

Alimentación, mortalidad y desarrollo de *Cydia pomonella* (L.) y de *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner) sobre dieta con extracto de neem incorporado

A. BURBALLA, M. J. SARASÚA y J. AVILLA

Se han estudiado los efectos de 4 extractos del neem (Sukrina New®, Rakshak®, Margosan-O® y Azatin®) incorporados en la dieta larvaria sobre la alimentación, la mortalidad y el desarrollo de larvas de *Cydia pomonella* (L.) y de un extracto (Sukrina New®) sobre *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner) (ambos Lepidoptera, Tortricidae).

C. pomonella fue más sensible a la acción de Sukrina New® que *C. pronubana*. Sobre esta última especie, no se detectaron cambios en el comportamiento de alimentación ni efectos sobre la mortalidad o la duración del desarrollo.

Todos los extractos ensayados alteraron el comportamiento de alimentación de *C. pomonella*, cuyas larvas no penetraron en la dieta, pero sólo Azatin® mostró un efecto repelente o antiapetitivo.

Margosan-O® y Rakshak® fueron los extractos más activos sobre *C. pomonella*, provocando un 100% de mortalidad a las concentraciones de 0,0625% y 0,025%, respectivamente. La mayoría de las larvas muertas presentaron síntomas asociados al proceso de la muda.

Los individuos de *C. pomonella* alimentados con extracto de neem tuvieron un menor tamaño y una duración del desarrollo mayor que los de los testigos.

A. BURBALLA, M. J. SARASÚA y J. AVILLA. Area de Protección de Cultivos. Centro UdL-IRTA de I+D de Lleida. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida.

Palabras clave: *Cydia pomonella*, *Cacoecimorpha pronubana*, neem, mortalidad, desarrollo, alimentación.

INTRODUCCION

Los insecticidas botánicos más prometedores investigados en los últimos 20 años se encuentran entre los productos obtenidos a partir de partes del árbol llamado *neem* (*Azadirachta indica* A. Juss). Estos insecticidas pueden constituir una respuesta a la problemática de los insecticidas de síntesis clásicos en cuanto a toxicidad y respeto del medio ambiente.

El *neem*, es un árbol muy rústico de la familia Meliaceae, originario del subcontinente indio e introducido en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. En la India, sus derivados tienen muchos usos: in-

secticida, combustible, lubricante, materia prima en la industria de jabones y cosméticos, medicina tradicional ... (ISMAN *et al.*, 1991).

En total, se han aislado de las diferentes partes del *neem* cerca de 100 compuestos, 70 de ellos triterpénicos, destacando la azadiractina entre los que tienen actividad insecticida (KOUL *et al.*, 1990). La azadiractina es un tetranortriterpenoide de estructura muy compleja (JONES *et al.*, 1989) y gran actividad insecticida, que se encuentra principalmente en las semillas maduras. Dada su complejidad estructural, por el momento hay que recurrir a formulaciones naturales basadas en extractos acuosos o alcohólicos

de semillas y en el aceite extraído de las mismas, lo que hace que exista una gran variabilidad entre los formulados existentes. En la India existen varias formulaciones comerciales de este tipo, mientras que en EE.UU. existen formulaciones enriquecidas con azadiractina registradas por la Environmental Protection Agency (ASCHER, 1993).

Se han citado más de 200 especies de insectos, pertenecientes a 7 órdenes distintos, afectadas por los productos del *neem*. Entre ellas destacan larvas de Lepidoptera en general, *Leptinotarsa decemlineata* Say, Acridiidae, Aleyrodidae y *Liriomyza* spp. (JACOBSON, 1986; SAXENA, 1989).

En cuanto a su modo de acción, la azadiractina interfiere con el sistema neuroendocrino, afectando a la producción de ecdisona y de hormona juvenil (REMBOLD, 1989). Tiene efectos sobre los comportamientos de alimentación y oviposición, sobre la fecundidad y sobre el desarrollo (SCHMUTTERER, 1985; 1988; 1990). En general, los extractos de *neem* se han mostrado como no tóxicos sobre los enemigos naturales de las plagas y otros organismos beneficiosos (SCHMUTTERER, 1990) y sobre mamíferos y humanos (LARSON, 1987).

