con más de 91 días.

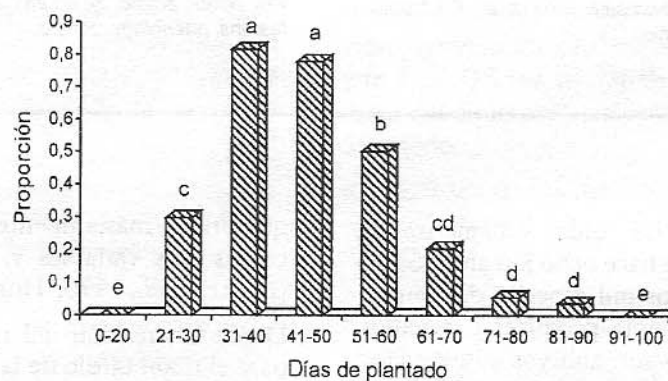


Figura 1. Proporciones de detecciones del tizón tardío en diferentes edades en Güines y Melena del Sur (1994-98).

Quintero (1978) dividió en cuatro subperíodos principales el período vegetativo de la papa en Cuba. El primero es considerado desde la plantación de los tubérculos hasta la brotación máxima (19 días); el segundo, entre la brotación máxima y el comienzo de la tuberización (9 días); el tercero, desde el comienzo de la tuberización hasta el desarrollo máximo del follaje (26 días), y el cuarto desde este último hasta la cosecha (a partir de los 55 días de plantado). Al relacionar el resultado con la clasificación que hizo el autor, se observó que los primeros síntomas comienzan a detectarse en la etapa inicial de tuberización (segundo subperíodo), para alcanzar los valores máximos precisamente cuando casi la totalidad de las plantas se debilitan al comenzar los tubérculos la conservación de los productos que elabora, mientras que disminuye en el cuarto y último subperíodo. Otros autores, bajo condiciones controladas, no obtuvieron respuesta de infección en plantas con menos de 18 días de brotadas, y el grado de infección disminuyó con la edad [Lowings y Acha, 1959; Lapwood, 1961 y Rotem y Sari, 1983], mientras que Sinden *et al.* (1973) atribuyeron la causa de no-manifestación de los primeros síntomas antes del comienzo de la tuberización al esteroide glycoalcaloide que durante esa etapa se encuentra en los tejidos de la papa y que funciona como factor de resistencia a los patógenos fúngicos. Esta sustancia, según ellos, sólo disminuye sus niveles cuando comienza la tuberización, cambiando entonces los patrones de susceptibilidad de la planta; así, en dependencia de la existencia del patógeno y las condiciones climáticas se presenta o no la enfermedad.

Gómez *et al.* (1999) señalaron que posterior a condiciones favorables (períodos crítico o de alerta), la enfermedad podía aparecer en plantaciones con más de 30 días; sin embargo, en el análisis realizado, esta fue detectada entre los 21 y 30 días de plantado el cultivo en el 11,03 % del total de las observaciones, lo que coincidió con campañas en las cuales se detectó la entrada de aislados del grupo de compatibilidad sexual A₂ [López y Tomás, 1997] y resistentes al metalaxyl [Muiño, 1997], después de 1992-93.

En Europa, desde la década del ochenta, los productores comenzaron a percatarse de que algo diferente estaba ocurriendo con el tizón tardío, y después de los estudios elementales de caracterización del hongo, los investigadores llegaron a la conclusión que aislados del tipo de cruzamiento A₂ se encontraban presentes [Fry *et al.*, 1993]. En Canadá el A₂ fue encontrado en varias provincias desde 1990, y hasta 1992 la enfermedad estuvo limitada a áreas que tradicionalmente la tenían; sin embargo, en 1993 el tizón tardío se comportó significativamente diferente en las áreas de producción de papa de secano de Alberta, Manitoba y otras cinco provincias, aunque donde único se detectó aislados A₂ y resistentes al metalaxyl fue en British Columbia. Posteriormente fueron identificados diferentes genotipos

del patógeno en las provincias de British Columbia en 1994 y 1995, y en 1996 nueve de las diez provincias canadienses tenían ambos tipos de cruzamiento (A₁ y A₂) con un rango de susceptibilidad al metalaxyl [Platt *et al.*, 1996].

b) *Período de tiempo más propicio para la aparición de los primeros brotes de la enfermedad.*

En Cuba la papa se siembra en todas las provincias del país, con excepción de Santiago de Cuba. Las épocas establecidas para su siembra son tres: temprana (del 15 de octubre al 15 de noviembre), intermedia (del 16 de noviembre al 15 de diciembre) y tardía (después del 15 de diciembre). La enfermedad comienza a ser detectada en la primera quincena de diciembre, cuando comienzan a percibirse brotes ligeros, fácilmente controlables, fundamentalmente en Güira de Melena y Güines (La Habana). En Jovellanos (Matanzas), por el contrario, las primeras apariciones comienzan a observarse en la segunda decena de diciembre; en Cienfuegos y Sancti Spíritus a partir de la primera de enero, mientras que en Villa Clara, al igual que en Ciego de Ávila, desde la segunda mitad de diciembre pueden ser apreciados los síntomas. En Camagüey fue observada una sola vez. La dinámica de las primeras apariciones del tizón tardío en las principales zonas paperas del país muestra que el intervalo de tiempo en que los primeros brotes de la enfermedad pueden ser observados (desde diciembre hasta marzo) es amplio, pero que enero es el mes con valores de aparición significativamente diferentes al resto de los intervalos, aunque existen localidades donde no hay diferencias (Tabla 1).

Es importante destacar la relación que existe entre la época de siembra del cultivo y el período más favorable para la aparición de los primeros brotes del tizón tardío. Está demostrada la importancia que tiene para el desarrollo epifitotológico el inóculo que se disemina con la semilla [Erwin y Ribeiro, 1996]. En Cuba la papa de semilla importada frecuentemente arriba retardada, lo que implica la plantación tardía de grandes áreas, coincidiendo fenología adecuada con el intervalo de tiempo más favorable para el desarrollo del tizón tardío.

En La Habana no son frecuentes las campañas en que la enfermedad no se haya presentado, mientras esta aumenta hacia el este de la isla, con excepción del Valle del Caonao en Sancti Spíritus. La clasificación de las zonas estudiadas, de acuerdo con el porcentaje de la frecuencia de aparición, agrupa hasta el 20 % a Sola y Esmeralda como las regiones más orientales de todas las estudiadas, y donde el riesgo de aparición puede ser considerado mínimo; en un 21 a 49 % sólo se encuentra Colón, y el riesgo de aparición es ligero; de 50 a 69 % Jovellanos, Horquita, Yabú, Remedios y Venezuela, riesgo de aparición moderado, y entre un 70 a un 100 % además de todas las zonas de La Habana, se encuentran Máximo Gómez (Matanzas) y el Valle del Caonao (Sancti Spíritus), catalogadas como de alto riesgo de aparición del tizón tardío (Fig. 2).

Tabla 1. Prueba de χ^2 y comparación de proporciones del número de apariciones del tizón tardío mediante la dócima de rangos múltiples de Duncan, en diferentes intervalos de tiempo y localidades estudiadas en los últimos veinte años

Intervalos	Provincias																
	La Habana					Matanzas				Cienfue- gos		Villa Clara		Sancti Spiritus	Ciego de Ávila	Camagüey	
	Güira de Melena	Güines	Melena del Sur	Bainoa	Artemisa	Jovellanos	Colón	Máximo Gómez	Horquita	Yabú	Remedios	Valle del Caonao	Vene- zuela	Esme- ralda	Sola		
16-30 nov.	0,000 c	0,000 b	0,000 c	0,000	0,000 c	0,000 b	0,000 b	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000	0,000		
1-15 dic.	0,053 b	0,063 b	0,000 c	0,000	0,000 c	0,000 b	0,000 b	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000	0,000		
16-31 dic.	0,158 b	0,125 b	0,058 c	0,000	0,000 c	0,273 a	0,000 b	0,000 b	0,000	0,100 b	0,200	0,000 b	0,428	0,000	0,000		
1-15 ene.	0,263 ab	0,375 a	0,470 a	0,200	0,333 ab	0,273 a	0,333 a	0,267 a	0,250	0,100 b	0,300	0,230 b	0,143	0,000	0,000		
16-31 ene.	0,421 a	0,375 a	0,294 ab	0,300	0,500 a	0,455 a	0,222 ab	0,267 a	0,250	0,100 b	0,100	0,538 a	0,286	0,000	0,000		
1-15 feb.	0,105 b	0,000 b	0,058 c	0,300	0,250 abc	0,000 b	0,000 b	0,333 a	0,250	0,100 b	0,000	0,154 b	0,143	0,000	0,000		
16-29 feb.	0,000 c	0,000 b	0,117 b	0,000	0,1666 bc	0,000 b	0,333 a	0,133 ab	0,166	0,500 a	0,200	0,076 b	0,000	1,000	0,000		
1-15 mar.	0,000 c	0,063 b	0,000 c	0,200	0,000 c	0,000 b	0,000 b	0,000 b	0,083	0,100 b	0,200	0,000 b	0,000	0,000	0,000		
16-31 mar.	0,000 c	0,000 b	0,000 c	0,000	0,000 c	0,000 b	0,111 ab	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000	0,000		
1-15 abr.	0,000 c	0,000 b	0,000 c	0,000	0,000 c	0,000 b	0,000 b	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000 b	0,000	0,000	0,000		
F	4,189 ***	3,929 ***	4,681 ***	1,884 NS	3,483 ***	3,400 ***	2,043 *	3,037 **	1,687 NS	2,390 *	1,378 NS	4,305 ***	1,727 NS	1,125 NS			
P																	

* p < 0,05
** p < 0,01
*** p < 0,001

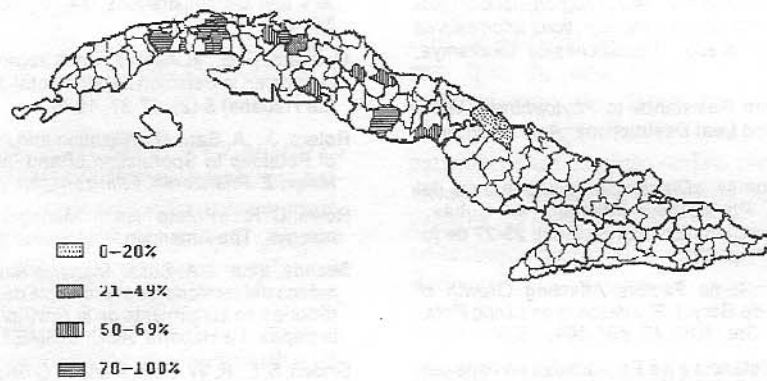


Figura 2. Porcentaje de aparición de los primeros síntomas del tizón tardío desde 1978-79 hasta 1997-98 en las localidades estudiadas.

Cuando Gómez *et al.* (1998) zonificaron las principales regiones paperas en dependencia del comportamiento de *A. solani*, obtuvieron resultados contrarios si los comparamos con los aquí alcanzados, debido a que los requerimientos de temperatura de los patógenos son diferentes; de ahí que las zonas donde las condiciones son muy favorables para el desarrollo del tizón temprano, como son las provincias de Camagüey y Ciego de Ávila, no lo son para el tizón tardío y viceversa.

Es importante conocer en cada territorio el comportamiento histórico de una enfermedad o plaga, ya sea la primera manifestación de los síntomas o cuando se alcanzan los máximos valores en la intensidad de ataque, en el caso de las enfermedades o los índices umbrales o picos de los insectos, pues tales conocimientos son utilizados por el hombre para su manejo [Kosenkov, 1978]. De acuerdo con los patrones en el comportamiento de las plagas, las zonas pueden ser clasificadas en regiones con más o menos condiciones favorables para su desarrollo, como fue señalado por Gómez *et al.* (1998) en el caso del tizón temprano de la papa en La Habana, y por Jiménez *et al.* (1998) en su estudio con *Myzus persicae* (Sulzer). Secada *et al.* (1991) concluyeron que las primeras apariciones del tizón tardío eran más frecuentes en la región noreste de la provincia de La Habana, y que disminuía hacia la parte sudoeste, considerándose este el único antecedente de zonificación de los primeros síntomas que sólo abarcó dicha provincia.

CONCLUSIONES

- El tizón tardío no fue detectado antes de los 20 días de plantado el cultivo. El mayor número de detecciones ocurre entre los 30 y 50 días, disminuyendo a partir de los 50 días y no observándose en plantaciones con más de 91 días.
- Las primeras apariciones en campos con 21-30 días de plantados coincidieron con campañas donde fueron detectados aislados del grupo de compatibilidad sexual

A₂ y resistentes al metalaxyl en la semilla canadiense y holandesa.

- Los primeros síntomas pueden ser observados desde la segunda quincena de diciembre, aunque mayor número de detecciones ocurre en enero.
- Con la siembra tardía de grandes extensiones de papa se hace coincidir la fenología adecuada con el tiempo óptimo para la aparición de los primeros síntomas.
- Se consideró a Güira de Melena, Güines, Máximo Gómez y Valle del Caonao como zona de alto riesgo de aparición del tizón tardío; a Jovellanos, Horquita, Yabú, Remedios y Venezuela como moderado; a Colón como mínimo; y a Sola y Esmeralda como ligero.

REFERENCIAS

- Erwin, C. D.; O. K. Ribeiro: *Phytophthora. Diseases Worldwide*, St. Paul, American Phytopathological Society, 1996.
- Fry, E. W. *et al.*: «Historical and Recent Migrations of *Phytophthora infestans*: Chronology Pathways, and Implications», *Plant Disease* (EUA) 77: 653-661, 1993.
- Fry, E. W.; G. R. Fohner: «Construction of Predictive Model: I. Forecasting Disease Development», *Advances in Plant Pathology* (Londres) 3: 161-178, 1985.
- Gómez, I. Guadalupe *et al.*: «Zonificación de *Alternaria solani* en papa en la provincia de La Habana», *Fitosanidad* (La Habana) 2 (3): 15-19, 1998.
- Gómez, I. Guadalupe *et al.*: «Naumova modificado: ajuste de un método de pronóstico para el tizón tardío de la papa y el tomate en Cuba», *Fitosanidad* (La Habana) 3 (3), 1999.
- Gómez, I. Guadalupe: «Experiencia cubana en la utilización de modelos sencillos de pronóstico para el tizón tardío de la papa. Posibilidad de su uso en otros países del Caribe, Centro y Suramérica», XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Memorias, p. 49, 28 de febrero al 3 de marzo del 2000.
- Horton, D.: *La papa. Producción, comercialización y programas*, Ed. Hemisferio, Montevideo, 1992.
- Jiménez, S.; J. Cortiñas; Lérica Almaguel; Guadalupe Gómez: «Zonificación del comportamiento de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) en papa en la provincia de La Habana», Resúmenes, Simposio Internacional en la Agricultura Tropical, 6, La Habana, INIFAT, 1998, p. 36.

- Kosenkov, I.: *Indicaciones metodológicas para la regionalización fitosanitaria el territorio y extracción de las características informativas con el empleo de MCE*. Leningrado. Metodicheskie Ukazaniya. 1978, pp. 1-43.
- Lapwood, D. H.: «Potato Haulm Resistance to *Phytophthora infestans*. III. Lesion Distribution and Leaf Destruction». *Ann. Appl. Biol.* 49: 704-716. 1961.
- López, Ma. Ofelia y Yoelkis Tomás. «Distribución e importancia del tipo de cruzamiento A₂ de *Phytophthora infestans* en Cuba». Resúmenes. Tercer Seminario Científico Internacional, 23-27 de junio, La Habana, INISAV, 1997, p. 68.
- Lowings, P. H.: i. G. Acha: «Some Factors Affecting Growth of *Phytophthora infestans* Mont. de Bary. I. *P. infestans* on Living Potato Leaves». *Trans. Br. Mycol. Soc. (UK)* 42: 491-501, 1959.
- Muñoz, Beria: «Manejo de la resistencia a las Fenilamidas en especies de Oomycetes en Cuba». La Habana, INISAV, 1997, tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.
- Núñez, L. E. C.; N. R. Estrada; R. B. Martínez: «Selección de híbridos de especies de papa por resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, fertilidad masculina y potencial productivo». *Agro-nomía Colombiana* (Colombia) 7 (1-2): 3-16, 1990.
- Piat, H. W. (BUD); R. D Peters; R. Hall: «Potato Late Blight- Pathogen Population in Canadá». Abstracts of Conference Papers. Posters and Demonstrations, 14-19 july, Netherlands (s.n.), 1996, pp. 354-355.
- Quintero, F. E.: «Observaciones sobre el crecimiento y desarrollo de la papa en la Estación Experimental de Remedios». *Centro Agrícola* (La Habana) 5 (2): 27-37, 1978.
- Rotem, J.; A. Sari: «Fertilization and Age-Conditioned Predisposition of Potatoes to Sporulation of and infection by *Phytophthora infestans*». *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* (Germany) 90: 83-88, 1983.
- Rowe, C. R.: «Potato Health Management. Department of Plant Pathology». The American Phytopathological Society, Ohio, 1993.
- Secada, Irina; J. A. Sosa; Magalys Suárez: «Regionalización agroclimática del territorio de la provincia de La Habana basado en las condiciones de surgimiento de la *Phytophthora infestans* en el cultivo de la papa». La Habana. ACC, INSMET, 1991.
- Sinden, S. L.; R. W. Goth; Muriel J. O'Brien: «Effect of Potato Alkaloids on the Growth of *Alternaria solani* and Their Possible Role as Resistance Factors in Potatoes». *Phytopathology* (EUA) 63 (2): 303-307, 1973.
- Zandstra, H.: «Situación actual y perspectivas del desarrollo de la papa en el mundo y en América Latina». Conferencia Magistra, XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (Ciudad de La Habana), 28 de febrero al 3 de marzo del 2000.
- Zchumakov, A.: *Metodología para descubrir, diagnosticar y señalar las enfermedades de la papa*. Metodicheskie Ukazaniya, 1970.

INFLUENCIA DE LAS FECHAS DE SIEMBRAS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA MOSCA BLANCA (*BEMISIA* SPP.) Y EL GEMINIVIRUS EN EL CULTIVO DEL TOMATE DE LA REGIÓN DEL VALLE DEL CAUTO

Juan Machado Castillo, María Fonseca Flores, José Pérez Fajardo, Diana Bruqueta Yero, Carlos Tornés Vega, Ana Puertas Arias y Héctor C. González Salgado

Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. Carretera Manzanillo Km 16, 5, Peralejo, Bayamo CP 85 100, Granma

RESUMEN

Se estudió el comportamiento de la mosca blanca (*Bemisia* spp.) y el virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate en dos fechas de siembras de tres localidades de la región del Valle del Cauto (ECV Veguitas, ECV Cautillo y la ECV Mártires de Artemisa) durante las campañas 1995-96, 1996-97. Se tomaron como criterio de evaluación la incidencia de la mosca blanca y el geminivirus y los rendimientos del cultivo del tomate para cada fecha de siembra. Las menores afectaciones de la plaga y la enfermedad y los mayores rendimientos del cultivo en Veguitas tuvieron lugar en el periodo de temprano a óptimo, en Cautillo en el óptimo y en Cauto Cristo fue alto en ambos periodos con rendimientos bajos. Los primeros síntomas de la enfermedad se manifiestan a los 14 días después del trasplante (ddt). Cuando la enfermedad aparece en las dos primeras semanas después del trasplante la infección es alta en el periodo crítico del cultivo.

Palabras claves: *Bemisia* spp., geminivirus, fecha de siembra, tomate

ABSTRACT

Behavior of Whitefly (*Bemisia* spp.) and its transmitted geminiviruses was studied in two sowing dates in three areas at the "Valle del Cauto" region (ECV Veguitas, ECV Cautillo y ECV Cauto Cristo) during 1995-1996 and 1996-1997 growing season. Incidence of whitefly and its transmitted geminiviruses was taken as evaluation criteria. Lower affectation of the disease and pest and high yield took place in the early to optimum period in Veguitas, in the optimum period in Cautillo. Affectation in Cauto Cristo was high in both periods. The first symptoms of disease started to appear 14 days after transplant. When disease appear in the first or second week after the transplant the incidence is high in the crop critical period.