Otras características destacables de los derivados del *neem* son: difícil desarrollo de resistencias por tratarse de una mezcla de componentes bioactivos (VOLLINGER, 1987), sistemia a través de las raíces cuando se aplican al suelo (LAREW, 1988), elevada biodegradabilidad, sobre todo por la acción de la radiación UV, con una persistencia en campo de 4-8 días (BARNBY *et al.*, 1989) y posibilidad de sinergismos, por ejemplo con *Bacillus thuringiensis* (HELLPAP, 1984).

Con la finalidad de realizar una evaluación inicial del potencial de una serie de extractos del *neem* para su uso futuro en el control de plagas de frutales de pepita, se escogieron dos especies de lepidópteros tortricídeos plagas. Una especie relativamente específica y comportamiento de alimentación minador de fruto (*Cydia pomonella* (L.)) y otra muy polífaga y comportamiento de alimentación externo sobre hojas y frutos

(*Cacoecimorpha pronubana* (Hübner)). La primera es una plaga-clave del manzano y sobre ella se ha realizado el estudio más sistemático. Los objetivos del trabajo fueron conocer la acción de extractos de neem incorporados en dieta sobre el comportamiento de alimentación de larvas y sobre el tamaño, la mortalidad y la duración del desarrollo de individuos de ambas especies.

MATERIAL Y METODOS

Material biológico

Los insectos utilizados en los ensayos procedían de una cría continua en laboratorio, iniciada a partir de poblaciones de larvas recogidas en 1992 sobre manzanos Golden Delicious en plantaciones de los alrededores de Lleida capital.

Métodos de cría

La cría de ambas especies se realizó en una habitación a la temperatura de 24 ± 4 ° C y bajo un fotoperíodo de 16:8 (L:O), sin crepúsculo entre las dos fases, manteniéndose una H.R. superior al 70% .

Las larvas de *C. pomonella* se criaron en grupos de 2 sobre dieta elaborada a base de manzana deshidratada (PONS *et al.*, 1994). Los adultos se colocaron en jaulas de papel encerado sobre el que realizaban la puesta.

Las larvas de *C. pronubana* se criaron en grupo sobre la dieta elaborada a base de caseína y germen de trigo por ANKERSMIT (1985) para *Adoxophyes orana* Fischer von Roeslerstamm. Los adultos se colocaron en bolsas de plástico transparente sobre el que realizaban la puesta.

Productos comerciales

Se dispuso de cuatro productos comerciales basados en extractos de *neem*. Dos procedentes de la India, Sukrina New® (0,3%,

Conster Chemicals) y Rakshak® (3%, Murkumbi Manufacturing), y dos procedentes de EE.UU., Margosan-O® (0,3%, Vikwood Botanicals) y Azatin® (3%, Agridyne Technologies). Entre paréntesis figura la riqueza en azadiractina declarada por el fabricante.

Bioensayos

Se suministró a las larvas de *C. pomonella* y *C. pronubana*, de forma continua y desde L1, dieta que contenía extracto de *neem* incorporado cuando la temperatura de la dieta era inferior a 40 °C (las concentraciones utilizadas para cada producto y cada especie se encuentran en los Cuadros 2 y 3). Las larvas de *C. pronubana* fueron mantenidas en grupos de dos, mientras que las de *C. pomonella* fueron mantenidas de forma individual en cajas colocadas a 24 ± 17 °C y 16:8 horas (L:O). En el caso de *C. pomonella* se ensayaron todos los extractos, mientras que en el caso de *C. pronubana* sólo se ensayó Sukrina New®.

En ambas especies, se observó sistemáticamente el comportamiento de alimentación de las larvas, se anotaron cada 2-5 días la mortalidad de larvas y los síntomas que presentaban los individuos muertos; diariamente, la emergencia de adultos y su mortalidad en los dos primeros días de vida y después de varios días sin emergencia de adultos, la mortalidad de pupas. En el caso de *C. pomonella*, además, se pesaron los adultos dentro de las 24 h posteriores a su emergencia. En el caso de *C. pronubana*, se anotó también diariamente la pupación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comportamiento de alimentación y tamaño de los individuos

Todos los extractos de *neem* ensayados afectaron el comportamiento de alimentación de las larvas de *C. pomonella* al ser incorporados a la dieta. Los síntomas del efec-

to antiapetente o repelente difirieron según los extractos de neem. Azatin® fue el extracto que produjo un efecto antiapetente o repelente mayor, ya que a la concentración más alta ensayada (0,1%) provocó la muerte del 57% de las larvas sin haber comido, la mayoría (49%) durante los 3 primeros días de vida. Generalmente, en lugar de penetrar rápidamente en la dieta y permanecer en su interior hasta L5 totalmente desarrollada, que fue el comportamiento de las testigos, las larvas se alimentaban de forma discontinua, con frecuentes fases de paseo y realizando varias penetraciones ligeras en el dado de dieta (Figura 1). Este comportamiento se observó en larvas alimentadas con todos los extractos de *neem*: Azatin® a concentraciones más bajas, Margosan-O® y Rakshak® a las concentraciones más bajas ensayadas (0,0625% y 0,025%, respectivamente), ya que a las concentraciones superiores la mortalidad fue muy rápida, y Sukrina New® a todas las concentraciones.

En cuanto al tamaño, las larvas alimentadas con dieta con cualquier extracto de *neem* incorporado eran más pequeñas que las testigos (Figura 2), así como sus cápsulas cefálicas (Figura 3). El peso de los adul-



Fig. 1.—Síntomas de alimentación de larvas de *C. pomonella* sobre dieta que contenía Sukrina New® a la concentración del 2% (centro e izquierda) y sobre dieta testigo (derecha).



Fig. 2.—Larva testigo de quinto estadio de *C. pomonella* (debajo) y larva de la misma edad cronológica alimentada con dieta que contenía Sukrina New® a la concentración del 4%.

Fig. 3.—Larva y cápsula cefálica de *C. pomonella* alimentada con dieta que contenía Sukrina New® a la concentración del 4% (debajo) y cápsulas cefálicas de una larva testigo (arriba).



tos que emergieron fue significativamente menor que el de los testigos, tanto en el caso de Sukrina New® como en el de Azatin® (Cuadro 1). La reducción del peso fue dependiente de la concentración y alcanzó un 40% en el caso de la dosis más alta de Azatin®.

Sukrina New® no afectó al comportamiento alimentario de *C. pronubana* en relación al de las testigos, a las mismas concentraciones que las ensayadas para *C. pomonella*. Cabe decir, de todas maneras, que el comportamiento de alimentación de las larvas de *C. pronubana* testigos fue muy variable, presentando fases en las que no se alimentaban.

La variabilidad en la respuesta a extractos de neem o azadiractina en cuanto a la reducción de la alimentación en varias especies ha sido puesta de manifiesto por varios autores (ASCHER, 1993; BLANEY *et al.*, 1990; SIMMONDS y BLANEY, 1983). En general, las especies oligófagas son más susceptibles a extractos de neem que las polífagas. Es el caso de nuestros resultados, ya que las diferencias observadas entre *C. pomonella* y *C. pronubana* podrían deberse a la mayor polifagia de esta segunda especie, lo que supondría una mayor adaptación a

productos secundarios de las plantas, por cualquier mecanismo de tolerancia o detoxificación.

La reducción del tamaño de los individuos ha sido señalada también en otros lepidópteros, como en *Sesamia nonagrioides* Lefebvre mediante incorporación a la dieta de azadiractina purificada del 95% (MARTI, 1993) y en *Ostrinia nubilalis* (Hübner) mediante incorporación a la dieta de Margosan-O® (MEISNER *et al.*, 1991).

Mortalidad

En el Cuadro 2 se muestra la mortalidad de larvas (durante los tres primeros días de edad y durante el resto del período larvario), pupas y adultos (durante los 2 primeros días de edad) de *C. pomonella*. La mortalidad de los testigos de los 6 ensayos realizados varió entre el 0 y el 14%, con la excepción del ensayo 5, en el que una bajada de la temperatura por debajo de 07 °C durante unas po cas horas hizo que aumentara al 22%.