Key words: *Bemisia* spp., geminiviruses, sowing date, tomato

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca (*Bemisia* spp.) es una de las plagas más estudiadas en los países de las regiones tropicales y subtropicales por los daños que ocasiona a un considerable número de cultivos agrícolas. Esto ha motivado que los investigadores de países del Caribe, Centroamérica y de otros continentes unan sus esfuerzos para hacerle frente a este insecto que se convierte cada día en una amenaza mayor al aparecer una nueva especie, *Bemisia argentifolii* [Bellowes *et al.*, 1994], que se caracteriza por una mayor fecundidad, además de atacar un mayor número de cultivos [Brown, 1992], e incluye su correlación con el síntoma del plateado en la hoja de la calabaza [Beitía *et al.*, 1999].

En la actualidad existen metodologías de manejo de la problemática mosca blanca-geminivirus en el cultivo del tomate, que incluyen, entre otros aspectos, las fechas de siembra como vías para contribuir a disminuir la diseminación del vector y la enfermedad en los territorios.

Considerando los elementos antes planteados, la finalidad de este trabajo es conocer el comportamiento de *Bemisia* spp. y la incidencia del geminivirus en tres agroecosistemas de tomate en la región del Valle del Cauto en dos fechas de siembras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en tres zonas: Empresa de Cultivos Varios de Veguitas (municipio de Yara), Empresa de Cultivos Varios Cautillo (municipio de Bayamo) y la Empresa de Cultivos Varios Mártires de Artemisa (municipio de Cauto Cristo), durante las campañas 1995-96, 1996-97, en las variedades Campbell-28 en Veguitas y Cautillo y Lignon en Mártires de Artemisa.

Los muestreos se realizaron semanalmente a partir del momento del trasplante, donde se observaron 100 hojas distribuidas en los tres niveles de 33 plantas por campo [Murguido *et al.*, 1996]. Se evaluaron las siguientes fechas de siembras: En Veguitas trasplantes en octubre/1995 y diciembre/1995, diciem-

bre/1996 y enero/1997; en Cautillo trasplantes en noviembre/1995 y diciembre/1995, diciembre/1996 y enero/1997, y en Mártires de Artemisa trasplantes en octubre/1996 y noviembre/1996.

Se tomaron como criterios de evaluación la incidencia de *Bemisia* spp. (adulto/plantas), incidencia del geminivirus (porcentaje de plantas con síntomas por campos) y los rendimientos en etapas bien definidas desde la primera ramificación del tallo principal hasta el inicio de la floración del tercer racimo [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1996].

Los datos meteorológicos fueron tomados de las estaciones meteorológicas del CITMA de cada una de las zonas estudiadas.

Tabla 1. Comportamiento de las variables climáticas temperaturas (°C) y precipitaciones (mm) durante el período de evaluación en las tres localidades

Meses	Veguitas		Cautillo		Cauto Cristo	
	Temp.	Prec.	Temp.	Prec.	Temp.	Prec.
octubre/1995	26,1	136	-	-	-	-
noviembre/1995	25,2	52,1	25,7	35,3	-	-
diciembre/1995	24,3	20,2	24,8	27,2	-	-
enero/1996	24,1	30,5	24,5	33,4	-	-
febrero/1996	24,0	88,4	24,3	34,1	-	-
marzo/1996	25,6	90,7	26,0	53,4	-	-
octubre/1996	26,3	131,0	26,5	98,7	27,5	93,3
noviembre/1996	25,4	50,2	25,6	47,9	27,1	46,3
diciembre/1996	24,7	16,4	25,2	26,7	26,8	6,8
enero/1997	24,5	15,0	24,7	24,5	27,4	24,4
febrero/1997	25,1	59,6	25,3	31,2	26,7	37,3
marzo/1997	25,6	68,4	25,9	43,4	27,5	83,9
abril/1997	25,9	123,2	26,6	52,3	-	-

Para conocer la significación de las diferencias de los valores de la plaga y el geminivirus en las diferentes fechas de siembras, los datos de cada región fueron analizados mediante la prueba de t-student para muestras independientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al estudiar el comportamiento de la plaga y el virus en dos fechas de siembras en Veguitas (Tabla 2) durante las campañas 1995-96 y 1996-97, se observa que el

tomate trasplantado en octubre alcanzó los menores valores de adultos por planta y de incidencia del geminivirus, y los mayores rendimientos que el trasplantado en diciembre de esa misma campaña, con diferencias significativas.

En la campaña 1996-97 los valores de la plaga y el geminivirus fueron menores en el período de diciembre-marzo que en el de enero-abril, con diferencias significativas para la incidencia del geminivirus, no así para los adultos por plantas. En este último la enfermedad se presentó más temprano (Tabla 5) y la infec-

ción por el geminivirus fue intensa (más de 30%) en el período crítico del cultivo (primeros 40 días después del trasplante). Los rendimientos alcanzados en el período de dic./1996-mar./1997 superaron significativamente a los obtenidos en enero-abril/1997.

En Veguitas, en la medida en que se alejó el trasplante del tomate de los meses de octubre y noviembre, la incidencia de la plaga y el geminivirus fue mayor y los rendimientos disminuyeron. Este comportamiento puede atribuirse a que en los meses de octubre y noviembre ocurrieron mayores precipitaciones (Tabla 1), las cuales ejercieron un efecto mecánico de desalojo de la plaga [Hilje *et al.*, 1993], afectando sus poblaciones en el momento crítico del cultivo a la enfermedad; además, a este período no le precede otras siembras de to-

mate que pudieran ser inóculo de la enfermedad; sin embargo, en la segunda fecha el cultivo comienza a desarrollarse en un período más seco que favorece la plaga, y es precedido por otras siembras de tomate que sirven de inóculo a la plaga y a la enfermedad.

En Cautillo (Tabla 3) el tomate trasplantado en el período de nov./1995-feb./1996 tuvo menor incidencia de la plaga y la enfermedad que el tomate de dic./1995-mar./1996, con diferencias significativas para la incidencia del geminivirus. La enfermedad en este último se presentó más temprano, y alcanzó mayores valores en el período crítico del cultivo al geminivirus (Tabla 5). Los rendimientos en la primera fecha superaron estadísticamente a los alcanzados en la segunda fecha.

Tabla 2. Comportamiento de *Bemisia* spp. y el geminivirus en dos fechas de siembras durante las campañas 1995-96 y 1996-97 en Veguitas

Fecha	Adultos/plantas	Incidencia/virus(%)	Rendimientos(t/ha)
oct./ 1995 - ene./ 1996	0,55 ± 0,15 b	5,79 ± 1,20 b	16,6 ± 3,21 a
dic./ 1995 - mar./ 1996	1,27 ± 0,38 a	19,17 ± 5,28 a	13,9 ± 2,14 b
dic./ 1996 - mar./1997	0,99 ± 0,18 N.S.	16,51 ± 4,21 b	14,2 ± 2,17 a
ene./ 1997 - abr./ 1997	1,14 ± 0,23 N.S.	32,83 ± 6,51 a	12,1 ± 1,98 b

Letras iguales no difieren entre sí para $P \leq 0,05$.

En la campaña 1996-97 el tomate que se trasplantó en diciembre (Tabla 3) tuvo menor incidencia del vector y la enfermedad que el trasplantado en enero con diferencias significativas para ambos parámetros. En la

segunda fecha, donde los rendimientos fueron significativamente inferiores, la enfermedad se manifestó muy tempranamente en el cultivo, y alcanzó una infección intensa en el período crítico del mismo al geminivirus (Tabla 5).

Tabla 3. Comportamiento de *Bemisia* spp. y el virus en dos fechas de siembras durante las campañas 1995-96 y 1996-97 en Cautillo

Fecha	Adultos/plantas	Incidencia/virus (%)	Rendimientos(t/ha)
Nov./ 95 - feb./ 96	0,76 ± 0,16	17,43 ± 4,34 b	13,5 ± 2,10 a
Dic./ 95 - mar./ 96	0,93 ± 0,17	34,05 ± 6,75 a	11,7 ± 1,92 b
Dic./ 96 - mar./ 97	0,60 ± 0,15 b	14,55 ± 3,07 b	12,6 ± 2,08 a
Ene./ 96 - abr./ 97	1,15 ± 0,24 a	49,04 ± 6,20 a	10,2 ± 1,87 b

Letras iguales no difieren entre sí para $P \leq 0,05$.

En las dos zonas evaluadas la incidencia de *Bemisia* spp. y la enfermedad causadas por geminivirus se incrementó cuando el cultivo se sembró en la época tardía. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Fernández *et al.* (1995), quienes señalan que *Bemisia tabaci* incrementa progresivamente sus poblaciones en el cultivo de la papa en período no óptimo. Por su parte, Plana *et al.* (1995) observaron elevada incidencia de la mosca blanca en el cultivo del tomate en el período no óptimo, a pesar de que utilizaron el maíz como cobertor y barrera de protección.

El comportamiento de *Bemisia* spp. y el virus del encespamiento amarillo de las hojas del tomate en Cauto Cristo (Tabla 4) fue alto en ambos períodos, aunque en el de nov./1996-feb./1997 fue ligeramente inferior. En ambas fechas la plaga se manifestó de forma muy temprana en el cultivo, y alcanzó valores altos de infección por el geminivirus, donde en el primer período el área se demolió por la intensa incidencia del geminivirus en los primeros cuarenta días después del trasplante, y la segunda los rendimientos alcanzados fueron discretos.

Tabla 4. Comportamiento de *Bemisia* spp. y el virus en dos fechas de siembras durante la campaña 1997-98 en Cauto Cristo

Fecha	Adultos/plantas	Incidencia/virus(%)	Rendimientos(t/ha)
Oct./ 96 - ene./ 97	1, 93 $\pm$ 0, 52 a	78, 85 $\pm$ 9, 28	0
Nov./ 96 - mar./ 97	1, 04 $\pm$ 0, 19 b	70, 08 $\pm$ 8, 34	9,5 $\pm$ 1,82

Letras iguales no difieren entre sí para $P \leq 0, 05$.

Entre los aspectos que pudieron haber influido en la alta incidencia de *Bemisia* spp. y el geminivirus en ambos períodos en la zona de Cauto Cristo, están las siembras de otros cultivos hospedantes de la plaga (col, pimiento y berenjena) precedentes y colindantes al tomate, que tienen un gran peso dentro del plan de pro-

ducción de hortalizas del municipio, en el cual se desarrollaron plantas indeseables hospedantes del geminivirus, y de donde el vector puede adquirirlo y transmitirlo al cultivo del tomate, unido a las altas temperaturas y bajas precipitaciones que caracterizan esta zona (Tabla 1), lo cual favoreció el desarrollo de la plaga.

Tabla 5. Momento de la manifestación de la enfermedad y la infección alcanzada en el período crítico del cultivo por fechas de siembras en tres localidades

Lugar	Fecha de siembra	Momento del comienzo de los síntomas (días)	Máxima infección en el período crítico del cultivo (%)
Veguitas	Oct./ 95 - ene./ 96	42	2, 1
	Dic./ 95 - mar./ 96	21	13, 2
	Dic./ 96 - mar./ 97	28	12, 3
	Ene./ 97 - abr./ 97	14	37, 8
Cautillo	Nov./ 95 - feb./ 96	28	14, 6
	Dic./ 95 - mar./ 96	21	25, 7
	Dic./ 96 - mar./ 97	21	31, 8
	Ene./ 96 - abr./ 97	14	37, 6
Cauto Cristo	Oct./ 96 - ene./ 97	14	60,0
	Nov./ 96 - mar./ 97	21	46, 2

CONCLUSIONES

- Las menores afectaciones de la plaga y la enfermedad causada por geminivirus y los mayores rendimientos en Vegetitas tuvieron lugar en el período de temprano a óptimo, en Cautillo en el período óptimo y en Cauto Cristo fue alto en ambos períodos, y los rendimientos fueron bajos.
- Los primeros síntomas de la enfermedad se manifestaron a los 14 días después del trasplante.
- Cuando la enfermedad aparece en las dos primeras semanas después del trasplante, la infección es alta en el período crítico del cultivo al geminivirus.

REFERENCIAS

- Beltia, F. J.; J. Esteban; A. Jiménez; J. Cenís; A. Adán del Río: «Bases para el control integrado de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)», Resúmenes de los Informes Finales de los Proyectos de I + D, Ministerio de la Agricultura, la Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), t. I, España, 1999, pp. 77-81.
- Bellows, T. S.; T. M. Perring; R. J. Gil; D. H. Headrick: «Description of Species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae)», *Annals of the Entomological Society of America*, (USA) 87 (2): 195-206, 1994.
- Brown, J. K.: «Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América de 1989 a 1992», I Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas, Memorias, Turrialba (Costa Rica), 1992, pp. 1-9.
- Catie: *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*. Serie Materiales de Enseñanzas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Unidad de Fitoprotección, Turrialba, Costa Rica, 1996.
- Fernández, M.; M. Ramos: «Incidencia de plagas y biorreguladores sobre variedades de papas adaptadas al calor», *Rev. Protección Veg.* 10 (2): 133-142, 1995.
- Hilje, L.; R. Lastra; T. Soebisch; G. Calvo; L. Segura; L. Barrante; D. Alpizar; R. Amador: *Las moscas blancas en Costa Rica. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico (205): 58-63, 1993.
- Murguio, C.; Gloria González; I. Vázquez; Carmen Nieves: «Preguntas y respuestas sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) transmisora del virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate», (TYLCV), INISAV, MINAGRI, La Habana, 1996.
- Plana, L.; M. Suris; M. A. Pino; E. Quintana; Y. Fernández; M. A. Martínez: «Incidencia de *Bemisia tabaci* Genn. en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), asociado a maíz como cultivo protector, en época no óptima», *Rev. Protección Veg.* 10 (2): 129-132, 1995.
- Vázquez, L.; G. González; O. Gómez: «Taller Regional de Producción Intensiva de Hortalizas en los Trópicos Húmedos», 1995.

BREVE SINOPSIS SOBRE LA HISTORIA DE LA SANIDAD VEGETAL EN CUBA

René Novo Sordo

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez
Departamento de Sanidad vegetal, Facultad de Agronomía

INTRODUCCIÓN

Álvarez Conde (1958), al estudiar la historia del nacimiento y desarrollo de las ciencias naturales en Cuba, diferencia varios períodos históricos, denominándolos *narrativo* –que se extiende desde el descubrimiento hasta finales del siglo XVIII–, de *influencia científica europea* –desde principios hasta finales del XIX– y de *influencia científica norteamericana* –finales del XIX hasta la década del cincuenta del XX. Señala este autor que durante el período de influencia científica norteamericana, y gracias al concurso de especialistas cubanos, se fueron sentando las bases para el surgimiento de una Escuela Cubana de Ciencias Naturales. Estos períodos son también considerados por especialistas del patio como Vázquez *et al.* (1993).

Si se analiza la historia de las ciencias cubanas con esa misma tónica, entonces sería posible demarcar un nuevo lapso histórico que podría ser denominado como *período de influencia europea II*, donde cientos de científicos del otrora campo socialista se dieron cita en Cuba para colaborar con especialistas cubanos en pos del perfeccionamiento de nuestra ciencia.

Si bien es cierto que las escuelas europea y norteamericana (1800-1959) influyeron en el nacimiento y desarrollo de las ciencias naturales y, por supuesto, en el nacimiento de la entomología y patología agrícola, es necesario tener en cuenta algunas particularidades sociales, políticas, económicas y científicas de cada período histórico señalado.

Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, muy poco se supo de la flora y fauna de Cuba y las Antillas

durante casi trescientos años. Con la expedición del sabio alemán Alejandro de Humbolt en 1800, considerado como el segundo descubridor de América, se abrieron las puertas de un desconocido continente de enormes extensiones, y con incalculables tesoros naturales a la curiosidad científica europea.

Durante el siglo XIX naturalistas franceses, españoles, ingleses, alemanes y cubanos exploraron parte del territorio nacional para estudiar nuestra naturaleza. Se realizaron colectas y cientos de ejemplares de la flora y la fauna cubana fueron trasladados hacia sociedades científicas y museos de Europa, entonces considerada el centro de la cultura mundial.

A este período histórico de influencia europea en las ciencias naturales de Cuba no es posible achacarle otros fines que no fueran científicos, ya que no se vislumbran fuertes tendencias de carácter político hacia la Cuba de entonces por parte de Francia, Alemania e Inglaterra. Quizás debido a las tensiones entre España y estos países, se denota que a partir de la segunda mitad del siglo XIX la afluencia de naturalistas europeos disminuyó considerablemente. Entonces algunos naturalistas norteamericanos comienzan a visitarnos.

En el contexto histórico geográfico del continente americano surge un nuevo país: Estados Unidos de América, que muy pronto comienza a revelar sus apetencias hegemónicas sobre este continente y en especial respecto a Cuba. Intentos de compra y anexión no son desconocidos, y aunque estos intentos fracasaron en

* Primer premio del concurso Historia de la Sanidad Vegetal en Cuba (año 2000).

sus momentos históricos, la derrota del ejército español en la guerra hispano-cubano-americana motivó el inicio, el 1 de enero de 1899, de una intervención militar que dejó abiertas las puertas de la débil nación a la voracidad política, económica, social y científica del ya poderoso país del Norte.

No cabe duda que en este período de influencia norteamericana en las ciencias naturales, numerosos especialistas cubanos lograron extraer lo positivo de tal influencia, ampliando y perfeccionando sus conocimientos científicos. Ello permitió, en alto grado, el surgimiento de una Escuela Cubana de Ciencias Naturales, y enmarcada en ella la sanidad vegetal, donde tampoco es posible desconocer que naturalistas norteamericanos consagraron su vida colaborando en aras de nuestra ciencia. Tal es el caso, por ejemplo, de Stephen Cole Bruner.

Ha sido necesario esta breve caracterización de algunos períodos histórico-científicos en las ciencias naturales patrias antes de iniciar un largo viaje de casi doscientos años en la historia de la sanidad vegetal en Cuba, con sus antecedentes, hechos, hitos y personalidades más descollantes.

RESEÑA HISTÓRICA

No es posible establecer el origen de la sanidad vegetal en el mundo, y en particular en Cuba, sin retrotraernos en el tiempo y el espacio a épocas históricas donde un considerable número de hombres —filósofos de la antigüedad— a quienes se les atribuyen las más remotas contribuciones a las ciencias naturales, fueron los primeros en especular sobre la génesis del universo, la Tierra, plantas y animales que habitaban en nuestro planeta.

Entre ellos es posible citar a Empédocles, Lucrecio, Varrón, Plinio y Teofrasto, dedicados a la contemplación de fenómenos naturales, como es el caso de plagas y enfermedades de las plantas, y de una forma u otra aportar valiosos elementos para su época, dando origen al surgimiento de las ciencias naturales en general, y a la botánica y la zoología en particular.

Es importante señalar que, en fechas históricas muy anteriores a la de los «filósofos» citados, en antiguos papiros egipcios se describen trastornos vegetales que ocasionaban grandes pérdidas en las cosechas en el Valle del Nilo. A la luz de los conocimientos actuales se sabe que dichas pérdidas eran producidas por plagas de insectos y enfermedades causadas por hongos y bacterias. En época mucho más reciente, Roberto Hooke (1635-1703) es considerado como el verdadero fundador de la anatomía microscópica. Marcelo Malpighi (1628-94) realizó descripciones anatómicas del gusano de seda, para determinar la estructura y funciones de espiráculos y tráqueas del insecto. Con el perfeccionamiento del microscopio de Antonie Van Leeuwenhoek

(1632-1723) se potencian las observaciones del micro-mundo, y se llega a visualizar organismos tan pequeños como bacterias, hongos, protozoos, rotíferos y otros microorganismos. Gracias al microscopio las ciencias biológicas se desarrollaron vertiginosamente en el campo de la botánica que, además de describir y clasificar a las plantas superiores, les prestó especial atención a formas inferiores de vegetales, tales como bacterias y hongos. Esto dio lugar al surgimiento de la micología y la bacteriología.