La mortalidad de las larvas fue dependiente de la concentración del extracto del neem en la dieta. Margosan-O® y Rakshak® pro-

Cuadro 1.—Peso (mg) de adultos de *C. pomonella* alimentados desde L1 con dieta que contenía extracto de neem. ET, Error Típico; (n), número de individuos. Para cada ensayo y cada sexo, medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Prueba de Tukey, $p \leq 0,05$)

Producto	Concentración (% v/p)	Peso de los adultos (mg) media \pm ET (n)	
		Machos	Hembras
Testigo 1	0,0	28,8 \pm 1,1 a (18)	39,8 \pm 1,5 a (12)
Sukrina New®	1,0	24,1 \pm 1,2 b (19)	36,3 \pm 1,7 a (15)
Testigo 2	0,0	25,0 \pm 1,3 a (13)	33,7 \pm 1,2 a (13)
Sukrina New®	2,0	16,9 \pm 1,0 b (13)	21,7 \pm 1,1 b (11)
Testigo 4	0,0	24,0 \pm 0,5 a (44)	33,8 \pm 0,7 a (42)
Sukrina New®	1,0	19,6 \pm 0,5 b (51)	25,6 \pm 0,6 b (38)
Testigo 5	0,0	22,2 \pm 0,6 a (35)	32,7 \pm 0,7 a (35)
Azatin®	0,025	17,5 \pm 0,5 b (22)	24,8 \pm 0,8 b (32)
Azatin®	0,05	13,2 \pm 0,8 c (19)	19,8 \pm 0,7 c (15)

Riquezas de los productos: Sukrina New® = 0,3%; Azatin® = 3%.

Cuadro 2.—Mortalidad (%) por edades de individuos de *C. pomonella* alimentados desde L1 con dieta que contenía extracto de *neem*

N.º inicial de larvas de cada ensayo: 1, 2 y 3 = 40; 4 = 100; 5 y 6 = 90

Producto	Concentración (% v/p)	Mortalidad			
		Larva < 3 días	Larva > 3 días	Pupa + adulto	Total
Testigo 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sukrina New®	1,0	7,5	0,0	12,5	20,0
Testigo 2	0,0	10,0	0,0	3,3	13,3
Sukrina New®	2,0	7,9	13,3	13,1	34,3
Testigo 3	0,0	6,6	0,0	3,3	9,9
Sukrina New®	4,0	2,5	97,5	0,0	100,0
Testigo 4	0,0	1,0	9,0	4,0	14,0
Azatin®	0,1	49,0	51,0	0,0	100,0
Sukrina New®	1,0	3,0	7,0	2,0	12,0
Margosan-O®	1,0	4,0	96,0	0,0	100,0
Testigo 5	0,0	11,1	11,1	0,0	22,2
Azatin®	0,05	18,9	30,0	13,3	62,2
Azatin®	0,025	14,4	25,6	4,4	44,4
Margosan-O®	0,5	34,4	65,6	0,0	100,0
Margosan-O®	0,25	26,7	73,3	0,0	100,0
Rakshak®	0,05	3,6	96,4	0,0	100,0
Testigo 6	0,0	2,2	7,7	2,2	12,1
Margosan-O®	0,125	3,3	96,7	0,0	100,0
Margosan-O®	0,0625	5,5	94,5	0,0	100,0
Rakshak®	0,025	5,5	94,5	0,0	100,0

Riquezas de los productos: Sukrina New® = 0,3%; Azatin® = 3%; Margosan-O® = 0,3%; Rakshak® = 3%.

vocaron una mortalidad del 100% incluso a las dosis más bajas ensayadas (0,0625% y 0,0 25%, respectivamente), Azatin® provocó una mortalidad del 100% a una concentración del 0,1% y Sukrina New®, a una concentración del 4%.

En cambio, tal como muestra el Cuadro 3, la mortalidad de *C. pronubana* alimentada con dieta con Sukrina New® no fue claramente superior a la del testigo y, para la misma concentración que la utilizada para *C. pomonella*, la mortalidad corregida fue inferior en *C. pronubana*.

Los resultados de *C. pomonella* concuerdan con los publicados por JACOBSON *et al.* (1984), quienes observaron un 100% de mortalidad de larvas L1 y L3 alimentadas con dieta con un 0,025% de un extracto etanólico de semillas de *neem*. Margosan-O® in-

corporado en dieta a una concentración de 0,02% también produjo una mortalidad de 100% en *Earias insulana* (Boisduval) (MEISNER *et al.*, 1990).

La distribución de la mortalidad de larvas de *C. pomonella* en el tiempo se recoge en las Figuras 4 a 6. Las larvas murieron antes cuanto mayor fue la concentración del extracto en la dieta. Un efecto concentración-dependiente similar ha sido señalado por PRABHAKER *et al.*, 1986) en *Trichoplusia ni* (Hübner) y en *Spodoptera exigua* (Hübner), alimentando las larvas con extractos del *neem*. Los productos con un efecto de choque mayor fueron Margosan-O® y Rakshak®.

La sintomatología de las larvas de *C. pomonella* que murieron se recoge en los Cuadros 4 y 5. Entre los síntomas asociados al proceso de la muda se encontraron la impo-

sibilidad de desprenderse de la vieja cápsula cefálica (Figura 7) o del exuvio larvario y la transparencia de la nueva cápsula cefálica e incluso del resto del cuerpo. Este efecto fue concentración - dependiente y fue menor en el caso del Azatin®. Otros síntomas fueron

la presencia de un anillo negro en el primer segmento torácico (Figura 3) y la presencia de mudas supernumerarias (hasta 8 cápsulas cefálicas), fenómenos todos ellos ampliamente documentados (HAASLER, 1984; SCHLÜTER, 1981 y 1987).

Cuadro 3.-Mortalidad (%) por estados de individuos de *C. pronubana* alimentados desde L1 con dieta que contenía extracto de *neem*
N.º inicial de larvas de cada ensayo: 1 = 40; 4 = 30; 3 = 45

Producto	Concentración (% v/p)	Mortalidad estados (%)			
		Larva	Pupa	Adulto	Total
Testigo 1	0,0	15,4	7,7	2,6	25,7
Sukrina New®	0,05	23,1	0,0	2,6	25,7
Sukrina New®	0,1	15,4	5,1	2,6	23,1
Testigo 2	0,0	13,3	6,7	3,3	23,3
Sukrina New®	0,2	6,7	0,0	10,0	16,7
Sukrina New®	0,4	23,3	3,3	0,0	26,6
Testigo 3	0,0	16,7	11,1	0,0	27,8
Sukrina New®	2,0	35,5	0,0	0,0	35,5

Riquezas de los productos: Sukrina New® = 0,3%.

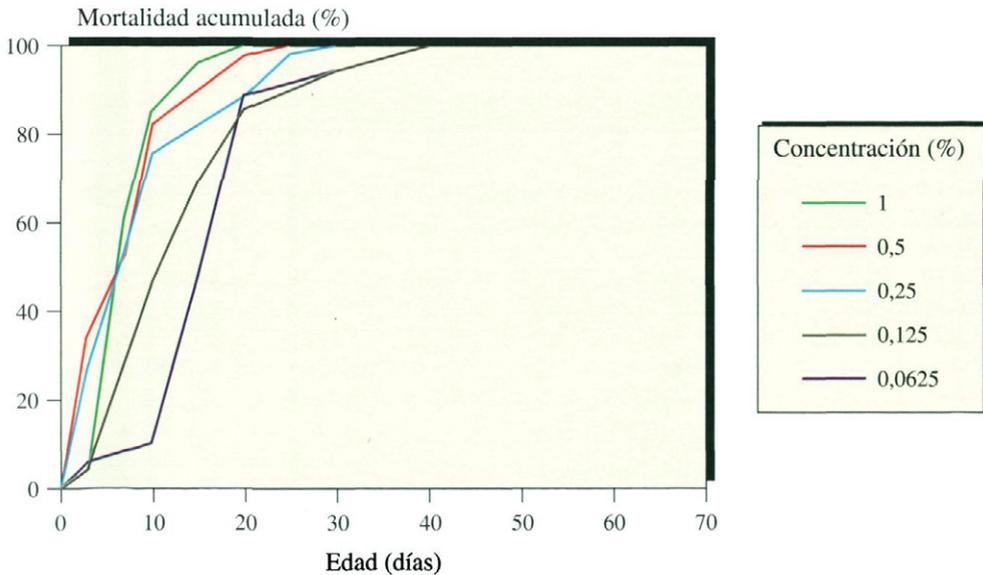


Fig. 4.-Mortalidad acumulada (%) de larvas de *C. pomonella* alimentadas desde L1 con dieta que contenía Margosan-O® a las concentraciones que se indican.