Por otra parte los zoólogos, además de dedicarse a la descripción de macroanimales, se interesaron por organismos más pequeños y cosmopolitas: insectos y arácnidos. Surge entonces la entomología.

En la misma medida en que las ciencias biológicas se desarrollaban en nuestro mundo, el hombre tuvo la necesidad de prestar especial atención a su alimentación, primero a pequeños núcleos poblacionales, y más tarde a grandes conglomerados sociales. Aparece el arte de la domesticación de animales y plantas que, en el decurso del tiempo, se convierte en una verdadera necesidad, cada vez más compleja y difícil. Ha nacido la agricultura, y con ella las ciencias agrícolas. Ya no basta con describir y clasificar los organismos presentes en el entorno que rodea al hombre, sino que le hace necesario establecer medidas de lucha contra ellos, con énfasis hacia aquellos causantes de serias pérdidas en la producción agrícola. El desarrollo de la agricultura sienta las bases para nuevos nacimientos: la entomología y fitopatología económica, cuyos antecedentes históricos surgieron en naciones como Grecia, Italia, Francia, Inglaterra, Alemania, Egipto, China, India, entre otras.

La isla de Cuba, hallada por Cristóbal Colón en su primer viaje a América, fue rápidamente colonizada, pero en las primeras etapas de la conquista los hombres que llegaron al continente americano no eran ni remotamente científicos, eran guerreros y conquistadores con un denominador común: la colonización y búsqueda de oro. Es por ello que los encargados de ofrecer descripciones de territorios, costumbres, flora y fauna eran los cronistas, situación que se mantuvo hasta finales del siglo XVIII, dado que en la metrópolis los conocimientos sobre ciencias naturales eran escasos. Esta situación es válida también para las Antillas y Suramérica.

En Norteamérica la colonización por europeos no fue de origen español, sino por franceses, ingleses e irlandeses, que fundaron las llamadas 13 colonias, las que lograron se les reconociera su independencia en 1783. Según Walker (1970), tuvieron que transcurrir cien años para que se creara en Estados Unidos de América una sección de Patología Vegetal dependiente del Departamento de Agricultura en 1887. Algunos de sus fundadores visitaron a Cuba con fines científicos a principios del siglo XX, entre ellos David G. Fairchild. En Cuba, con la fundación de la Estación Central Agro-

nómica de Santiago de las Vegas en 1904, de fuerte influencia norteamericana, se creó una estructura similar que se llamó Departamento de Patología Vegetal y Entomología.

En el campo de las ciencias agrícolas el vocabulario es extenso. Términos como *control biológico*, *nemátodos fitófagos*, *plagas agrícolas*, *parásitos y parasitoides*, *microorganismos entomófagos*, *plaguicidas*, *manejo de plagas*, *fungo e insecto*, *resistencia a plaguicidas* y otros, son empleados diariamente por los especialistas de la fitosanidad. El término *sanidad vegetal* surge de la necesidad misma de agrupar un conjunto de conocimientos relacionados directa o indirectamente con entidades, biológicas o no, que causan daño a las plantas económicas cultivadas por el hombre con una finalidad alimentaria, industrial, ornamental, medicinal u otras necesidades. Este término comienza a ser empleado en Cuba a finales del siglo XIX y principios del XX.

Premisas histórico-científicas que dieron lugar al surgimiento y desarrollo de la sanidad vegetal en Cuba

En Cuba colonial la obra más notable sobre ciencias naturales, considerada como un clásico es, sin duda, la *Historia física, política y natural de la isla de Cuba*, publicada en París en 12 tomos, entre los años 1845 y 1850. Los principales colaboradores científicos fueron especialistas europeos. Esta obra se debe al naturalista español Ramón de la Sagra (1798-1877), el cual fue muy criticado por el menosprecio que experimentó hacia naturalistas cubanos, entre ellos Felipe Poey Aloy.

En la parte II de la obra correspondiente a la historia natural, sección 7, Guérin-Meneville aborda aspectos sobre arácnidos e insectos; Lefebvre y H. Lucas, arácnidos, ápteros, himenópteros y lepidópteros; J. Duval, coleópteros; el barón Selys-Longchamps lo referente a neurópteros; y J. M. Bigot, los dípteros.

Es importante señalar que cuarenta y cinco años antes de la publicación de la *Historia...* es decir, en 1800, ya existía un estudio de los insectos de la isla en la obra titulada *Reconocimiento de los puertos de Cuba* redactada por la comisión del conde de Mompox y de Jaruco.

La isla de Cuba durante los siglos XIX y XX fue visitada por expediciones científicas, así como por investigadores aislados, los que conjuntamente con especialistas cubanos contribuyeron al mejor conocimiento de la flora y la fauna del territorio nacional. Sus descubrimientos, sin lugar a duda, han servido de peldaños para el posterior desarrollo de nuestra ciencia en general y aquellas relacionadas con las esferas de la entomología y patología vegetal, sólidos pilares de la sanidad vegetal.

La historia escrita de la ciencia está determinada por muchos hechos puntuales y concretos en los que el hombre ha sido el eje principal. Así pues, para valorar las premisas o antecedentes histórico-científicos que

sentaron las bases de nuestros conocimientos en sanidad vegetal, se hace necesario citar aquellos precursores, que de una forma u otra contribuyeron a la acumulación de datos en la esfera de las ciencias naturales y agrícolas. A continuación se expondrán, sin establecer un estricto orden cronológico, aquellos científicos nacionales o foráneos que deben ser tomados en cuenta en correspondencia con la finalidad del presente trabajo, que es una sinopsis de la historia de la sanidad vegetal en Cuba.

Felipe Poey Aloy

Los insectos ocupan la atención de este eminente científico y naturalista cubano. Participó en la fundación de la Sociedad Entomológica de Francia, donde era el más joven de sus miembros, entre los que se encontraban Lefebvre y Guérin-Meneville. En 1832 publica en Francia una monografía titulada *Centurie des lepidopteres de l'île de Cuba*. En la memoria XI incluye un trabajo muy interesante sobre la historia de la abeja de la tierra, en la XVIII sobre el anobio, insecto destructor de las bibliotecas, y en la XIX sobre el jején. En 1846 publicó un catálogo metodológico y descriptivo de las mariposas de la isla de Cuba. En 1880 quedó encargado de la asignatura zoografía de invertebrados y entomología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana. Entre los colaboradores más cercanos de Poey se encontraban Eduardo Hernández Morales y José H. Pazos, a quienes les encomendó la recolección de lepidópteros, llegando estos a ser muy buenos especialistas en entomología.

Camilo de Montagne

Eminente naturalista y botánico francés que redactó para la obra de Ramón de la Sagra, *Historia política, y natural de la isla de Cuba*, una memoria de contenido micológico titulada «Criptogamia o plantas celulares», donde se reportan 109 especies de hongos que fueron colectados por Sagra y P. A. Auber.

M. J. Berkeley

Naturalista y botánico norteamericano, publicó una obra de carácter micológico junto con M. A. Curtis en 1869, basada en una colecta realizada en Cuba por el también naturalista y botánico C. Wright durante los años 1856 y 1867. El primero de los tomos trata de los Himenomycetos, con la descripción de 488 especies, de las cuales 120 pertenecen al género *Polyporus*, 82 al género *Agaricus* y 51 a *Marasmius*. El segundo tomo lo dedica al estudio de otros géneros, con la descripción de 398 especies, la mayoría nueva para la ciencia de entonces.

Johannes Cristopher Gundlach

Naturalista alemán que arribó a Cuba en 1839. Fue miembro de la Sociedad Entomológica de Philadelphia, Brooklyn y Berlín. Contemporáneo de Felipe Poey, y por su trabajo abnegado y constante desplegado en Cuba hasta su deceso en 1896, se hizo acreedor

de Padre de la Entomología Cubana. Según Álvarez Conde (1958), también fue llamado como el Sabio Olvidado, ya que no se le había dado el lugar de honor que merecía. Entre sus publicaciones entomológicas más relevantes se encuentran: *Descripción de una nueva mariposa diurna*, Papilio oviedo, 1866. En los Anales de la Sociedad Española de Historia Natural, entre 1887 y 1993, publicó en la Memoria XVII (1887) sobre miriápodos y optópteros, en la XX (1891) respecto a lepidópteros, y en la memoria XII (1893) sobre neurópteros, hemípteros y coleópteros. En los Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales, una gran obra: *Contribución a la entomología cubana* en 1881, también publicada en tres suplementos o volúmenes. En los Anales del Instituto de Segunda Enseñanza de La Habana publicó en 1894 un artículo sobre el Orden Thysanuros. La revista científica norteamericana *Entomological New* le dedicó un número especial para destacar su gran labor en las ciencias naturales cubanas.

Después del triunfo de la revolución se ha plasmado parte de la obra de Gundlach en una emisión filatélica puesta en circulación el 25 de septiembre de 1972 denominada Mariposas de Gundlach.

Melville Thurston Cook

Botánico norteamericano graduado en la Universidad de Stanford. Fue fundador de la Estación Central Agronómica de Santiago de las Vegas, donde ocupó el cargo de fitopatólogo jefe entre 1904 y 1907, con el también botánico William T. Horne en calidad de ayudante. Posteriormente se trasladó a Puerto Rico para especializarse en enfermedades de la caña de azúcar. En 1939 publicó una monografía titulada *Enfermedades de las plantas económicas tropicales*, donde plasma parte de la experiencia adquirida en Cuba.

William Alphonse Muriel

Naturalista norteamericano y subdirector del Jardín Botánico de New York, visitó a Cuba en 1905 y junto con el doctor F. S. Earle, director de la Estación Central Agronómica de Santiago de las Vegas, realizó colectas micológicas en las proximidades de La Habana. En 1919 publicó una obra titulada *Cuban Polypores and Agaric*, donde enumeró 345 especies de estos hongos.

Patricio Cardín Peñarredonda

Nació en Artemisa, entonces provincia de Pinar del Río, en 1884. Estudia en la Escuela de Agricultura de Massachusetts, donde se graduó de ingeniero agrónomo en 1909, en la especialidad de entomología. De regreso a Cuba comienza a trabajar en la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas, donde desempeña el cargo de Jefe del Departamento de Entomología y Patología Vegetal. La muerte le sorprende muy joven, la que no impidió que su obra para la época fuera enorme y fructífera en el campo de la sanidad vegetal.

En sus estudios descubrió un género y 17 especies de insectos nuevos para la ciencia, los cuales llevan su nombre. Entre sus aportes más sobresalientes se encuentran los estudios sobre la mosca prieta y su control, en colaboración con el doctor J. C. Hudson, sobre insectos que atacan a la higuera, insectos y enfermedades de los cultivos en Cuba, sobre las hormigas y su destrucción, así como otros trabajos no menos importantes, que se encuentran celosamente archivados en el Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT).

Con su muerte, la agricultura cubana, y en particular la sanidad vegetal, perdió a un destacado investigador que dejó a la posteridad un legado de su obra que constituyó las bases para el desarrollo de la sanidad vegetal en nuestro país.

En honor a este insigne pionero y fundador de la sanidad vegetal en Cuba, la fecha de su nacimiento, 17 de julio, fue instituida como Día del Trabajador Fitosanitario. A Patricio Cardín Peñarredonda se le considera el primer entomólogo fitosanitario cubano.

John Robert Johnston

Fitopatólogo norteamericano que trabajó en la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas entre 1914 y 1917. Colaboró en este período con Patricio Cardín y S. C. Bruner. Con su ayudante William T. Horne realizó numerosas colectas de royas, lo que le sirvió de base para confeccionar un extenso artículo publicado en 1918 con el título «The Uredinales of Cuba», donde se enumeran 138 especies de roya.

En 1916 se le nombra como catedrático de la asignatura patología vegetal en la escuela de Ingenieros Agrónomos y Azucareros de la Universidad de La Habana, lo que lo convierte en el primer profesor de esta materia en los estudios agronómicos en la educación superior cubana.

En 1919 lo nombran jefe de la Oficina de Sanidad Vegetal de la Secretaría de la Agricultura, Comercio y Trabajo, con la responsabilidad de organizar un nuevo reglamento para la sanidad vegetal de la época.

Reginald Hart

Bachiller en Ciencias Agrícolas, colaboró con Cardín y Bruner como ayudante entomólogo en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Publicó en 1988 un artículo titulado «Los insectos y la agricultura», donde mostraba a los agricultores cubanos un listado de insectos que atacaban las hortalizas y otros cultivos. Señalaba además las clases de daños, épocas de aparición de los insectos y modo de combatirlos. En 1919 publicó artículos sobre el gusano de la grosella y el gorgojo del ají.

Según decreto no. 6 del 4 de enero de 1919, es nombrado Jefe del Servicio de Inspección en Correos, Puertos y Ferrocarriles de la Oficina de Sanidad Vegetal.

Stephen Cole Bruner

Nació en Carolina del Norte y se especializa en Fitopatología y Zoología en la Universidad de Agricultura e Ingeniería del mismo estado. En 1915 visitó a Cuba, y es contratado por la Estación Experimental de Santiago de las Vegas como patólogo ayudante, bajo la dirección del que fuera su compañero de trabajo y amigo personal, Patricio Cardín. Al morir este último en 1919, acepta el cargo de jefe del Departamento de Fitopatología y Entomología, que desempeñó prácticamente hasta su muerte, en 1953.

La producción científico-literaria del doctor Bruner en los treinta y siete años de estancia en Cuba fue verdaderamente amplia y extensa, económica, así como en el estudio de la avifauna cubana.

Sin lugar a duda, Bruner fue uno de los científicos foráneos que más contribuyó al conocimiento de nuestra naturaleza. Su obra fue, es y será para las futuras generaciones de especialistas en la sanidad vegetal, de gran valor histórico, científico y metodológico.

Entre sus publicaciones se encuentran aquellas relativas a estudios fitopatológicos, específicamente sobre enfermedades del tomate, cítricos, caña de azúcar, piña, habas de Lima, vid, berenjena y otros cultivos. Entre las de carácter entomológico, sobre la bibijagua, el piojo de la palma real, la guagua acanalada, la mosca prieta, insectos del tabaco, palomilla del maíz, plagas de los frutales, insectos del algodón y otras. Su obra cumbre es el *Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba*, donde colaboraron también los entomólogos L. C. Scaramuzza y A. R. Otero en 1945.

William Morton Wheeler

Naturalista norteamericano y profesor de entomología económica de la Universidad de Harvard, considerado una autoridad internacional, sobre todo en formícidos.

Visitó a Cuba en 1913 en compañía de Thomas Barbour y L. A. Shaw. Realizó varias excursiones en estudios entomológicos en las que colectó distintas especies de hormigas. Entre sus publicaciones se destaca *The Ants of Cuba (Las hormigas de Cuba)* en un boletín del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard en 1917.

Phillips Jackson Darlington

Entomólogo de la Universidad de Harvard, visitó a Cuba desde marzo hasta diciembre de 1936, con el objetivo de coleccionar insectos, principalmente coleópteros de la familia Carabidae. Fue tan grande su interés por estos insectos, que sus excursiones entomológicas se extendieron hacia las montañas de Trinidad, Sierra del Cobre, Pico Turquino y el Purial.

Publicó en las Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural un trabajo titulado *West Indian Carabidae*.

José Manuel Osorio

Graduado de ingeniero agrónomo y doctor en Ciencias Naturales en la Universidad de La Habana, se especializa en Entomología en las Universidades de Cornell y Maryland. En Cuba desempeñó funciones como jefe de la Sección de Entomología de la Secretaría de la Agricultura, Comercio y Trabajo. Fue profesor de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana, donde fundó un Museo Entomológico que contaba con cerca de nueve mil ejemplares, principalmente hexápodos. Publicó un texto sobre entomología económica y un manual de laboratorio sobre la misma temática.

William Allen Orton

Fitopatólogo contratado por la Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba, en unión del entomólogo P. L. Van Dine estudió aspectos referentes a la enfermedad peca amarilla de la caña de azúcar (mosaico) y el bórer de la caña, respectivamente.

Charles T. Ramsdell y de la Torre

Se graduó como doctor en Ciencias Naturales en la Universidad de La Habana en el curso 1917-1918, donde presentó como tesis doctoral una monografía titulada «Contribución al estudio de los lepidópteros heterocelos de la familia Sphingidae». Descubrió en el Valle de Guantánamo una nueva mariposa diurna de la familia Pieridae, la que nombró *Pieris menciae* en honor a su esposa.

Frank R. Lutz

Según Álvarez Conde (1958), uno de los más interesantes estudios que se han realizado en Cuba referentes a la entomología se le debe a Lutz, quien acompañado por otros investigadores, a finales de la década del treinta, exploró gran parte del territorio nacional y publicó una monografía poco conocida, cuyo título es *Collecting in Cuba (Ten Thousand Insects Collected Preliminary to a Comparative Study of the Faunas of Florida and Cuba)*.

James A. Faris

Fitopatólogo norteamericano que trabajó en la Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba a finales de la década del veinte, su actividad científica se centró en el estudio de enfermedades de la caña de azúcar como la mancha de ojo y la bacteriosis causante de la raya roja. En 1927-28 publicó trabajos sobre dichas enfermedades, titulados: «Report on a Bacterial Red Stripe Disease of Sugar Cane in Cuba» y «Three Helminthosporium Diseases of Sugar Cane», donde se informa que esta última enfermedad estaba ampliamente distribuida en las plantaciones de Cuba.

C. N. Priode

Fitopatólogo norteamericano que trabajó en la Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba, inves-

tigó fundamentalmente sobre la enfermedad de la caña de azúcar conocida como Pokkah-Boeng. Sobre dicha enfermedad publicó un artículo en 1929 titulado «Pokkah-Boeng and Twisted Top Disease of Sugar Cane in Cuba».

Carlos Guillermo Aguayo de Castro

Graduado de ingeniero agrónomo en 1922, doctor en Ciencias Naturales en 1925 y doctor en Ciencias Físico-Químicas en 1930, se especializó en entomología y malacología en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard. Su labor como profesor y científico fue muy prolífica, contribuyendo notablemente a la formación de la Escuela Cubana de Entomología.

Entre sus obras en el campo de la entomología merecen citarse las *Claves para las familias de insectos*, 1934; *Claves para arácnidos cubanos*, 1936; *Claves para ortópteros, isópteros y odonatos cubanos*, 1936, así como dos artículos sobre hormigas, «New Ants of the Genus *Macromischa*», 1931; y «Notes on West Indian Ants», 1932. Confeccionó y donó notables colecciones de dípteros, coleópteros y hormigas.

Luis Carlos Scaramuzza

Nacido en Argentina, se radicó en Cuba a partir de 1921 y tomó parte muy activa en el desarrollo de la entomología agrícola nacional. Fue miembro de la comisión encargada del estudio del mosaico de la caña en representación de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo. Prestó sus servicios también en la Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba, en la Compañía Atlántica del Golfo y en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, donde llega a ocupar el cargo de segundo jefe del Departamento de Entomología y Fitopatología, con el doctor Bruner a la cabeza. Durante más de veinte años desarrolló investigaciones sobre la mosca cubana *Lixophaga diatraea*, control biológico de *Diatraea saccharalis*, insecto causante del síntoma corazón muerto de la caña de azúcar. Con el mismo objetivo investigó sobre la introducción en Cuba de otros parasitoides del perforador de la caña procedente de Brasil, Guyana inglesa, Florida y Louisiana. Puede ser considerado como pionero del control biológico del perforador de la caña en Cuba.