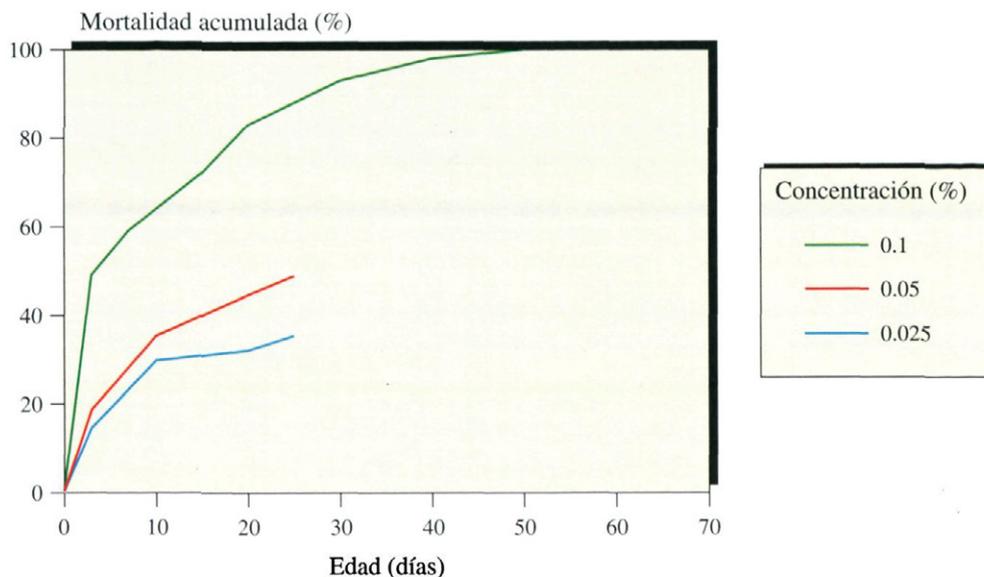


Fig. 5.-Mortalidad acumulada (%) de larvas de *C. pomonella* alimentadas desde L1 con dieta que contenía Azatin® a las concentraciones que se indican.

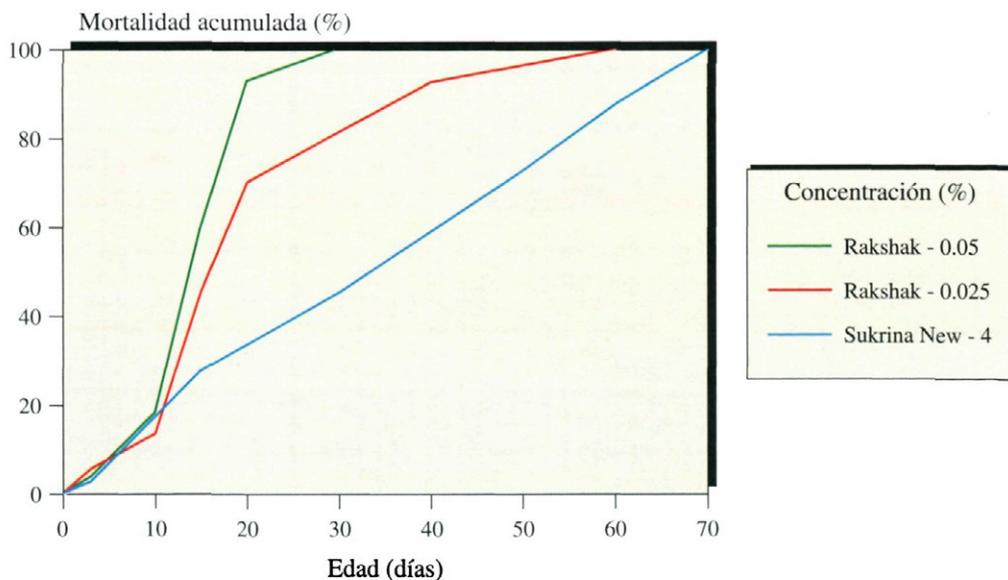


Fig. 6.-Mortalidad acumulada (%) de larvas de *C. pomonella* alimentadas desde L1 con dieta que contenía Rakshak® o Sukrina New® a las concentraciones que se indican.