Fernando A. Zayas y Muñoz

Después de cursar por breve tiempo estudios en México, regresa a Cuba e inicia su vida laboral como estudiante ayudante del Departamento de Entomología y Fitopatología en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, bajo la dirección del doctor C. S. Bruner, cuya influencia determinó en Zayas su completa dedicación hacia la entomología. Se traslada a Estados Unidos y estudia en la Universidad de Louisiana, donde se gradúa de Bachiller en Ciencias Agrícolas, se especializa en Entomología, Fitopatología y Genética, y alcanza la mención de Estudiante de Ho-

nor. Egresó como ingeniero agrónomo en la Universidad de La Habana en 1946. Su dedicación y amor por la entomología lo llevó a realizar estudios en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, Academia de Ciencias de Philadelphia, de Historia Natural de Nueva York y el Smithsonian de Washington.

Estudió plagas y enfermedades de la caña de azúcar, café, tabaco, maíz, plátano y otros cultivos. Realizó viajes por el Caribe en busca de parásitos naturales del picudo negro del plátano. Ocupó distintos cargos en instituciones relacionadas con la agricultura, entre ellos, segundo jefe de Sanidad Vegetal en el Ministerio de Agricultura entre 1946 y 1959, asesor de Entomología del Instituto Nacional de Reforma Agraria y, por último, nombrado investigador del Instituto de Biología de la Academia de Ciencias de Cuba.

Según Álvarez Conde (1958) y Felipe (1996), Zayas fue un incansable explorador. Probablemente sea el entomólogo cubano que más localidades visitó a todo lo largo y ancho de la geografía cubana, colectando insectos, lo que le permitió organizar una gran colección de las más completas de Cuba. Su producción científico-literaria fue numerosa. Publicó trabajos científicos y de divulgación agrícola, y dio a conocer nuevas especies de insectos. Mantuvo una abierta y fructífera comunicación con científicos de todo el mundo y cuantas personas estaban interesadas por las ciencias naturales.

Su obra más notable es *Entomofauna cubana*, editada en varios tomos, donde plasmó la profundidad de sus conocimientos. Su interés se centró fundamentalmente en el estudio de los coleópteros.

Salvador de la Torre y Callejas

Doctor en Ciencias Naturales, graduado en 1934 en la Universidad de La Habana, especialista en lepidópteros e himenópteros, su labor en el campo de la entomología ha sido muy vasta. Publicó artículos sobre especies de mariposas diurnas de Cuba, sobre la importancia de las escamas en la clasificación de lepidópteros, datos taxonómicos respecto a la clasificación de lepidópteros y revisión de las especies cubana de la familia Papilionidae. Referido a himenópteros, publicó una gran obra titulada *Trichogamma, biología, sistemática y aplicación*, donde plasma su gran experiencia sobre este insecto, parasitoide del bórer de la caña de azúcar y otras plagas de los cultivos. Decenas de artículos avalan su contribución a la entomología agrícola y económica cubana.

Pastor Alayo Dalmau

Graduado como doctor en Ciencias Naturales en la Universidad de Oriente en 1957, su producción científica fue extensa, y muchos de sus trabajos fueron publicados en las Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural Felipe Poey, y revistas científicas cubanas. Sus trabajos contribuyeron al conocimiento de la sistemática de hemípteros, arácnidos e himenópte-

ros. Sobre estos últimos confeccionó una gran colección. Mostró interés por el estudio de especies cubanas del género *Pepsis*, insectos conocidos como caballitos del diablo.

Hitos histórico-científicos que influyeron en el desarrollo de la sanidad vegetal en Cuba

Al concluir el conflicto bélico entre España y Estados Unidos de América a finales del siglo XIX, se produce en Cuba la primera intervención norteamericana, que se inició el 1 de enero de 1899 y concluyó el 20 de mayo de 1902.

Las autoridades interventoras se trazaron objetivos muy definidos que se encaminaban hacia una política francamente injerencista en una Cuba desgarrada por la guerra, pobre y atrasada en todos los sentidos. El interés que mostraron hacia el sistema educacional, con énfasis en la restructuración de la educación superior y la modernización de la atrasada agricultura cubana, son ejemplos palpables de tal política, pero a la vez constituyen hitos científico-históricos que influyeron en el desarrollo de la sanidad vegetal en Cuba.

En la Introducción del presente trabajo se expresó claramente que no cabe duda que en el período histórico denominado como de *influencia científica norteamericana*, las ciencias cubanas en general, y la sanidad vegetal en particular, recibieron un gran impulso gracias al concurso de profesionales cubanos que lograron asimilar y desarrollar metodologías de trabajo y conocimientos introducidos por especialistas norteamericanos, con lo cual lograron sentar las bases de una Escuela Cubana de Sanidad Vegetal que hoy en día es una realidad inobjetable. Dichos hitos histórico-científicos son a nuestro criterio los siguientes:

1. Fundación de los estudios agronómicos en el sistema educacional cubano

El grado de desarrollo de una determinada rama del conocimiento científico de un país está relacionado directamente en gran medida con el nivel académico de sus instituciones educacionales.

Durante la primera intervención norteamericana se inició la restructuración del sistema educacional cubano, y en particular lo relativo a los estudios superiores. El 4 de noviembre de 1899 se dictó la Orden Militar 212 que organizaba la enseñanza universitaria en cinco facultades, pero en ese momento los estudios agronómicos no fueron contemplados. Es en la Orden Militar 266 del 30 de junio de 1900, donde en la Facultad de Ciencias y Letras se funda la Escuela de Ingenieros Agrónomos y Azucareros; pero en sus planes de estudio no se contemplaban asignaturas relacionadas con la sanidad vegetal. Es en 1907 que se incluye la asignatura entomología, pero no así la microbiología y la patología vegetal.

En 1915 se detectan en Cuba el mosaico de la caña de azúcar y la mosca prieta, así como otras plagas no me-

nos importantes. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos amenaza con restringir la importación de productos agrícolas cubanos, e imponer medidas cuarentenarias a estos, aduciendo la incapacidad de la agricultura cubana para estudiar y controlar la situación fitosanitaria en el país, por no existir un nivel adecuado de conocimientos en los agrónomos que egresaban de la Escuela de Agronomía, dado que no se impartían materias como la microbiología y la patología vegetal. Tales amenazas y argumentos conmovieron a sectores económicos, educacionales y agrícolas en el país, y el 9 de mayo de 1916, por orden presidencial, se crea la Cátedra E, que incluía a las asignaturas de microbiología y patología vegetal, designándose como profesor de patología al doctor John Robert Johnston, fitopatólogo procedente de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas.

De las aulas de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana se graduaron con posterioridad hombres que contribuyeron muy positivamente al desarrollo de la sanidad vegetal cubana, entre ellos José Manuel Osorio, Carlos G. Aguayo y Fernando Zayas.

2. Fundación de la estación central agronómica en Santiago de las Vegas

Al iniciarse el siglo XX, el panorama político, económico y agrario de Cuba era desastroso: una intervención extranjera, el erario público sin fondos y los campos arrasados como consecuencia del recién concluido estado bélico con España. Sobre las fértiles campiñas dos cultivos matizaban el paisaje: la caña de azúcar y el tabaco.

Muchos hacendados y ganaderos españoles y criollos quedaron en la ruina, las tierras perdieron su valor, y por ello fueron cayendo en manos de capitales norteamericanos y algunos criollos adinerados, lo que originó entonces enormes latifundios azucareros y ganaderos.

Los latifundistas norteamericanos, deseosos de extraer las mayores ganancias de sus tierras tan fácilmente adquiridas, presionaron para que se iniciara la investigación agrícola según el modelo norteamericano, con la finalidad de transformar las condiciones precarias y atrasadas en que se desarrollaba la agricultura cubana.

En este contexto histórico se funda el 1 de abril de 1904 la Estación Central Agronómica en el pueblo de Santiago de las Vegas, y con ella un Departamento de Entomología y Patología Vegetal. La dirección de la estación le fue encomendada al doctor F. S. Earle, prestigioso agrónomo norteamericano, y a partir de este momento la investigación agrícola comenzó a ser planificada y dirigida por norteamericanos que se turnaban todos los años sin llegar a obtener resultados de consideración. Sólo un cubano formó parte de este grupo de investigadores, el ingeniero Francisco B. Cruz [Martínez, 1994].

Según Charon (1949), los estudios entomológicos y micológicos se comenzaron en Cuba en fechas muy an-

teriores que el resto de las Antillas. Poey y Gundlach desarrollaron en alto grado la entomología pura, sin considerar el aspecto económico. Similar situación se presentó con los estudios micológicos. Este investigador dominicano considera que con la fundación de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas, primera de su tipo en América Latina, se enmarca el verdadero nacimiento de la entomología y patología agrícola, es decir, los estudios de insectos, plagas, enfermedades vegetales, pérdidas que ocasionan y medidas o formas de control.

El trabajo desplegado por un notable grupo de investigadores cubanos y foráneos, después de la fundación de este centro de investigaciones agrícolas, como Patricio Cardín, Stephen Cole Bruner, Julian Acuña, Braudilio Barreto, Rodolfo Arango, Gonzalo Martínez Fortún, Carmina Suárez, Melville Cook, Robert Johnston, Reginart Hart, Fernando Zayas, A. R. Otero y Luis Scaramuzza, sentaron las bases para el desarrollo de la sanidad vegetal de ayer y de hoy.

3. Creación de la Oficina de Sanidad Vegetal

A partir de 1914 las exportaciones de papas cubanas y otros productos agrícolas sufrieron el embate de las autoridades fitosanitarias del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por la aparición de la mosca prieta y el mosaico de la caña de azúcar. En la Florida se establecieron reglamentaciones muy rígidas en cuanto a la importación de vegetales y frutas procedentes de Cuba y las Antillas en general.

La Secretaría de Agricultura de Cuba, ante esta situación tan difícil para los intereses económicos de los exportadores cubanos, creó una Comisión de Fitopatología para que atendiera toda la problemática de la mosca prieta y se evitara complicaciones a los exportadores cubanos. El 3 de julio de 1916 surge una Comisión de Sanidad Vegetal, cuyas funciones eran la de atender las labores de inspección de la Comisión de Fitopatología creada con anterioridad y establecer medidas para el control de la mosca prieta.

El 8 de enero de 1919 se dicta el Decreto-Ley 1137 que derogaba al Decreto 838, y la Comisión de Sanidad Vegetal se reorganizaba bajo el nombre de Oficina Especial de Sanidad Vegetal, con un cuerpo de inspectores y obreros a todo lo largo y ancho del país. Es nombrado su jefe al fitopatólogo norteamericano doctor John R. Johnston, que fuera investigador de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas y ya profesor de patología vegetal de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana.

Entre las funciones de esta oficina, que radicaba en la calle Obrapía 37½, se hallaban la de impedir por todos los medios posibles la invasión de la mosca prieta en los huertos comerciales, y la de reducir esta plaga de tal manera que los frutos y viandas que se exportaban a Estados Unidos no sufrieran demoras cuarentenarias para su admisión en el mercado de ese país.

La Oficina de Sanidad Vegetal fue la primera en hacer pública la noticia de la presencia en Cuba de la enfermedad del mosaico de la caña, la pudrición del cogollo del cocotero, la enfermedad de los plátanos y otras plagas. Para lograr su cometido se crearon zonas de trabajo para la desinfección en provincias, se organizó el servicio de inspección en correos, puertos y ferrocarriles, así como designar a los inspectores provinciales. Las zonas de desinfección fueron las siguientes:

Zona 1. Vedado	Isidoro Montano (inspector jefe)
Zona 2. Cerro	Tomás Cárdenas (inspector)
Zona 3. Guantánamo	Manuel Osorio (inspector)
Zona 4. Santiago de Cuba	Teodosio Cajigal (inspector)
Zona 5. Baracoa	Daniel Niclés (inspector)
Suboficina de Pinar del Río	Bouclé (inspector)

Para el Servicio de Inspección de Puertos, Ferrocarriles y Correos se designó como jefe de inspección al entomólogo norteamericano Reginard Hart, mediante Decreto 6 del 4 de enero de 1919.

Para el Servicio de Inspección de Jardines y Viveros se designó a Charles Ballou.

Para el de Inspección con todo lo relacionado con la enfermedad raya amarilla de la caña, se designó como jefe al microbiólogo italiano Ernesto Moisés Simonetto.

Como Inspector de Productos Agrícolas dedicados a la exportación se nombró a Antonio González Jiménez. Los inspectores provinciales fueron: Oriente, Aurelio Cabrera; Camagüey, Alberto Agramonte; Santa Clara, Adolfo C. Ruiz; Cienfuegos, Avelino García; Matanzas, Alberto Roque; y Pinar del Río, Elodio Castañeda.

En la reglamentación del servicio que debía prestar la Oficina de Sanidad Vegetal, también dada a conocer el 8 de enero de 1919, se expresaba en algunos de sus artículos lo siguiente:

- Cuando fuere necesario algún trabajo de laboratorio o relacionado con los que se llevan a efecto en la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas, podrá el jefe de la Oficina de Sanidad Vegetal solicitar el concurso del director de ese centro, quien estará obligado a atenderlo.
- La Oficina de Sanidad Vegetal será la única facultada para expedir certificados sobre plantas y frutas destinadas a la exportación.
- Queda prohibida la exportación de plantas que puedan servir de conductoras de la mosca prieta.
- Se prohíbe la importación de semillas de aguacate o sus frutos de México y América Central.
- Se prohíbe la entrada de maíz de grano, mazorcas o plantas procedentes de Japón, Filipinas, India o Australia.

- Queda prohibida la importación de caña de azúcar de cualquier país, a excepción de aquella que venga consignada a la Secretaría de Agricultura con fines investigativos.
- Queda prohibido transportar semillas de caña de aquellos lugares que han sido declarados como zonas infectadas con el mosaico.

Es importante señalar que en esos momentos la oficina trataba de impedir la entrada en Cuba del picudo negro del plátano desde Jamaica y la Florida, el picudo del aguacate desde México y Centroamérica, el gusano de las frutas y otras plagas como la mosca del mediterráneo, la gomosis de la caña de azúcar y la verruga de la papa.

El control biológico en los primeros cincuenta años de la sanidad vegetal en Cuba

El carácter insular de Cuba y el limitado comercio marítimo a finales del siglo XIX y principios del XX contribuyeron, al parecer en cierto grado, al retardo en la aparición de algunas plagas en Cuba, si se compara con otros países de la cuenca antillana y del mundo. No es descartable la posibilidad de existencia de algunas, pero por el poco desarrollo en la esfera de la sanidad vegetal no era posible su detección anterior. Ejemplos de predación, parasitismo y patologías en insectos eran conocidos en el mundo desde la segunda mitad del siglo XIX, y a finales del mismo comenzaron a ser empleadas como formas del control biológico. En Cuba, a inicios del siglo XX, que marca el nacimiento de la sanidad vegetal, era en buena lid desconocida dicha práctica. Con la aparición de las plagas mosca prieta y guagua acanalada en los cítricos y la imposibilidad de su control por los métodos químicos convencionales de la época, se inicia la historia del control biológico en la sanidad vegetal cubana.

La guagua acanalada y su control biológico

El 3 de junio de 1926 es reportada por primera vez en Cuba la presencia de la plaga conocida como guagua acanalada, *Icerya purchasi* Mask, por los doctores S. C. Bruner y Oscar Arango, de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas. Rápidamente la plaga se diseminó por todo el país, sin que las medidas de control empleadas contra otras guaguas dieran resultado alguno.

Bruner y Arango recomendaron la introducción de la cotorrita roja o de Australia, *Rodolia cardinalis* Muls, dado que había sido utilizada en California y la Florida con resultados muy efectivos. Sobre esta cotorrita, ya Carmina Suárez, de la misma Estación Agronómica, había hecho descripciones en 1920.

El 28 de junio de 1928 llegaron los primeros ejemplares de la cotorrita procedentes del State Plant Board de la Florida, los que se multiplicaron en Estación Agronómica de Santiago de las Vegas y posteriormente se colocan las primeras colonias en plantaciones afectadas

por la guagua en San Antonio de los Baños, la que fue también controlada con eficiencia. La introducción en Cuba de este insecto tiene una marcada importancia económica e histórica, por ser el primer control efectivo que se estableció en el país.

La mosca prieta y su control biológico

La mosca prieta, *Aleurocanthus woglumii* Ashby, se detectó en Guantánamo en 1915 y se estimó que fue introducida casualmente desde Jamaica, donde había sido reportada en 1913.

El primer reporte en Cuba data de 1916, y estudios posteriores fueron hechos por Patricio Cardín, jefe del Departamento de Entomología y Patología Vegetal de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas. Al morir Cardín prematuramente en 1919, el doctor Stephen Cole Bruner continúa las investigaciones iniciadas por aquel.

Según Martínez (1994), entre 1916 y 1928 se gastaron millones de pesos en la compra y aplicación de insecticidas para tratar de disminuir las poblaciones de la mosca prieta. Recuérdese que una de las tareas de la Oficina de Sanidad Vegetal creada en 1919 era el combate de la plaga y evitar su propagación.

Al llegar a Cuba informaciones sobre el descubrimiento de varios parásitos de dicha plaga, el doctor Bruner recomendó su introducción, lo que se logra mediante convenios entre las Secretarías de Agricultura de Estados Unidos y Cuba, donde los primeros suministrarían las moscas parasitadas procedentes de Singapur, Asia, al tiempo que la Estación Agronómica se ocuparía de su cuidado, cría, reproducción e introducción en los campos.

El 21 de junio de 1930 llegó el primer embarque de moscas parasitadas sobre posturas y hojas de mango. Se detectaron dos parasitoides: *Prospaltella divergens* Sil. y *Eretmocellus serius* Sil.; el primero no se adaptó, pero el segundo resultó ser muy resistente y con gran capacidad de adaptación, lo que permitió su multiplicación con rapidez. La avispa de la India, nombre común de *E. serius*, fue liberada en plantaciones de cítricos afectadas por la plaga, y en un año se obtuvieron resultados formidables en el control.

El bórer de la caña de azúcar y su control biológico

La presencia del bórer de la caña, *Diatraea saccharalis* F., es una de las plagas más importantes de la caña de azúcar en los países productores de la región. Las pérdidas ocasionadas por la plaga en las plantaciones cañeras en los latifundios norteamericanos y cubanos establecidos en las primeras décadas del pasado siglo en Cuba, ocasionaron las consiguientes afectaciones en la exportación del dulce y pérdidas económicas de consideración.

Especialistas procedentes de Estados Unidos convergen en Cuba para estudiar la plaga y sus efectos. Wolcott (1914) reportó la presencia de una mosca

taquinida, *Lixophaga diatraea* Towns, como parásita del bórer en cañaverales de las provincias de La Habana, Matanzas, Las Villas y Oriente.

Wolcott no sólo se limitó al reporte del parásito en Cuba, realizó también colectas en las zonas visitadas, y envía las primeras pupas de que se tienen noticias a Puerto Rico. Dicho reporte motivó el interés de productores de caña de azúcar en la Florida, Louisiana, México y las Antillas, y a partir de 1914 se hace común la práctica de coleccionar y enviar fuera del país miles de pupas del insecto. Del Departamento de Agricultura de Estados Unidos es encomendado Loftin en 1915 a coleccionar y enviar pupas para introducirlas en Louisiana.

En 1918 vino a Cuba, con igual propósito, Holloway, quien envió 650 pupas a la Sugar Experiment Station de Louisiana. En 1919 y 1920 llega Barber con cuatro ayudantes, y envían a la misma estación experimental 6 000 pupas. Dos años más tarde, con idéntico propósito, vino Van Zwaluwenburg, Plank en 1926 y 1927; y el entomólogo inglés Myers; de conjunto con la Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba, coleccionó 700 pupas que introdujo en Barbados y Antigua. Más tarde, en 1932, se le enviaron unas 6 800 pupas más.

Fueron tan poderosos los intereses de las grandes compañías azucareras norteamericanas y nacionales en Cuba, que en la década del veinte se funda en Jaronú, provincia de Camagüey, la ya mencionada Estación Experimental del Club Azucarero de Cuba. Hacia ella se dirigen otros investigadores con el objetivo de realizar estudios sobre las pérdidas que causaba el bórer en sus cañaverales. Entre estos es posible citar a Salk y Van Dine en 1926, Crawley en 1927, Plank en 1928 y 1929, y Wilson en 1945.

Luis Scaramuzza (véase bibliografía), a finales de 1930, tomando como punto de partida los resultados obtenidos por los especialistas norteamericanos, inicia un conjunto de investigaciones con la mosca cubana como control del bórer, y va mas allá: introduce nuevos parásitos como *Parathesia claripalpis*, desde Trinidad, y *Metagonistylum minense*, de Brasil.

Ya en 1948 el propio Scaramuzza señaló: «Podemos afirmar que por medio del control biológico hemos logrado dominar el bórer o perforador de la caña para el desenvolvimiento normal de la industria».

Este es otro ejemplo sobre el control biológico de una plaga en Cuba que se inscribe en nuestra historia de la sanidad vegetal.

Triunfo de la revolución cubana el 1 de enero de 1959

El 1 de enero de 1959 constituye un hito para la sociedad cubana y el desarrollo de las ciencias y la sanidad vegetal en nuestro país. El jefe de la revolución, en uno de sus alocuciones al pueblo, expresó que el futuro de

Cuba tendrá que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia. Acontecimientos acaecidos en los inicios de este período y que están relacionados con la historia de la sanidad vegetal, fueron la Ley de Reforma Agraria y la Ley de la Reforma de la Educación Superior.

Ley de Reforma Agraria

Esta ley de la revolución, promulgada en 1959, en su esencia cambiaba el modo de producción existente en la agricultura. Los grandes latifundios azucareros y ganaderos son expropiados y nacionalizados, y títulos de propiedad de la tierra son conferidos a sus verdaderos dueños: los campesinos.

La política agraria del país, canalizada a través de las estructuras del recién creado Instituto Nacional de la Reforma Agraria, se proyecta hacia la diversificación y modernización de la agricultura, y la sanidad vegetal no quedaba al margen, ya que se tenía conciencia de la importancia del manejo y control de plagas.

Muy pronto se inició el establecimiento de convenios intergubernamentales e interinstitucionales con la otrora Unión Soviética y países del campo socialista. Amparados en estos convenios, comienzan a arribar a Cuba especialistas de diferentes ramas agrícolas, entre ellos dirigentes institucionales, entomólogos, fitopatólogos, virólogos, bacteriólogos, nematólogos, etc. para colaborar cada uno en su rama, junto con técnicos cubanos, en la modernización de las estructuras heredadas de un régimen semifeudal de propiedad de la tierra y su explotación. Con el triunfo de la revolución se inicia una nueva etapa en la sanidad vegetal en Cuba con un conjunto de estrategias y hechos, los cuales serán ligeramente esbozados.

Con anterioridad al 1 de enero de 1959 existía en Cuba una Junta de Cuarentena integrada por especialistas del Ministerio de Agricultura, la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas y de la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana.

En 1952 el Ministerio de Agricultura creó un laboratorio de diagnóstico para apoyar a la inspección fitosanitaria de frutas y vegetales dedicados a la exportación, pero el diagnóstico se realizaba fundamentalmente en los Laboratorios de Entomología y Fitopatología de la Estación Experimental Agronómica.

A principios de la década del sesenta se crea un pequeño laboratorio en la calle Oficios 104 para el diagnóstico de muestras tomadas principalmente en el puerto de La Habana, el que con posterioridad se amplía.

Durante los primeros años de esa década fue una preocupación fundamental del INRA y en general del gobierno revolucionario de elevar la producción y la productividad en la agricultura, y en las proyecciones que se establecieron ocupaba un lugar esencial la lucha

contra las plagas y enfermedades de las plantas. Como parte de estas proyecciones, la dirección fitosanitaria del INRA, perteneciente al Viceministerio de Industrias Agropecuarias, funda en el piso 12 del edificio Sierra Maestra un Laboratorio Central Fitosanitario que se ocupaba de analizar todos los vegetales de importación, así como muestras que eran remitidas de fincas y granjas del país. Dicho laboratorio sólo examinaba y diagnosticaba, y más tarde el Departamento de Protección de Plantas indicaba el tratamiento requerido.

Como parte de la historia de la sanidad vegetal es necesario recordar una conferencia de prensa efectuada el 4 de diciembre de 1963 en el INRA con la presencia de Rafael Francia Mestre, viceministro de Producción Agropecuaria; José M. Rodríguez Padilla, director de Recursos y Servicios a la Producción; Alejandro Cabello Sánchez, director del Laboratorio Central Fitosanitario; Ivan Shuraev, asesor técnico soviético; Calixto Roselló, jefe del Departamento de Protección de Plantas; y Oscar Pérez Villalba, jefe del Departamento del Control de Plantas.

En esta conferencia de prensa se informó de los esfuerzos que se realizaban para las campañas futuras de sanidad vegetal y en especial la del año 1964, para la cual se habían ofrecido cursos en la universidad a fin de preparar a 40 maestros agrícolas y seis ingenieros agrónomos, y además otros cursillos de cuatro meses a 325 trabajadores agrícolas para que adquirieran conocimientos de la manipulación de pesticidas y equipos fitosanitarios.

Otro punto tratado en dicha conferencia de prensa fue el relativo a la creación de estaciones fitosanitarias a niveles provinciales y regionales dependientes de la organización central en el INRA.

El estudio de un anteproyecto de Ley de Control de Plagas y Enfermedades o Ley de Sanidad Vegetal, así como de una Ley de Cuarentena, fueron aspectos abordados en esta conferencia.

En el tránsito de una agricultura extensiva hacia una agricultura intensiva se comenzaron a utilizar cantidades de plaguicidas sintéticos según programas que se incluían dentro de las normas técnicas de cada cultivo. A finales de la década del sesenta y principios del setenta empezaron a presentarse serios problemas por la aparición de nuevos organismos plagas, resurgimiento de las ya conocidas, fenómenos de insecto y fungorresistencia, y desaparición de enemigos naturales. Tal situación motivó la necesidad de establecer nuevas estrategias para el manejo de plagas.

Entre 1967 y 1968 se fortalecen las estructuras de la sanidad vegetal en dos sentidos: servicios a la producción, en lo que se refiere al manejo de plagas, y servicios de cuarentena vegetal, tanto exterior e interior. En estas fechas se crea el Equipo Técnico Agrícola del INRA

y el Centro Nacional Fitosanitario. Surgen Laboratorios de Entomología, Fitopatología, Lucha Biológica y Química de Plaguicidas y se inicia el desarrollo de los laboratorios provinciales.

Según Pérez Consuegra y Vázquez Moreno (s/f), a mediados de la década del setenta se crea el Sistema Estatal de Protección de Plantas. Surgen entonces las estaciones territoriales, cuyas funciones eran el estudio de la biología, ecología, nocividad, umbrales y métodos de lucha contra las plagas en los territorios donde estaban enclavadas. El trabajo desplegado en las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) estaba apoyado científicamente por metodologías de señalización y pronóstico, lo que permitió que de una importación de 40 000 toneladas de plaguicidas en 1974 se redujera en 1976 a menos de 15 000 toneladas. Fue tan positivo el resultado logrado por las ETPP en los sistemas de señalización y pronóstico, que en 1982 se estableció el manejo integrado de plagas (MIP) como política oficial del estado cubano. Es importante también señalar que en estas ETPP que alcanzan en la actualidad en el país el número de 69, se designó por lo menos un inspector responsabilizado con las tareas de cuarentena.

El Ministerio del Azúcar tiene también un sitio en la historia de la sanidad vegetal en Cuba. Antes del triunfo de la revolución existían algunos laboratorios, ubicados fundamentalmente en ingenios azucareros, que se dedicaban a la cría masiva de la mosca *Lixophaga* para el control del bórer de la caña de azúcar. Entre los años 1960 y 1980 se desarrollaron nuevas tecnologías y se incrementaron las producciones en seis laboratorios existentes, y es en 1980 cuando el MINAZ crea el Programa Nacional de Lucha Biológica, y que en 1995 constaba con 50 centros para la producción de la mosca, y se logra la liberación de 78 millones de ellas en 1,6 millones de hectáreas [Fuentes *et al.*, 1998]

A mediados de la década del ochenta se diseña por el Ministerio de la Agricultura un programa encaminado a la creación de instalaciones donde, con tecnologías artesanales y semiartesanales, se producirían organismos entomopatógenos y enfomófagos como vías efectivas para implementar la lucha biológica. En 1988 se aprueba el Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos para el trienio 1988-90. Se convertía en realidad el programa mencionado anteriormente. Se acuerda el establecimiento de una red de laboratorios de nombre Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE).

En 1991 el MINAGRI y el MINAZ revisan el Programa de Producción de Medios Biológicos y acuerdan la creación de 222 y 54 CREE respectivamente, 29 Plantas de Bioplaguicidas y una Planta Piloto. Dicho programa ha logrado cumplir hasta la fecha la construcción de 272 CREE, tres plantas industriales y una Planta Piloto. De los 272 CREE existentes, 50 se locali-

zan en zonas dedicadas al cultivo de la caña y 222 en áreas de empresas de cultivos, cooperativas y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC). Los CREE constituyen la base del Programa Nacional de Control Biológico en Cuba. Los entomopatógenos que se producen en estos centros son en la actualidad los siguientes: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces lilacinus*. Se contempla en corto plazo la producción de *Nomuraea rileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus*. El hongo antagonista *Trichoderma* spp. también es producido en las instalaciones de los CREE. La bacteria esporógena *Bacillus thuringiensis* ha sido y es producida en grandes volúmenes tanto en los CREE como en plantas industriales, con una producción aproximada de 1 379 toneladas en el año 1999.

Otros biocontroles han sido utilizados en Cuba en caña de azúcar, y entre ellos se encuentran *Trichogramma fuentesi*, *Eucelatoria* sp., *Archytia monachi*, *Telenomus* sp., *Euplectrus platipenae* así como algunos géneros de nemátodos. Los artrópodos han sido utilizados como biocontroles en distintos cultivos de importancia económica en Cuba, y los más sobresalientes son *Phytoseiulus macropilis*, *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense*.

El Programa de Lucha Biológica implementado por la sanidad vegetal cubana constituye una de las aristas más importante de los planes o programas de manejo integrado de plagas. El trabajo desplegado en los últimos treinta y cinco años en el campo de la sanidad vegetal en Cuba ha estado orientado fundamentalmente por dos instituciones de reconocido prestigio nacional e internacional. Nos referimos al Centro Nacional de Sanidad Vegetal y al Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, pertenecientes al Ministerio de la Agricultura. Otros organismos que tienen un gran peso también en esta esfera son el Instituto de investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), del Ministerio del Azúcar; el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria del Ministerio de Educación Superior; el Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT), del MINAGRI y otros.

Ley de Reforma de la Enseñanza Superior en Cuba

La reforma de la enseñanza superior cubana constituye, a nuestro criterio, un nuevo hito para el desarrollo de la sanidad vegetal. Fidel Castro Ruz, en uno de sus discursos, expresó que el futuro de Cuba tenía que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia.

En 1962 se inicia en la educación superior el perfeccionamiento de los planes de estudio, y entre ellos los de la carrera de ingeniería agronómica. Es interesante destacar que desde 1916, cuando se incluye la asignatura de patología vegetal por las razones ya explicadas, los planes de estudio subsiguientes no sufrieron grandes modificaciones hasta 1973, año en que se incluyeron un conjunto de nuevas materias como acarología,

control biológico, virología, nematología, malezas y su control, métodos y medios de lucha fitosanitaria y otras muy necesarias para los especialistas de sanidad vegetal. En el curso 1982-83 se establece una especialidad en sanidad vegetal en algunas universidades agrícolas del país. En 1988 dicho plan de estudio concluye con la graduación de cientos de estudiantes egresados con sólidos conocimientos, y que ocuparon y ocupan importantes frentes y cargos en la organización y desarrollo de la sanidad vegetal.

El perfeccionamiento de los planes de estudio y la creación de especializaciones y especialidades en sanidad vegetal fue la contribución de la educación superior cubana a la historia de la fitosanidad, sin olvidar el papel que jugaron muchos docentes en este período.

Dar por concluida una ponencia referente a la historia de la sanidad vegetal en Cuba es muy difícil, máxime cuando se tiene la seguridad plena de que se han omitido muchos detalles sobre el surgimiento de plagas, personalidades relevantes, introducción de biocontroles como el hurón en el siglo pasado, y que resultó ser un fracaso; el grave problema económico que surgió con la aparición del moho azul del tabaco en 1957; el magnífico trabajo desplegado por el doctor Julián Acuña al frente del grupo de investigaciones del arroz, donde se determinó al vector del virus causante de la raya blanca del arroz y otros hechos no menos importantes.

Antes de concluir, no es posible olvidar una gran cantidad de personas, unos dirigentes institucionales, otros investigadores, profesores universitarios y otros profesionales que en épocas algo más recientes han contribuido desde centros de producción, de investigaciones y universidades al desarrollo de la sanidad vegetal.

Se han omitido algunos nombres, pero el olvido literario no significa de modo alguno desconocer la labor que desplegaron en el decursar de los años hasta nuestros días. Para aquellos a los que me aventuro denominar como *formadores de nuevas generaciones*, va dirigido nuestro agradecimiento y recuerdo eterno que les permitirá traspasar los umbrales de la historia de la sanidad vegetal cubana y ocupar un sitio de honor imborrable en el tiempo. Espero que este sea el objetivo de todos aquellos que contribuyan con sus plumas en este concurso. Ellos son:

Jorge Navarro Taquillac. Primer profesor cubano que compartió con el doctor J. R. Johnston en 1916 la docencia de microbiología agrícola y patología vegetal en la Escuela de Ingenieros Agrónomos y Azucareros de la Universidad de La Habana.

Osvaldo Arrechea Fuentes. Profesor de entomología en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Las Villas y Facultad de Agronomía del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, hoy Universidad Agraria de La Habana.

Alberto Faz y Fernández de Cossío. Profesor de entomología y protección de plantas en la Escuela de Agronomía

de la Universidad de La Habana y Facultad de Agronomía del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. Autor de *Principios de protección de plantas*, publicada en 1983. Preparaba dos tomos que daban continuación a la obra citada cuando la muerte lo sorprende en plena actividad literaria.

Isidoro Piñar. Profesor auxiliar en la asignatura de patología vegetal, y posteriormente profesor de fitopatología en la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana. Fue designado como responsable de Sanidad Vegetal en la provincia de Pinar del Río en la etapa de la organización de este frente en la década del sesenta.

Gisela Pentón Pedraza. Profesora de zoología y fitoneematología en la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana y del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. En plena faena de escribir un texto de fitoneematología fue sorprendida por la muerte.

Margarita Carone Dede. Profesora de microbiología agrícola e industrial, y patología vegetal en la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana. En la Facultad de Agronomía del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana fue docente de microbiología, micología, bacteriología y microbiología fitopatológica. Autora de textos de microbiología y micología, fue miembro de la Sociedad de Fitopatólogos Norteamericanos.

Alejandro Cabello Sánchez. Especialista hispano-húngaro que asesoró el frente de Sanidad Vegetal en el INRA en 1963. Profesor de fitopatología en la Escuela de Agronomía de la Universidad de La Habana y Facultad de Agronomía del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. En 1966 publicó un texto titulado *Enfermedades y plagas*.

Sergio Mayea Silveiro. Profesor de microbiología y fitopatología en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Las Villas. Autor de numerosos textos entre los que se encuentran *Bacterias y hongos fitopatógenos*, *Microbiología agrícola*, *Microbiología del suelo* y otros.

Francisco Mendoza Hernández. Profesor de entomología en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Las Villas. Autor del texto *Principales insectos que atacan a las plantas cultivadas*.

Francisco Gómez Souza. Profesor de entomología y control biológico en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de Las Villas. Publicó en 1981 un texto titulado *Control biológico*.

Mirta González Ávila. Fitopatóloga, investigadora del Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT). Sus trabajos versaron fundamentalmente sobre las enfermedades del frijol.

Magda Montes. Entomóloga de la Estación Nacional de Sanidad de los Agrios. Ha trabajado en plagas de los cítricos y en especial en coleópteros, y manejo integrado.

Nilda Blanco Sánchez. Especialista en virología vegetal del Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT). Su trabajo investigativo se ha centrado sobre las virosis del tomate y frijol.

Antonio Martínez Andreu. Ingeniero agrónomo, especialista en Sanidad Vegetal. Autor de varias publicaciones, y entre estas *Exterminio de ratas y ratones* (s/f), *Patología vegetal y entomología* (1951) y *Plagas agrícolas de Cuba* (1963).

Modesto Fernández Roseñada. Investigador de la otrora Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, hoy INIFAT. Publicó en 1973 una obra titulada *Catálogo de enfermedades de plantas cubanas*.

Marusia Stephanova. Bacterióloga, investigadora del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ha trabajado sobre el marchitamiento bacteriano del tomate y pimiento en Cuba, y se le debe el reporte del tizón o marchitez bacteriana de la yuca en 1976.

Pedro Luis Bernal. Ingeniero agrónomo. Poco tiempo después de graduado, es nombrado director de la Dirección General de Sanidad Vegetal, en los momentos donde se comenzaba la restructuración de este importante frente, y que llevó a efecto con gran visión de futuro.

Otros dirigentes e investigadores que contribuyeron desde sus posiciones a la restructuración y desarrollo de lo que es hoy en día la sanidad vegetal fueron: Jorge B. Dechapel, Rosendo Suárez, Calixto Roselló, Alfredo Salinas, Eliodrero Martínez Junco, Alfredo Vidal, Humberto Suárez, Ángel López, Ricardo Labrada, Jorge Ovies, Luis Pérez Vicente, Fermín Fuentes, Orieta Fernández-Larrea, Horacio Grillo, Rafael Ayayo, Sixto Monteagudo, Jorge Mora Morín, Teresita Fernández, Antonio China y otros muchos.

No sería justo concluir con esta breve reseña histórica sobre la sanidad vegetal cubana sin dejar de mencionar un muy numeroso grupo de especialistas del otrora campo socialista, y en particular de la Unión Soviética, que se dieron cita en nuestra patria para brindar sus experiencias y conocimientos en la organización, desarrollo y formación de profesionales en la fitosanidad nacional.

El período histórico científico el cual podría denominarse como de influencia científica europea II, y comprendido entre los años 1960 y 1990, podría ser analizado en un documento anexo a este con gran profundidad y extensión

REFERENCIA

- Álvarez, C. J.: *Historia de la zoología en Cuba*, Ed. Lex, La Habana, 1958.
- Chardón, E. C.: *Los naturalistas de la América Latina*, Ed. del Caribe. Ciudad Trujillo, República Dominicana, 1949.

Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas: Datos de archivo.

Felipe, G. C.: «Vida y obra del entomólogo cubano Fernando A. Zayas Muñoz (1912-1993)», VIII Jornada Científica INIFAT, Cuba, 1996.

Martínez, Viera R.: *Setenta años de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas*, Ed. Academia, La Habana, 1977.

Martínez Viera, R.: *Noventa años de la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas*, Ed. Academia, La Habana, 1994.

Revista Agricultura, Comercio y Trabajo (1918-1922), La Habana.

Vázquez, M. L.: L. L. Hernández; S. R. Alayo; L. R. Vera: *Directorio de entomólogos de Cuba*, Ed. CID-INISAV, La Habana, 1993.

Walker, J. C.: *Patología vegetal*, Edición Revolucionaria, La Habana, 1970.