Cuadro 4.-Mortalidad (%) por síntomas de larvas *C. pomonella* alimentados desde L1 con dieta que contenía Margosan-O® (0,3%)
90-100 larvas en cada concentración

Síntoma	Concentración (% v/p)				
	1,0	0,5	0,25	0,125	0,0625
L1 sm	5,0	5,5	6,7	1,1	2,2
CC(0)	0,0	12,2	6,7	5,5	5,5
ICC(0)	66,0	23,3	18,9	2,2	3,3
CC(1)	21,0	25,5	41,1	15,5	10,0
ICC(1)	0,0	0,0	0,0	6,7	16,7
CC(2)	0,0	0,0	3,3	62,2	38,9
ICC(2)	0,0	0,0	0,0	5,5	7,8
CC(3)	0,0	0,0	0,0	2,2	13,3
CC(4)	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
E	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N	0,0	2,2*	7,8*	0,0	0,0
AC	0,0	21,1*	10,0*	0,0	0,0

Los síntomas de las larvas que mueren son: L1 sm = sin comer ni mudar; ICC(n) = intentando mudar, n número de mudas anteriores; CC(n) = habiendo mudado, n número de mudas; E = encogida; N = aspecto normal, y AC = anillo negro en el primer segmento torácico. (*) La presencia anormal de estos porcentajes de mortalidad corresponden al ensayo 5 donde se produjo un brusco descenso de temperatura en estado L1 por avería de la cámara.

Cuadro 5.-Mortalidad (%) por síntomas de larvas *C. pomonella* alimentados desde L1 con dieta que contenía Rakshak® (0,3%) y Azatin® (3%)
90-100 larvas en cada concentración

Síntoma	Rakshak®		Azatin®		
	Concentración (% v/p)		Concentración (% v/p)		
	0,05	0,025	0,1	0,05	0,025
L1 sm	3,6	3,3	57,0	13,3	11,1
CC(0)	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0
ICC(0)	3,6	0,0	4,0	1,1	3,3
CC(1)	14,5	10,0	4,0	11,1	4,4
ICC(1)	9,1	1,1	0,0	0,0	0,0
CC(2)	47,3	27,8	0,0	1,1	0,0
ICC(2)	18,2	11,1	2,0	0,0	0,0
CC(3)	3,6	14,4	1,0	0,0	0,0
ICC(3)	0,0	11,1	2,0	0,0	0,0
CC(4)	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0
ICC(4)	0,0	2,2	2,0	0,0	0,0
CC(5)	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0
E	0,0	0,0	14,0	4,4	0,0
N	0,0	0,0	3,0	4,4	8,8
AC	0,0	0,0	6,0	4,4	5,5

Los síntomas de las larvas que mueren son: L1 sm = sin comer ni mudar; ICC(n) = intentando mudar, n número de mudas anteriores; CC(n) = habiendo mudado, n número de mudas; E = encogida; N = aspecto normal, y AC = anillo negro en el primer segmento torácico.



Fig. 7.—Detalle de una larva de *C. pomonella* alimentada con dieta que contenía extracto de neem que muere intentando mudar.

Duración del desarrollo

No se observaron diferencias significativas en la duración del desarrollo de machos y hembras de *C. pomonella*, por lo que se presentan los resultados de ambos sexos en conjunto. La duración del desarrollo larvario-pupal de individuos de *C. pomonella* alimentados con dieta que contenía Azatin® o Sukrina New® fue significativamente mayor que la de los testigos (Cuadro 6). La magnitud de las diferencias dependió de la concentración del producto, llegando a ser del 41%. El aumento de la duración del desarrollo por ingestión de dieta con extracto incorporado ha citado en *S. nonagrioides* (MARTI, 1993), *Manduca sexta* (Johannsen) (HAASLER, 1984), *Spodoptera litura* (F.) (GUJAR y MEHROTRA, 1983) y *S. littoralis* (Boisduval) (ASCHER *et al.*, 1984).

En el caso de *C. pronubana*, la duración del desarrollo larvario fue significativamen-

te mayor sólo en una ocasión y a la concentración intermedia (Cuadro 7). No se detectaron diferencias significativas en la duración del desarrollo pupal.

CONCLUSIONES

El único extracto de neem probado sobre *C. pomonella* y *C. pronubana* (Sukrina New®) afecta más a la primera especie que a la segunda, lo que podría estar relacionado con la mayor polifagia de *C. pronubana*. A las dosis ensayadas, no hubo prácticamente ningún efecto sobre *C. pronubana*.