LOS INSECTOS POLINIZADORES Y SUS PERSPECTIVAS DE UTILIZACIÓN EN AGROECOSISTEMAS

Isbel Díaz Torres

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600

RESUMEN

La polinización eficiente trae como consecuencia un sinnúmero de beneficios para el ecosistema y el agricultor, traducidos en un cierto restablecimiento del balance ecológico para el primero y en un rendimiento más alto para el segundo: mayor número, peso y volumen de los frutos, mayor número y viabilidad de las semillas, sustitución del uso de productos químicos (hormonas) y de mano de obra (polinización manual). Es por ello que muchos investigadores en las últimas décadas han llevado a cabo estudios relacionados con este tema, con resultados que señalan a la abeja común (*Apis mellifera* L.) como poseedora de una alta eficiencia en los procesos de polinización en cultivos de importancia económica [Barbosa, 1999; Díaz y Rivero, 1999; Nogueira, 1996]. No obstante, la utilización de otras especies sociales como *Melipona* spp. [Para-Canto, 1999] y no sociales como *Xylocopa* spp. [Sihag 1993a], es factible debido a su fácil manipulación, e indispensable para aquellas especies vegetales con un grado mayor de especificidad en cuanto al polinizador. Para lograr esta introducción de polinizadores en los agroecosistemas con el interés de alcanzar una producción sostenible y ecológicamente saludable, es imprescindible suprimir una serie de limitantes, entre las que se destaca, con bastante peso, el empleo de agrotóxicos dañinos a los insectos. La presente reseña resume los conocimientos existentes sobre este tema y las posibilidades de la utilización de los polinizadores en la agricultura.

Palabras claves: abejas, agroecosistema, *Apis mellifera*, polinizadores, agricultura sostenible, *Melipona* spp, *Xylocopa* spp.

ABSTRACT

The efficiency in pollination results in an overflow of benefits for the ecosystem and the farmers, which means a certain reestablishment of the ecological balance for the first one and in a higher yield for the second: higher number, weight and volume of the fruits, higher number and viability of the seeds, supplant of the use of chemical products (hormones) and of manpower (manual pollination). That's the reason why many investigators in the last decades have taken to end studies related with this topic, with results pointing out to the honeybee (*Apis mellifera* L.) as a very effective pollinator in crops of economic importance [Barbosa 1999, Díaz and Rivero 1999, Nogueira 1996]. Nevertheless, the use of other social species as *Melipona* spp. (Vine-song 1999) and non-social as *Xylocopa* spp. (Sihag 1993a), is feasible due to the easy manipulation of them, and essential for those vegetable species with a specificity for their pollinator. To accomplish the introduction of pollinators in the agroecosystem, with the interest of achieving a sustainable and ecologically healthy production, it is indispensable to suppress a series of obstacles, and the use of harmful agrottoxics is among those that stands out. The present report summarizes the existent knowledge about this topic and the possibilities of the use of pollinators in agriculture.

Key words: bees, agrosystem, *Apis mellifera*, pollinators, *Melipona* spp, sustainable agriculture, *Xylocopa* spp.

INTRODUCCIÓN

La agricultura y su actual desarrollo implican la simplificación de la biodiversidad. Asimismo, conlleva inevitablemente un cierto grado de transformaciones físicas de los paisajes y de artificialización de los ecosistemas, por lo que es esencial concebir estrategias que enfatizen métodos y procedimientos para lograr un desarrollo ecológicamente sostenible [Altieri, 1996a].

La biodiversidad juega un rol determinante en el restablecimiento del balance de los agroecosistemas [Altie-

ri, 1996b], y promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en estos que, cuando se pierden, puede conllevar a costos significativos [Altieri, 1991]. Estos procesos son en su mayor parte biológicos, por lo que su persistencia depende de la conservación de la biodiversidad.

Entre los componentes de la diversidad biológica de los ecosistemas se encuentran los insectos benéficos, y particularmente los polinizadores, cuya abundancia, di-

versidad y eficiencia son indicadores del control agroecológico [Altieri, 1996c].

La presente reseña se propone resumir los conocimientos que existen sobre los polinizadores y sus posibilidades de utilización en las áreas de cultivo, especialmente aquellas bajo manejo integrado de plagas, así como las ventajas y limitaciones para el éxito de dicha práctica cuando se tiene como interés lograr una producción sostenible y ecológicamente saludable en los ecosistemas agrícolas.

Generalidades sobre el proceso de polinización

Una propiedad de todos los seres vivos es la *productividad*, la cual se manifiesta en el *crecimiento* y en la *reproducción* [Strasburger, 1981]. En su esencia la reproducción se realiza de dos maneras distintas: por multiplicación vegetativa o *asexual*, es decir, mediante el desprendimiento de porciones de tejido capaces de reproducir el individuo completo, como ocurre en la multiplicación por yemas, bulbillos, propágulos, etc., o bien por vía *sexual* o *gámica*, en la que los gametos, con polaridad sexual propia, deben fundirse para luego iniciar el desarrollo del embrión [Gola, 1969].

Como en todos los demás procesos de la vida vegetal, también en los que son propios de la reproducción se ha efectuado una especialización gradual de los órganos destinados a realizarla, bien distintos a los simplemente vegetativos. En las angiospermas la función reproductiva se localiza en la flor, en la cual se reúnen, en parte o totalmente, los elementos sexuales necesarios para llevar a término el proceso reproductivo [Gola, 1969].

La reproducción comprende una serie de procesos de los cuales la polinización es el primero de una cadena de fenómenos: fecundación, formación del fruto, semilla y germinación de una nueva planta [Díaz, 1996].

La polinización es aquel proceso a través del cual se efectúa el traslado del polen proveniente de los elementos sexuales masculinos hacia el estigma de la flor [Rojas y Ramírez, 1991; Delaplane *et al.*, 1994; Díaz, 1996; Free, 1999a], y cuando esta función es llevada a cabo por un animal, a este se le denomina *polinizador*. Existen otras vías para realizar la polinización: anemofilia (polen transportado por el viento), hidrofilia (polen transportado por el agua) y de modo general zoofilia (polen transportado por animales) [Gola, 1969]. Cuando la transferencia del polen ocurre desde la antera hacia el estigma de la misma flor o flores de la misma planta, se denomina *autopolinización*; si ocurre hacia el estigma de una flor de otra planta se denomina *polinización cruzada* (xenogamia). La xenogamia ofrece a las plantas una gran variabilidad genética, con mayores posibilidades de adaptarse a nuevos ambientes, competir con otras especies y ocupar nuevas posiciones ecológicas [Raigon, s.f.].

El proceso de fecundación como tal se produce cuando el polen se adhiere al estigma, germina y produce un

tubo polínico que crece en dirección al ovario, el gameto masculino se transfiere a través del tubo y se une al gameto femenino (ovocélula) para formar un huevo o cigoto, y permite de esta forma el desarrollo del fruto que protege a las semillas. Las señales de una polinización adecuada pueden ser visualizadas en los frutos: frutos simétricos, completamente desarrollados, peso satisfactorio, con muchas semillas, con buena posibilidad de germinación [Raigon, s.f.].

Los polinizadores son atraídos a las flores por caracteres visuales u olfatorios, y el comportamiento de los visitantes se recompensa con la presencia de sustancias que pueden coleccionar, consumir o usar [Ackerman *et al.*, 1994], como néctar, polen, aceites, fragancias, ceras o resinas [Simpson y Neff, 1983].

Realmente, los sistemas de polinización varían en el tiempo y en el espacio, pero la modalidad de señal más importante en estas interacciones es la visión [Waser *et al.*, 1996].

Agentes que llevan a cabo la polinización en los cultivos

De acuerdo con Free (1970), el viento es el principal agente polinizador en varias de las especies utilizadas como pasto y en algunas otras, mientras que la mayoría de los cultivos agrícolas que poseen flores con olor y colores conspicuos está adaptada para la polinización por insectos.

Varias especies de insectos polinizadores poseen la habilidad de estimar la calidad de la recompensa floral a través de estos caracteres florales (color, olor, tamaño, entre otros) [Greggers y Menzel, 1993], así como la habilidad de hacer corresponder sus elecciones florales con las recompensas [Dukas y Real, 1991; Greggers y Menzel, 1993; Dukas y Waser, 1994; Meléndez-Ackerman, 1997] y de recordar los resultados de cada experiencia [Dukas y Real, 1991].

Varias especies de abejas son los polinizadores principales, y a menudo los únicos en muchos agroecosistemas [Delaplane *et al.*, 1994; Crane y Walker, 1983; Free, 1970]. Existen cerca de veinte mil especies de abejas, que varían en tamaño y forma del cuerpo [Parra-Cáto, 1999].

De modo general los insectos, según Crane y Walker (1983), difieren grandemente en la efectividad de la polinización. Aparte de las abejas, otras especies han sido informadas también visitando las flores de cultivos comerciales, y son polinizadores esenciales de algunos, pero, de forma general carecen de suficientes pelos en el cuerpo y de patrones conductuales necesarios, por lo que probablemente pocos logren transferir el polen de las anteras a los estigmas de las flores que visitan. Además, a diferencia de las abejas, que forrajean constantemente para obtener suficiente alimento para sus larvas, la mayoría de los otros insectos forrajea sólo para satisfacer sus propias necesidades inmediatas, y se

alimentan de cierta variedad de productos, además de las flores. Es por ello que Free (1970) asume que desempeñan sólo un papel suplementario en la polinización, considerando como polinizadores con cierta efectividad para algunos cultivos a las avispas, mientras que las moscas, las mariposas, las polillas, entre otros insectos, realizan poca polinización. Este autor considera que la mayoría de los polinizadores suplementarios son dípteros, como por ejemplo aquellos pertenecientes a los géneros *Eristalis*, *Syrphus*, *Platycheirus*, *Rhingia*, *Calliphora*, *Lucilia*, *Sarcophaga*, *Bibio*, *Dilophus* y *Bombylus*.

Son considerados dos grandes grupos de abejas [Raigon, s.f.]: las *abejas solitarias*, cuyos patrones de forrajeo se rigen fundamentalmente por predictores de tipo proteico (polen), y las *abejas sociales*, cuyo comportamiento de forrajeo responde principalmente al balance energético (néctar). La importancia de las especies sociales (ej.: *Apis* spp., *Bombus* spp., *Trigona* spp., *Melipona* spp.) radica principalmente en que estas tienen colonias perennes, con superposición de generaciones, que impone un hábito alimenticio generalista, pues precisan de mucho alimento casi todo el año, mientras que las especies solitarias (ej.: *Megachile* spp., *Xylocopa* spp., *Osmia* spp., *Nomia* spp., *Anthophora* spp.) poseen nidos pequeños, tienen ciclo de vida anual, una dieta especializada y la actividad del adulto está sincronizada con la fenología de las plantas por ellos utilizadas.

Según Zayas (1981), en Cuba la superfamilia de las abejas, Apoidea, está representada con cuatro familias (Colletidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae), de las cuales la última es la que incluye a las abejas verdaderas. Son citados por este autor para Cuba un aproximado de 31 géneros en esta superfamilia, dentro de los que se pueden señalar *Nomia robinsoni* (Cress.) (la de mayor tamaño de la familia Halictidae), y *Megachile atriceps* Cress. (la mayor de la familia Megachilidae). Entre las verdaderas abejas está presente el género *Anthophora* spp., que son abejas grandes y muy pilosas, *Centris* spp., que son grandes, frecuentes y abundantes (la más común es *Centris poecila* Lepel.), *Xylocopa cubae-cola* Lucas. (la mayor de las abejas cubanas), *Melipona beechii fulvipes* Guér. (abejita de la tierra y único representante de este género en el país) y *Apis mellifera* L.

Polinización en los agroecosistemas

Cuando un ecosistema se encuentra en equilibrio, cada flor dispone de un polinizador y cada insecto polinizador de las flores que le proveen sus alimentos. Así, tanto la fenología de las especies vegetales con flor, como la dinámica poblacional de los insectos polinizadores, la densidad y diversidad de estos, sus hábitos de forrajeo, entre otros parámetros, se encuentran ajustados con gran precisión para asegurar la supervivencia de ambos [Raigon, s.f.].

De este modo, en el sistema natural los mecanismos de interacción son tan variados como especies a polinizar y polinizadores existen en la naturaleza. Usualmente no existen altas concentraciones de flores de una sola especie en un mismo sitio, por lo que las poblaciones naturales de insectos son suficientes para acometer la polinización [Free, 1970].

Sin embargo, cuando en el ecosistema se introduce un cultivo, cualquiera que este sea, se está introduciendo un factor de desequilibrio para el que el sistema no está preparado, pues aparecen simultáneamente una cantidad de flores que no disponen en forma natural de sus polinizadores. Esto puede agravarse cuando la introducción del cultivo en cuestión tiende a reducir la entomofauna polinizadora natural [Raigon, s.f.]. Según Free (1970), aunque los otros factores involucrados en la producción normal de semillas o frutos sean favorables, la productividad puede estar limitada por la polinización.

Ante este caso resulta indispensable incluir los insectos polinizadores como parte de la tecnología de producción. Esto está en correspondencia con aquellos principios agroecológicos para el manejo sustentable de los agroecosistemas que se refieren a la diversificación vegetal y animal a nivel de especies, y genética en tiempo y espacio, así como los relacionados con la explotación de sinergismos que emergen de interacciones planta-animal (Altieri, 1996a).

Efectos positivos de la polinización

La manipulación del desarrollo de los cultivos por medio de fitoreguladores, biorreguladores o bioestimulantes se ha considerado promisorio para el aumento de su productividad [Rojas y Ramírez, 1991]. Es por ello que la mayoría de los agricultores actualmente los utilizan para lograr la producción de frutos sin recurrir a la polinización [Kaftanoglu y Abak, 1999]. Los fitoreguladores (auxinas, citocianinas y otras hormonas) pueden actuar sobre la absorción de nutrientes, el transporte de iones por el xilema, el transporte de sustancias elaboradas, así como sobre componentes directos del rendimiento, como pueden ser el número de yemas, el prendimiento de flores y frutos, y el crecimiento y la maduración del fruto [Rojas y Ramírez, 1991].

En la *Tabla 1* se exponen algunos ejemplos en los cuales se induce la partenocarpia en ovarios no polinizados. De estos productos, en Cuba aparece registrado el ácido giberélico en la *Lista oficial de plaguicidas autorizados* [Registro Central de Plaguicidas, 2000], en el tratamiento de semillas de arroz, papa y frijol, y en aspersiones foliares a cultivos de fresa, frijol, papa, pimiento y tomate.

Tabla 1. Cultivos manipulados por medio de fitorreguladores

Cultivo	Fitorregulador	Autores
Chicharo (Alaska)	Ácido giberélico	García-Martínez y Carbonell (1980)
Durazno	Ácido giberélico	Marlangeón y Comas (1974)
Cacao	Ácido giberélico	Bartholomew y Crilev (1984)
Pera	Ácido giberélico	Gil <i>et al.</i> (1983)
Tomate	Noxa, ácido cloro fenoxiacético	Rojas y Ramírez (1991)
Aguacate	Ácido naftalenacético, ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético, ácido giberélico	Rojas y Ramírez (1991)
Melón	Benciladenina	Jones (1965)
Cerezo dulce	Noxa + ácido giberélico + difenilurea	Ramírez <i>et al.</i> (1982)
	Noxa + ácido naftalenacético - ácido 2,4,5 triclorofenoxipropiónico	Webster <i>et al.</i> (1979)
Ciruela	Ácido giberélico + ácido 2,4,5 triclorofenoxipropiónico	Webster y Treharne (1983)
Manzana	Ácido giberélico + difenilurea - noxa	Rojas y Ramírez (1991)

Referencias tomadas de Rojas y Ramírez (1991)

Sin embargo, Kaftanoglu y Abak (1999) consideran que esta práctica reduce la calidad de los frutos. La polinización a través de insectos aumenta la productividad de los cultivos [Free, 1970; Crane y Walker, 1983], pero su ventaja puede ir más allá. Según Free (1970) la abundancia de polinizadores garantiza una mayor proporción de flores tempranas en muchos cultivos, lo cual conduce a una cosecha más uniforme y temprana. La polinización es un fenómeno básico para la producción de frutos y semillas en la mayoría de las plantas con flores [Nogueira, 1989], y aumenta no sólo la cantidad, sino la calidad de los frutos [Free, 1970; Nogueira y Dos Santos, 1989].

Según los resultados de Kaftanoglu y Abak (1999), la utilización de insectos polinizadores en cultivos de tomate condujo a un aumento de la productividad final en un 33,2% en comparación con la polinización manual, y de un 48,3% en comparación con la utilización de hormonas. Además de la productividad final, variables como peso, diámetro, volumen, grueso de la corteza y número de semillas en los frutos, tuvieron un promedio significativamente mayor para el grupo tratado con polinizadores, tanto en tomate como en melón.

El tomate cultivado en invernaderos necesita especiales cuidados para garantizar la polinización, como pueden ser remover la planta, aplicar hormonas y proveer de polinizadores, entre otras vías. Sin embargo, la provisión de polinizadores ha demostrado ser eficiente y económica, por lo que son usados ampliamente en invernaderos de Europa, Estados Unidos, Nueva Zelanda e Israel, entre otros [Hogendoorn *et al.*, 2000].

Nogueira (1996) y DeGrandi-Hoffamn y Watkins (2000) consideran indiscutible la importancia de la polinización por insectos en la producción de frutos y semillas de muchas especies vegetales en cultivos y silvestres, mientras que Nogueira y Dos Santos (1989)

consideran que, de modo general, los frutos producto de la polinización son de mayor tamaño, peso y concentración de azúcar, y ponen el ejemplo de cultivos de *Citrus* spp.

Las estrategias de forrajeo óptimas de polinizadores en busca de alimento pueden conducir a aumentar la transferencia de polen entre flores de una misma planta (geitonogamia) o entre plantas distintas [Peakall y Beattie, 1996]. Además, las preferencias del polinizador pueden también afectar la adaptabilidad de la planta [Meléndez-Ackerman, 1997; Smithson y MacNair, 1997] al promover la deposición de polen [Mitchell y Waser 1992, Campbell *et al.*, 1994], la remoción de este [Galen y Stanton, 1989; Campbell *et al.*, 1991; Mitchell y Waser, 1992] y/o el éxito en la producción de semillas [Stanton *et al.*, 1989], además de limitar el intercambio de polen entre especies simpátricas [Meléndez-Ackerman, 1997].

La presencia de insectos capaces de polinizar es una garantía para la polinización cruzada, de modo que se proporcione un aumento del flujo de genes entre las plantas, diversificándolas con resultados notablemente importantes. Casi el 80% de los vegetales superiores de interés económico por sus frutos o semillas, fibras y otros productos, dependen casi exclusivamente de los insectos para la polinización [Dos Santos y Nogueira, 1990]. La Tabla 2, tomada de Crane y Walker (1983), ofrece una muestra de cultivos que se benefician de esta actividad. Además, la alta producción de semillas propiciada por la polinización en cultivos como el tomate conduce a un incremento en la liberación de giberelinas en el fruto, sustancia que actúa positivamente sobre el peso del fruto [Hogendoorn *et al.*, 2000; Rojas y Ramírez, 1991].

Tabla 2. Cultivos tropicales que se benefician de la polinización por insectos

Familia	Especie	n/d	Especie	n/d
Anacardiaceae	<i>Spondias cytherea</i> Sonn.	3	<i>Spondias purpurea</i> L.	3
	<i>Spondias mombin</i> L.	3		
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i> Saff.	3	<i>Annona reticulata</i> L.	3
	<i>Annona montana</i> Macfad.	3	<i>Annona squamosa</i> L.	3
	<i>Annona muricata</i> L.	3	<i>Cucumis anjuria</i> L.	1
Ebenaceae	<i>Diospyros discolor</i> Willd.	1	<i>Diospyros ebenaster</i> Retz.	3
Eleagnaceae	<i>Eleagnus philippensis</i> Perr.	3		
Euphorbiaceae	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng.	3	<i>Phyllanthus acidus</i> Skeels.	3
	<i>Antidesma dallachyanum</i> Bail.	3	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	3
Flacourtiaceae	<i>Dovyalis abyssinica</i> (A. Rich.) Warb.	3	<i>Flacourtia cataphracta</i> Roxb.	1
	<i>Dovyalis caffra</i> Warb.	1	<i>Flacourtia indica</i> Merr.	2
	<i>Dovyalis hebecarpa</i> Warb.	1	<i>Flacourtia rukam</i> Zoll. y Mor.	2
Guttiferae	<i>Garcinia livingstonei</i> T. Anders.	2	<i>Mammea americana</i> L.	2
	<i>Garcinia mangostana</i> L.	2		
Lauraceae	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyn	1		
Leguminosae	<i>Dipteryx odorata</i> Willd.	1	<i>Lablab niger</i> Medik	1
	<i>Indigofera arrecta</i> Hochst.	3	<i>Tamarindus indica</i> L.	2
	<i>Indigofera sumatrana</i> Gaertn.	3	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. f.	2
Malpighiaceae	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	1		
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg	3	<i>Artocarpus hypargyrea</i> Hance	3
	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	3		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp.	1	<i>Myrciaria cauliflora</i> Berg.	2
	<i>Eugenia aggregata</i> Kiaersk	3	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2
	<i>Eugenia dombeyi</i> (Spreng.) Skeels	3	<i>Syzygium cumini</i> Skeels	3
	<i>Eugenia luschnathiana</i> Ktolzsch. ex. Berg.	3	<i>Syzygium jambos</i> Alston.	3
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	3		
Oxalidaceae	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.	1		
Palmaceae	<i>Orbignia oleifera</i> L.	3		
Papaveraceae	<i>Papaver somniferum</i> L.	2		
Proteaceae	<i>Macadamia tetraphylla</i> L. A. S. Johnson	1		
Rubiaceae	<i>Cichona</i> spp.	1		
	<i>Genipa americana</i> L.	3		
Rutaceae	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	3		
Sapindaceae	<i>Euphoria longana</i> Lam.	1		
	<i>Melicocca bijuga</i> L.	1		
Sapotaceae	<i>Calocarpum viride</i> Pittier	1	<i>Manilkara achras</i> (Mills.) Fosb.	3
	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	3	<i>Pouteria campechiana</i> (H.B.K.) Baehni	3
Tiliaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	2		

Tomado de Crane y Walker (1983).

N/d (niveles de dependencia).

1: se requiere, 2: al menos beneficioso, 3: probablemente beneficioso.

Existen varios cultivos que no son polinizados de modo óptimo por las abejas melíferas por no estar estas adaptadas morfológicamente al cultivo en cuestión, o porque este no es lo suficientemente atractivo para el insecto. Por otra parte, existen cultivos con una alta especificidad por un determinado polinizador, por ejemplo: soya, algodón, vegetales, alfalfa, girasol, entre otros [Parker y Torchio, 1977]. Es por esto que, en comparación con las abejas melíferas, algunas abejas solitarias polinizan ciertos cultivos de modo más eficiente, gracias a sus conductas únicas y apropiadas [Delaplane, 1994].

No obstante, usualmente las colonias de *Apis mellifera* son introducidas en los cultivos para mejorar la polinización cruzada y la producción de semillas [DeGrandi-Hoffmann y Watkins, 2000], pues esta especie es capaz de formar grandes colonias permanentes que pueden ser manipuladas [Crane y Walker, 1983]. La frecuencia de estas en las flores, su comportamiento en el forrajeo, la posibilidad de usarlas de modo sistemático [Nogueira, 1996], así como la estructura social de la colonia que permite a las abejas una eficiente colecta de los recursos [DeGrandi-Hoffmann y Watkins, 2000], hace que sean particularmente útiles. Además, visitan y polinizan un gran número de especies económicamente importantes [Free, 1970].

Debido al daño sufrido por la gran mayoría de las poblaciones naturales de insectos, como consecuencia de la actividad antrópica, los agricultores han tenido que acudir a *A. mellifera* por su amplia distribución geográfica y la eficiencia en el proceso de polinización [Nogueira 1989]. Por esta misma disminución de las especies de insectos nativos, las abejas melíferas manejadas pueden jugar un importante rol en el mantenimiento de las poblaciones naturales de plantas [Carreck y Williams, 1998].

El potencial de polinización de una sola colonia de *A. mellifera* se hace evidente cuando se conoce que sus abejas realizan hasta cuatro millones de viajes anuales, y que durante cada viaje visitan un promedio de cien flores aproximadamente [Free, 1970]. De hecho, la actual utilidad agrícola de la polinización supera los ganancias obtenidas como consecuencia de la comercialización de los productos de las colmenas [Sotolongo *et al.*, 1997]. León y Rivero (1999) citan a *A. mellifera* en Cuba como buena polinizadora en cultivos protegidos de melón. Según Barbosa (1999), esta especie es el principal polinizador de los cultivos de café en Brasil, donde también es un importante y eficiente polinizador de la soya forrajera, logrando una producción de semillas superior al doble (125%) [Nogueira *et al.*, 1989].

Entre las abejas sociales se destacan también las abejas sin aguijón, susceptibles de ser empleadas para propósitos de polinización (meliponicultura). Este grupo incluye los géneros *Melipona* y *Trigona*. Estos géneros son de dócil manipulación (comparados con *Apis*), gran nú-

mero de obreras por colonia (entre cien y algunos miles), forma del cuerpo de delgada a robusta, tamaño que varía entre las especies (2-16 mm), y es posible alojarlas exitosamente en pequeñas cajas de madera [McGregor, 1976; Roubik, 1995]. Además, también son capaces de formar colonias permanentes [Crane y Walker, 1983].

Importantes especies vegetales comerciales son visitadas por este tipo de abejas (Tabla 3), las cuales en varios casos han sido introducidas en los cultivos como polinizadores para obtener un rendimiento máximo (Tabla 4) [Parra-Canto, 1999].

Otro grupo importante en el manejo de la polinización y que es utilizado comercialmente con este fin, son los abejorros [Landry *et al.*, 2000], cuya utilización en cultivos protegidos ha aumentado considerablemente durante la última década [Carreck y Williams, 1998].

Los abejorros son mayores y más pilosos que las abejas melíferas [Kaftanoglu y Abak, 1999], trabajan bien en cautiverio y son especialmente valiosos para el uso en jaulas pequeñas [Free, 1970]. Un ejemplo de ello es el uso de estos para la polinización de tomates en invernaderos [Williams *et al.*, 1993] y del arándano [Macfarlane, 1992].

Las abejas solitarias también pueden aceptar vivir de modo gregario (sociales facultativos) si se les garantizan un mínimo de condiciones específicas para cada especie o género, como pueden ser suministrar nidos con diámetros apropiados, separados unos de otros en dependencia del grado de posible sociabilidad de la especie, o simplemente suministrar los materiales con los que construyen sus nidos [Crane y Walker, 1983].

De modo general las abejas solitarias suelen ser los polinizadores más importantes en muchos ecosistemas [Waser *et al.*, 1996], además de que utilizan un amplio rango de plantas para su polinización [Tellería, 2000]. Según Free (1999b), las abejas solitarias son especialmente importantes en la polinización de legumbres, mientras que recomienda usar las que pueden tener hábitos gregarios para el uso comercial, pues aumentan rápidamente su población con nidos realizados por el hombre, son fácilmente manipulables y no sufren de enfermedades o parásitos incontrolables.

Richards (1995) informa la alta eficiencia de abejas solitarias del género *Megachile* en la polinización de diferentes especies de trébol para pasto.

Existen varios informes de abejas solitarias que polinizan cultivos, y un ejemplo frecuente son las abejas carpinteras. Son abejas grandes, algunas de hasta 2 cm [Crane y Walker, 1983]. Estos insectos son considerados como polinizadores eficientes en los ecosistemas tropicales, donde preservan la biodiversidad [Gross y Mackay, 1998], así como en algunas fincas agrícolas donde aumentan la productividad de los cultivos [Free, 1970; Siga, 1993a; Siga, 1993b; O'Toole, 1997].

Tabla 3. Especies de abejas sin aguijón frecuentemente observadas en los cultivos

Cultivo			
Nombre científico	Nombre común	Especie de abeja	Referencias
<i>Mangifera indica</i>	Mango	<i>P. subnuda</i>	Mouga (1984)
<i>Carica papaya</i>	Papaya	<i>P. subnuda</i>	Ramalho y Kleinert-Giovannini (1990)
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	<i>M. favosa</i> <i>C. capitata</i>	Engel y Dingemans (1980)
<i>Macadamia intergrifolia</i>	Macadamia	<i>T. carbonaria</i>	Heard (1994)
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabaza	<i>T. spinipes</i>	Ávila et al. (1989)
<i>Allium cepa</i>	Cebolla	<i>T. spinipes</i> <i>T. iridipennis</i>	Loregon (1992) Free (1993)
<i>Brasica napus</i>	Brasica	<i>T. spinipes</i>	Adega (1987)
<i>Agave siselana</i>	Henequén	<i>M. marginata</i> <i>N. testaceicornis</i>	Knoll (1990)
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	<i>M. seminigra</i> <i>M. beecheii</i>	Absy (1977) Beismejier (1997)
<i>Eucalyptus</i> spp.	Eucalipto	<i>M. quadrfaciata</i> <i>Tg. angustula</i> <i>Pb. droryana</i> <i>M. marginata</i> <i>P. subnuda</i>	Ramalho y Kleinert-Giovannini (1990)
<i>Coffea arabica</i>	Café	<i>M. quadrfaciata</i>	MacGregor (1976)
<i>Capsicum annum</i>	Chile verde	<i>T. angustula</i>	Ramalho y Kleinert-Giovannini (1990)
<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	<i>T. spp.</i> <i>T. fulviventris</i> <i>Pt. biliniata</i>	Roubik (1995) Meléndez-Ramírez (1997)
<i>Sechium edule</i>	Chayote	<i>T. spp.</i> <i>Pt. spp.</i>	Roubik (1995)
<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza	<i>T. fulviventris</i> <i>Pt. biliniata</i>	Meléndez-Ramírez (1997)
<i>Cucumis melo</i>	Melón	<i>T. fulviventris</i> <i>Pt. biliniata</i>	Meléndez-Ramírez (1997)
<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	<i>T. fulviventris</i> <i>Pt. biliniata</i>	Meléndez-Ramírez (1997)
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabaza	<i>T. spinipes</i>	Ávila (1987)
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce	<i>Tg. angustula</i> <i>T. spinipes</i>	Malerbo (1991)

Referencias tomadas de Parra-Canto (1999).

Géneros: *Pt.*: Partamona, *M.*: Melipona, *T.*: Trigona, *Pb.*: Plebeia, *Tg.*: Tetragonissa, *P.*: Paratrígona, *S.*: Scaptotrigona, *N.*: Nannotrigona.

Tabla 4. Cultivos comerciales en donde se introdujeron colonias de abejas sin aguijón para la polinización

Cultivo			
Nombre científico	Nombre común	Especie de abeja	Referencias
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	<i>T. itama</i>	Tesuka y Maeta (1995)
<i>Fragaria vesca</i>	Fresa	<i>N. testaceicornis</i>	Maeta y Tesuka (1992)
<i>Xylobium squalens</i>	Orquídea	<i>T. postica</i>	Pintaúdi <i>et al.</i> (1990)
<i>Eucalyptus</i> spp.	Eucalipto	<i>M. compressipes</i>	Kerr <i>et al.</i> (1996)
<i>Sechium edule</i>	Chayote	<i>S. postica</i>	Kerr <i>et al.</i> (1996)
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	<i>S. postica</i>	Kerr <i>et al.</i> (1996)
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomate	<i>M. fulvipes</i>	Parra-Canto
<i>Capsicum annum</i>	Chile verde	<i>M. fulvipes</i>	Parra-Canto
<i>Macadamia intergrifolia</i>	Macadamia	<i>T. carbonaria</i>	Heard (1994)
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabaza	<i>Pt. biliniata</i>	Meléndez-Ramírez ()1997
<i>Coffea arabica</i>	Café	<i>S. mexicana</i>	Rincón-Rabanales <i>et al.</i> (1997)

Referencias tomadas de Parra-Canto (1999).

Géneros: *Pt.*: *Partamona*, *M.*: *Melipona*, *T.*: *Trigona*, *Pb.*: *Plebeia*, *Tg.*: *Tetragonissa*, *P.*: *Paratrigona*, *S.*: *Scaptotrigona*, *N.*: *Nannotrigona*.

Las especies del género *Xylocopa* pertenecen a este grupo. Según Crane y Walker (1983), estas no tienen hábitos gregarios, pero pueden habitar juntas si son conducidas a ello, ofreciéndoles acceso a maderas suaves donde excavar sus túneles. Existen informes de estos insectos actuando exitosamente como polinizadores del maracuyá [Zapata, 1987; Nogueira, 1996] y de cultivos de cucurbitáceas [Siga, 1993a,b,c].

En Puerto Rico *X. brasiliatorum* L. poliniza veinticinco especies de cultivos importantes por su producción de frutos y semillas [Crane y Walker, 1983]. A su vez, en Cuba está presente la especie endémica *X. cubaecola*, considerada el más robusto y mayor representante de la familia Apidae y el único del género *Xylocopa* en el país [Zayas, 1981]. Esta especie visita una gran cantidad de flores (Tabla 5), por lo que se califica como *poliléctica* [Michener *et al.*, 1994].

La actividad de forrajeo de *Xylocopa cubaecola* puede ser importante en la producción agrícola, ya que al visitar las flores en busca de néctar y polen, las poliniza [Sotolongo *et al.*, 1997]. La estrategia de forrajeo de esta abeja-colecta por zumbido- [Roubik, 1992], así como su gran tamaño la hace óptima para la polinización de cultivos [Sotolongo *et al.*, 1997].

No obstante, ha de tenerse siempre en cuenta el criterio de Free (1970), quien plantea que, aunque en muchos lugares las abejas solitarias son polinizadores de gran valor de ciertos cultivos, su utilidad está limitada

por la fluctuación elevada del número de individuos de un año al otro y de un lugar a otro.

Antecedentes sobre la actividad de polinizadores en Cuba

Uno de los primeros trabajos encontrados referidos a este tema fue el de Jones y Tamargo (1954), quienes estudiaron la fauna presente en cultivos de kenaf (*Hibiscus cannabinus*), destacándose básicamente la avispa *Campomeris trifasciata* (Fabr.), una pequeña abeja del género *Exomalopsis*, la abeja carpintera *X. cubaecola* y en número superior, la abeja común (*Apis mellifera*). Estos insectos podrían estar actuando como polinizadores, aunque verificaron que la polinización cruzada era llevada a cabo, esencialmente, por *A. mellifera*. En otros cultivos comerciales en el país, como el tomate y el chile verde, Parra-Canto [citado por Parra-Canto, 1999] informa sobre la introducción de colonias de abejas sin aguijón de la especie *Melipona fulvipes*.

A. mellifera ha sido introducida en plantaciones de calabaza en Cuba por Hernández y Lemus [inédito], con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo, llegando a la conclusión de que existe una relación entre la productividad y la cercanía de las colmenas. Asimismo, esta especie fue introducida en cultivos de melón por Hernández y Lemus [inédito], donde se observó que la actividad polinizadora del insecto sobre las flores fue por un tiempo de más de once horas diarias.

Tabla 5. Plantas utilizadas por *Xylocopa cubacola* como fuente de alimentos (néctar y polen)

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Empleo
Acanthaceae	<i>Thumbergia erecta</i>	Maena	Ornamental
	<i>Thumbergia grandiflora</i>	Don Fausto	Ornamental
Amaranthaceae	<i>Celosia cristata</i>	Cresta de gallo	Ornamental
Apocinaceae	<i>Thevetia peruviana</i>	Cabalonga	Ornamental
Areaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	Alimento
	–	Palma	Ornamental
	<i>Chrisalidocarpus luthensis</i>	Areca de Indias	Ornamental
Asclepiadaceae	<i>Calotropis prosera</i>	Algodón de seda	Ornamental
Bignoniaceae	<i>Clytostoma callistegiodes</i>	Flor de ajo	Ornamental
	<i>Tabebuia angustata</i>	Roble blanco	Ornamental
	<i>Tabebuia pachyphylla</i>	Roble	Ornamental
	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo	Silvestre
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Varía	Ornamental
	<i>Cordia sebastiana</i>	Vomitel	Ornamental
Caprifoliaceae	<i>Sambucus canadensis</i>	Sauco blanco	Seto vivo
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Frutabomba	Alimento
Cesalpiniaceae	<i>Bahuinia divaricata</i>	Pata de vaca	Ornamental
	<i>Cassia nodosa</i>	Casia nodosa	Ornamental
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Espinillo	Ornamental
Convolvulaceae	<i>Ipomoea fistulosa</i>	Camana gallega	Ornamental
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i>	Pepino	Alimento
	<i>Cucurbita</i> spp.	Calabaza	Alimento
	<i>Luffa cylindrica</i>	Estropajo	Silvestre
	<i>Trichosanthes</i> spp.	Tomate angolano	Alimento
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia milli</i>	Corona de Cristo	Ornamental
	<i>Jatropha podagrica</i>	Coral vegetal	Ornamental
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i>	Frijos gandul	Alimento
	<i>Canavalia maritima</i>	Mate de costa	Silvestre
	<i>Gliricida sepium</i>	Piñón florido	Seto vivo
	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	–	Silvestre
	<i>Vigna sesquipedalis</i>	Habichuela	Alimento
Labiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i>	Orégano cimarrón	Alimento
Litracae	<i>Lagerstroemia indica</i>	Júpiter	Ornamental
Meliaceae	<i>Melia azederach</i>	Paraíso	Ornamental

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Empleo
<i>Mimosaceae</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	Aroma mansa	Silvestre
	<i>Mimosa pigra</i>	Sensitiva	Silvestre
<i>Moringaceae</i>	<i>Moringa oleifera</i>	Palo paraíso	Seto vivo
<i>Orchidaceae</i>	<i>Encyclia phoenicea</i>	Orquídea de chocolate	Ornamental
<i>Passifloraceae</i>	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá	Alimento
<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Plumbago scandens</i>	Pegapollo	Silvestre
<i>Poligonaceae</i>	<i>Antigonon leptopus</i>	Corailillo rosado	Silvestre
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca pilosa</i>	Diez del día	Ornamental
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	Alimento
	<i>Zanthoxylum pistacifolium</i>	Vencedor	Ornamental
<i>Solanaceae</i>	<i>Brunfelsia nitida</i>	Galán de noche	Ornamental
<i>Verbenaceae</i>	<i>Duranta repens</i>	Nomeolvides	Ornamental
	<i>Vitex parviflora</i>	Roble de Filipinas	Ornamental

Tomado de León y Ramírez (1998).

Sotolongo *et al.* (1997) realizaron un estudio de la flora polinífera utilizada por *Xylocopa cubaeicola* en los alrededores del Bosque de La Habana, analizando el polen de aprovisionamiento de los nidos. De este modo queda registrada la actividad de forrajeo, la cual puede ser importante para la producción agrícola. Esta misma especie fue estudiada por Vale *et al.* (1997) en una población natural de la orquídea *Encyclia phoenicea* (Lindl.) Neum., donde resultó ser el único polinizador. La actividad polinizadora de la abeja en esta población se vio afectada por la ausencia de néctar en las flores.

Otro estudio en Cuba fue el llevado a cabo por León y Sánchez (1998), en que se determinaron las plantas visitadas por *X. cubaeicola* en la ciudad de La Habana, y se hace referencia al potencial uso de esta especie como agente polinizador para el incremento de los rendimientos de diferentes cultivos en la ciudad.

León y Rivero (1999) introdujeron colmenas de *A. mellifera* en cultivos protegidos de melón, donde verificaron, además de hábitos de forrajeo de la especie, la buena y rápida orientación de los individuos en estos túneles, por lo que potencialmente pudiera utilizarse esta especie para la polinización de otros cultivos. En cuanto a los rendimientos fruto de la actividad de los polinizadores, se obtuvieron de dos a tres melones por planta con peso de hasta 2 kg. No se observaron frutos deformados, y los que se abrieron contenían gran cantidad de semillas.

Efecto de los agrotóxicos sobre los polinizadores

Debido a los nuevos métodos para la producción agrícola que se utilizan en todo el mundo, y al uso de agro-

tóxicos, se provoca la eliminación de agentes naturales que mantienen el equilibrio biológico y ecológico [Wiese, 1989]. Las poblaciones de insectos nativos responsables de la polinización de muchas especies vegetales se han reducido drásticamente debido a la tala, quema y uso de pesticidas [Nogueira, 1989], por lo que se prevé un impacto negativo en los cultivos [Richards, 1993]. Las medidas de control de plagas son un factor que puede afectar negativamente la productividad de los cultivos a través de la eliminación de los polinizadores. Uno de los intereses del manejo integrado de plagas es reducir esta innecesaria destrucción de insectos beneficiosos [Walker y Crane, 1983].

De acuerdo con Free (1999a), el uso de insecticidas es probablemente el daño más serio a los polinizadores naturales en las áreas agrícolas, y resulta un gran impedimento para el uso de abejas melíferas como polinizadores. Por ejemplo, muchas especies de abejas sólo forrajean si no han aplicado pesticidas durante la floración [DeGrandi-Hoffmann y Watkins, 2000]. Se han llevado a cabo experimentos con el objetivo de comparar el efecto de diferentes insecticidas sobre las abejas [Pakistan Agricultural Research, 1978], arrojando resultados significativos (Tabla 6).

Además, se conocen otros informes sobre muerte de abejas producto de la aplicación de insecticidas, como los de Reyes y Valdés (1981) y Espina y Ordóñez (1981). Por ello existe una serie de productos cuya utilización implica un alto riesgo para la conservación de las abejas (Tabla 7) [Delaplane, 1993].

Tabla 6. Acción de diferentes insecticidas ante colonias de *Apis mellifera*. Conteo durante cinco días

Insecticida	No. de abejas muertas	Dosis (kg/ha)
Dimecrón 100	2 850	0,56
Thiodan 35 EC	2 756	1,68
Nogos 100	2 445	0,56
Anthio 25% EC	2 333	2,24
Gusathion 20 EC	2 241	2,24
Ethion 46,7 EC	2 198	1,68
Safos 70 P	1 210	2,24
Fundal 50% EC	1 155	1,12
Galecron 50 EC	1 150	1,40

Tomado de Pakistan Agricultural Research (1978).

EC: Emulsión concentrada

P: Polvo

Tabla 7. Insecticidas comunes y el peligro relativo para las abejas

Ingrediente activo	Nombre comercial	GP	DL ₅₀	Residuo
Acephate	Orthene	I	1,2	1 a >3 d
Aldicarb	Temik	I	0,35	>1 a >2 d
Azinphos methyl	Guthion	I	0,43	2 a >5 d
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Biobit, Cutlass, Dipel	III	–	<2 h
Carbaryl	Sevin	I	1,5 a 26,5	<2 h a 12 d
Chlorpyrifos	Dursban, Lorsban	I	0,11	5 h a 6 d
Cyhexatin	Plictran	III	–	<2 h
Cypermethrin	Anmo, Cymbush	III	–	<2 h a >3 d
Diazinon	Diazinon	I	0,37	<1 d a 2 d
Dicofol	Kelthane	III	–	<2 h
Dicrotophos	Bidrin	I	0,3	1 d a 1 d
Diflubenzuron	Dimilin	III	–	<2 h a 6 h
Dimethoate	Cygon, De-fend, Rebelate	I	0,19	<2 h a >3 d
Disulfoton	Di-syston	II	6,12	<2 h a 7 h
Endosulfan	Thiodan	II	7,8	<2 h a 1 d
Ethion	Ethion oil	III	–	<2 h
Fluvalinate	Mavrik	III	65,8	<2 h
Fonofos	Dyfonate	II	8,68	<2 h a 6 h
Formetanate hydrochloride	Carzol	II	9,2	<2 a 2 h
Lindane	Lindane	I	–	>2 d
Malathion	Cythion, Malathion	I	0,73	<2 h a 5 d
Methamidophos	Monitor	I	1,37	4 h a 1 d

Ingrediente activo	Nombre comercial	GP	DL ₅₀	Residuo
Methomyl	Lannate	I	1,29	<2 h a >1 d
Methoxychlor	Mariate, Methoxychlor	III	-	<2 h
Methyl parathion	Pennicap-M	I	0,11 a 0,24	<1 d a >7 d
Mevinphos	Phosdrin	I	0,3	<2 h a <5 h
Naled	Dibrom	I	0,49	2 h a >1 d
Oxamyl	Vydate	II	10,3	<2 h a 12 h
Oxythioquinox	Morestan	III	-	<2 h
Parathion	Parathion	I	0,18	10 h a >1 d
Permethrin	Ambush, Permethrin	I	0,16	12 h a >3 d
Phorate	Thimet	II	10,25	<2 h a 5 h
Phosmet	Imidan	I	1,13	8 h a >3 d
Profenofos	Curacron	II	3,46	<2 h a 9 h
Propargite	Omite, Ornamite	III	-	<2 h
Sulprofos	Bolstar	II	7,22	<2 h a >1 d
Thiodicarb	Larvin	II	7,08	<2 h
Trichlorfon	Dylox, Proxol	III	-	<2 h a 6 h

Grupo de peligro (GP): I. Alta toxicidad, II. Moderada toxicidad, III. Relativamente no tóxico.

DL₅₀: Dosis letal necesaria para matar el 50% de las abejas (mg/abeja).

Residuo: Período de toxicidad residual después de la aplicación.

El daño a las colmenas difiere de acuerdo con varios factores [Free, 1999a], por ejemplo:

- Toxicidad del insecticida.
- Método y momento de aplicación.
- Número de aplicaciones.
- Proporción de abejas forrajeras visitando el cultivo tratado.
- El cultivo y su estructura floral.
- El comportamiento del insecto.

Cuando las colonias de abejas melíferas pierden sus abejas colectoras producto de la aplicación de alguno de estos químicos tóxicos, tarda aproximadamente tres semanas para que una nueva generación se desarrolle a partir de los huevos; y si los pesticidas son aplicados en intervalos menores que este, entonces mueren más adultos que los que pueden ser remplazados, y la colonia muere [Crane y Walker, 1983].

La mayoría de los casos de envenenamiento de abejas ocurre al visitar flores previamente tratadas con insecticidas. Este tipo de exposición es más peligrosa incluso que una aplicación directa sobre la colmena. Con toxinas de acción rápida las abejas colectoras mueren en el campo; sin embargo, las toxinas de acción lenta son más dañinas para la colonia porque las colectoras logran sobrevivir el tiempo necesario para regresar a la colmena con el polen contaminado. Allí se almacena y se mantiene afectando y matando abejas jóvenes durante semanas. Estas colmenas tienden a morir o se tornan débiles e improductivas [Delaplane *et al.*, 1994].

Crane y Walker (1983) previenen, además, de la existencia de otras circunstancias donde las abejas son destruidas por químicos que no se aplican específicamente a los cultivos, por ejemplo insecticidas contra los mosquitos y moscas, herbicidas y reguladores del crecimiento aplicados a plantas que los polinizadores utilizan para el forrajeo.

Por estas razones estos autores consideran que siempre que se diseñe un sistema de control de plagas, debe incluirse, como parte integral de su trabajo, un componente referido a la protección de insectos beneficiosos. Buchmann y Nabhan (1996) proponen, además, que el estudio de la ecología de la polinización debe venir a la vanguardia de la educación en la agricultura.

REFERENCIAS

- Ackerman, J. D.; J. A. Rodríguez-Robles; E. J. Meléndez: «A Meager Nectar Offering by an Epiphytic Orchid Is Better Than Nothing». *Biotropica* 26(1):44-49, 1994.
- Altieri, M.: «El Estado del arte» de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina». *Agroecología y Agricultura Sostenible*, Módulo 1, CLADES, pp. 60-90, 1996a.
- : «El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas». *Agroecología y Agricultura Sostenible*, Módulo 2, CLADES, pp. 84-97, 1996b.
- : «Bases agroecológicas para una agricultura sustentable». *Agroecología y Agricultura Sostenible*, Módulo 1, CLADES, pp. 122-140, 1996c.

- : «How Can Best We Use Biodiversity in Agroecosystems», *Outlook on Agric.*, 20:15-23, 1991.
- Barbosa, R. M.: «Nota sobre a polinização de cafeeiro», *Mensagem Doce* 51:18-19, 1999.
- Buchmann, S. L.; G. P. Nabhan: *The Forgotten Pollinators*, Island Press, Washington, 1996.
- Campbell, D. R.; N. M. Waser; M. V. Price: «Indirect Selection of Stigma Position in *Ipomopsis aggregata* Via a Genetically Correlated Trait», *Evolution* 48:55-68, 1994.
- Campbell, D. R.; N. M. Waser; M. V. Price; E. A. Lynch; R. J. Mitchell: «Components of Phenotypic Selection: Pollen Export and Flower Corolla Width in *Ipomopsis aggregata*», *Evolution* 45:1458-1467, 1991.
- Carreck, N.; I. Williams: «The Economic Value of Bee in the UK», *Bee World* 79(3):115-113, 1998.
- Crane, E.; P. Walker: *The Impact of Pest Management on Bees and Pollination*, Tropical Development and Research Institute, London, pp. 245, 1983.
- DeGrandi-Hoffman, Gloria; J. C. Watkins: «The Foraging Activities of Honeybees *Apis mellifera* and Non-*Apis* Bees on Hybrid Sunflowers (*Helianthus annuus*) and its Influence on Cross Pollination and Seed Set», *J. Apic. Res.* 39(1-2):37-45, 2000.
- Delaplane, K. S.: «Insecticides, Miticides and Nematicides», *Georgia Pest Control Handbook*, Univ. Georgia Coop. Ext. Svc., Spec. Bull. 28, 1993.
- Delaplane, K. S.; P. A. Thomas; W. J. MacLaurin: *Bee Pollination of Georgia Crop Plants*, Univ. Georgia Bull. 1106, 1994.
- Díaz, M. A.: *Las orquídeas de Cuba*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1996, p. 45.
- Dos Santos, D. T.; R. H. Nogueira: «A polinização entomófila em Soja *Glycine max*. L.», *Apicultura & Polinização* 6(36):27-28, 1990.
- Dukas, R.; L. A. Real: «Learning Foraging Tasks by Bees: a Comparison Between Social and Solitary Species», *Anim. Behav.* 42:269-276, 1991.
- Dukas, R.; N. M. Waser: «Categorization of Food Types Enhances Foraging Performance of Bumblebees», *Anim. Behav.* 48:1001-1006, 1994.
- Espina, D.; G. S. Ordetx: *Apicultura tropical*, Ed. Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 1981.
- Free, J. B.: *Insect Pollination of Crops*, Academic Press, London and New York, 1970.
- : «Pollination in the Tropics. I», *Beekeeping & Development* 50:10-11, 1999a.
- : «Pollination in the Tropics. II», *Beekeeping & Development* 51:6-7, 1999b.
- Galen, C.; M. L. Stanton: «Bumblebee Pollination and Floral Morphology: Factor Influencing Pollen Dispersal in the Alpine Sky Pilot, *Polemonium viscosum* (Polemoniaceae)», *Amer. J. Bot.* 76:419-426, 1989.
- Gola, G.: *Tratado de botánica*, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1969.
- Greggers, U.; R. Menzel: «Memory Dynamics and Foraging Strategies of Honeybees», *Behav. Ecol. Sociobiol.* 32:17-29, 1993.
- Gross, C. L.; D. Mackay: «Honeybees Reduce Fitness in the Pioneer Shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae)», *Biological Conservation* 86:169-178, 1998.
- Hernández, J. C.; Y. Lemus: «Comportamiento del rendimiento en calabaza utilizando a la abeja (*Apis mellifera*) como insecto polinizador» (inédito).
- : «Comportamiento de la abeja (*Apis mellifera*) como polinizador en el cultivo del melón» (inédito).
- Hogendoorn, K.; Z. Steen; M. P. Schwarz: «Native Australian Carpenter Bees As a Potential Alternative to Introducing Bumble Bees for Tomato Pollination in Greenhouses», *J. Apic. Res.* 39(1-2):67-74, 2000.
- Jones, M. D.; M. A. Tamargo: «Agents Concerned with Natural Crossing of Kenaf in Cuba», *Agron. J.* 46:459-462, 1954.
- Kaftanoglu, O.; K. Abak: «The Effectiveness of Bumblebees (*Bombus terrestris*) for the Pollination of Crops Grown in Unheated Greenhouses», Proceedings of the American Bee Research Conference, *Am. Bee J.*, April: 312-313, 1999.
- Landry, F.; C. M. S. Plowright; R. C. Plowright: «Behaviour of Individual Bumblebees (*Bombus impatiens*) on Blueberry (*Vaccinium angustifolium*) Flowers: the Effects of Pollen and Nectar Deprivation», *J. Apic. Res.* 39(1-2):29-35, 2000.
- León, A.; L. Rivero: «Polinización de melón (*Cucumis melo* L.) en casas de cultivo con *Apis mellifera*», *Apiciencia* 1(1):10-15, 1999.
- León, A.; U. Sánchez: «Feeding and Nesting Plants of *Xylocopa cubaecola* (Hymenoptera: Apidae)», *Carib. J. Sci.* 34(1-2):152-155, 1998.
- Macfarlane, R. P.: «An Initial Assessment of Blueberry Pollinators in New Zealand», *J. Crop Hort. Sci.* 29:91-95, New Zealand, 1992.
- McGregor, S. E.: «Insect Pollination of Cultivated Crop Plants», *Agricultural Handbook*, U.S., Department of Agriculture, 1976.
- Meléndez-Ackerman, E. J.: «Patterns of Color and Nectar Variation Across an *Ipomopsis* (Polemoniaceae) Hybrid Zone», *Amer. J. Bot.* 84(1):41-47, 1997.
- Michener, C. D.; R. J. McGinley; B. N. Danfort: *The Bee Genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*, Smithsonian Inst. Press. Washington DC, 1994.
- Mitchel, R. J.; N. M. Waser: «Adaptive Significance of *Ipomopsis aggregata* Nectar Production: Pollination Success of Single Flowers», *Ecology* 73:633-638, 1992.
- Nogueira, R. H.: «Polinização com abelhas africanizadas», *Apicultura & Polinização* 6(34):32-35, 1989.
- : «Uso de atrativos e repelentes como reguladores da polinização», *Revista Brasileira de Apicultura* VI 13:20-22, 1996.
- Nogueira, R. H.; D. T. Dos Santos: «Experiências em *Citrus sinensis*», *Apicultura & Polinização* 6(32):23, 1989.
- Nogueira, R. H.; J. M. Sabino; D. De Jong: «Polinização de soja forrajera *Glycine wightii*», *Apicultura & Polinização* 6(35):35, 1989.
- O'Toole, C.: «Diversity of Native Bees and Agrosystems», en La Salle, J.; Gauld, D. (eds.) *Hymenoptera Diversity*, CAB International, Wallingford, UK, 1997, pp. 109-215.
- Pakistan: «Agriculture Research Council. Research on Honey Bee Management in Pakistan», 2nd Annual Report 1977/78. Islamabad: Pakistan Agricultural Research Council, 1978.
- Parker, F. D.; P. F. Torchio: *Management of Wild Honey Bees*, 1977.
- Parra-Canto, A. R.: «Avances en el uso de abejas sin aguijón en la polinización de cultivos comerciales», *Apitec* 15:24-26, 1999.
- Peakall, R.; A. J. Beattie: «Ecological and Genetic Consequences of Pollination by Sexual Deception in the Orchid *Caladenia tentaculata*», *Evolution* 50(6):2207-2220, 1996.
- Raigon, J. M.: *La polinización de los cultivos en Cuyo*, <http://www.inta.gov.ar/apinet/>
- Registro Central de Plaguicidas 2000: *Lista oficial de plaguicidas autorizados*, t. I y II, MINAGRI, La Habana.
- Reyes, J. L.; M. T. Valdés: «Beekeeping in the Comarca Lagunera a Heavy Pesticide Use Area in the Northern Part of Mexico», *Am. Bee Jour.* 121(9):653-655, 1981.
- Richards, K. W.: «Non-*Apis* Bees As Crop Pollinators», *Rev. Suisse Zool.* 100(4):807-882, 1993.

- : «The Alfalfa Leafcutter Bee, *Megachile rotundata*: a Pollinator for Some Annual Forage Clovers», *J. Apic. Res.* 34(3):115-121, 1995.
- Rojas, M.; H. Ramírez: *Control hormonal del desarrollo de las plantas. Fisiología-tecnología-experimentación*, Ed. Limusa, México, 1991.
- Roubik, D.: *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*, FAO, 1995.
- Sihag, R. C.: «Behaviour and Ecology of the Subtropical Carpenter Bee, *Xylocopa fenestrata* F.6 Foraging Dynamics, Crop Host and Pollination», *J. Apic. Res.* 32(2):94-101, 1993a.
- : «Behaviour Ecology of the Subtropical Carpenter Bee, *Xylocopa fenestrata* F.7 Nest Preferences and Response to Nest Translocation», *J. Apic. Res.* 32(2):102-108, 1993b.
- : «Behaviour and Ecology of the Subtropical Carpenter Bee, *Xylocopa fenestrata* F.8 Life Cycle Mortality, Parasites and Sex Ratio», *J. Apic. Res.* 32(2):109-114, 1993c.
- Simpson, B. B.; J. L. Neff: «Evolution and Diversity of Floral Rewards», en C. E. Jones y R. J. Little (eds.), *Handbook of Experimental Pollination Biology*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1983, pp. 142-159.
- Smithson, A.; M. R. MacNair: «Negative Frequency-Dependent Selection by Pollination on Artificial Flowers Without Rewards», *Evolution* 51(3):715-723, 1997.
- Sotolongo, L.; S. Machado; A. León: «Análisis polínico de las masas de aprovisionamiento de *Xylocopa cubaeola* (Hymenoptera: Apoidea)», *Cocuyo* 6:11-12, 1997.
- Stanton, M. L.; A. A. Snow; S. N. Handel; J. Berezky: «The Impact of a Flower Color Polymorphism on Mating Patterns in Experimental Populations of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum* L.)», *Evolution* 43:335-346, 1989.
- Strasburger, E.: *Tratado de botánica*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1981.
- Tellería, M. C.: «Exploitation of Pollen Resources by *Xylocopa spinidulata* in the Argentine Pampas», *J. Apic. Res.* 39(1-2):55-60, 2000.
- Vale, A.; I. Díaz; M.; A. Díaz: «Aspectos de la biología de la reproducción de *Encyclia phoenicea* (Lindl.) Neum.», *Resúmenes IV Taller Internacional de Orquídeas*, Pinar del Río, Cuba.
- Waser, N. M.; L. Chittka; M. U. Price; N. M. Williams; J. Ollerton: «Generalization in Pollination Systems, and Why it Matters», *Ecology* 77(4):1043-1060, 1996.
- Wiese, H.: «Polinização. O insubstituível trabalho das abelhas», *Apicultura & Polinização* 6(31):32-35, 1989.
- Williams, I.; N. Carreck; D. J. Little: «Nectar Sources for Honey Bees and the Movement of Honey Bee Colonies for Crop Pollination and Honey Production in England», *Bee World* 74(4), 1993.
- Zapata, L. E.: «El manejo pre cosecha, cosecha y poscosecha de Maracuyá para la exportación», *Tecnología* 27(166):7-33, 1987.
- Zayas, F.: *Entomofauna cubana*, t. VIII. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 1981.