Margosan-O® y Rakshak® son los extractos del neem con una mayor actividad y un mayor efecto de choque sobre *C. pomonella*, provocando una mortalidad total a todas las concentraciones ensayadas por interferencia del proceso de la muda. Azatin® y Sukrina New® a las concentraciones más

Cuadro 6.—Duración del desarrollo larvario + pupal (días) de individuos de *C. pomonella* alimentados desde L1 con dieta que contenía extracto de *neem*. ET, Error Típico; (n), número de individuos. Para cada ensayo, medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Prueba de Tukey, $p \leq 0,05$)

Producto	Concentración (% v/p)	Duración del desarrollo (días)	
		media \pm ET	(n)
Testigo 1	0,0	30,1 \pm 0,6 a	(30)
Sukrina New®	1,0	31,8 \pm 0,5 b	(34)
Testigo 2	0,0	29,3 \pm 0,4 a	(26)
Sukrina New®	2,0	36,0 \pm 0,6 b	(24)
Testigo 4	0,0	30,9 \pm 0,3 a	(86)
Sukrina New®	1,0	37,6 \pm 0,5 b	(89)
Testigo 5	0,0	30,9 \pm 0,6 a	(70)
Azatin®	0,025	36,8 \pm 0,6 b	(54)
Azatin®	0,05	43,7 \pm 1,0 c	(34)

Riquezas de los productos: Sukrina New® = 0,3%; Azatin® = 3%.

Cuadro 7.—Duración del desarrollo larvario (días) de larvas de *C. pronubana* alimentadas desde L1 con dieta que contenía extracto de *neem*. ET, Error Típico; (n), número de individuos. Para cada ensayo y cada sexo, medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes (Prueba de Tukey, $p \leq 0,05$)

Producto	Concentración (% v/p)	Duración del desarrollo (días) media \pm ET (n)	
		Machos	Hembras
Testigo 1	0,0	28,2 \pm 1,2 a (15)	35,4 \pm 1,3 a (14)
Sukrina New®	0,05	32,2 \pm 1,0 b (21)	36,6 \pm 2,8 a (9)
Sukrina New®	0,1	27,8 \pm 1,0 a (19)	31,7 \pm 1,2 a (12)
Testigo 2	0,0	25,2 \pm 0,8 a (18)	30,3 \pm 2,5 a (7)
Sukrina New®	0,2	29,1 \pm 1,0 a (14)	34,4 \pm 1,8 a (14)
Sukrina New®	0,4	30,2 \pm 2,2 a (17)	32,6 \pm 3,1 a (5)
Testigo 3	0,0	30,7 \pm 5,4 a (3)	33,2 \pm 2,2 a (8)
Sukrina New®	2,0	31,9 \pm 2,2 a (14)	32,6 \pm 1,4 a (15)

Riqueza de los productos: Sukrina New® = 0,3%.

elevadas también provocan una mortalidad total.

Los individuos de *C. pomonella* alimentados con extracto de *neem* tienen un tamaño menor y una duración del desarrollo mayor que los de los testigos

Todos los extractos de *neem* probados afectan en mayor o menor medida el comportamiento alimentario de larvas de *C. pomonella*, aun que sólo en el caso de Azatin® existe un claro efecto repelente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto n.º 9080 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Agradecemos al Prof. Pedro Castañera (CSIC, Madrid) la lectura del manuscrito y las sugerencias realizadas. Los extractos de *neem* procedentes de la India fueron suministrados por Bioagro (Valencia).

REFERENCIAS

- ANKERSMIT, G. W., 1985: *Adoxophyes orana*. En SINGH, P.; MOORE, R. F. (eds). *Handbook of insect rearing*, Vol. II. Elsevier. Holanda. pp. 165-175.
- ASCHER, K. R. S., 1993: Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **22**: 433-449.
- ASCHER, K. R. S.; ELIAHU, M.; NADIA, E. y MEISNER, J., 1984: Neem seed kernel extract as an inhibitor of growth and fecundity in *Spodoptera littoralis*. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 2nd Int. Neem Conf. Rauscholzhausen. pp. 331-344.
- BARNBY, M. A.; YAMASAKI, R. B. y KLOCKE, J. A., 1989: Biological activity of azadirachtin, three derivatives, and their ultraviolet radiation degradation products against tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol.*, **82**: 58-63.
- BLANEY, W. M.; SIMMONDS, M. S. J.; LEY, S. V.; ANDERSON, J. C. y TOOGOOD, P. L., 1990: Antifeedant effects of azadirachtin and structurally related compounds on lepidopterous larvae. *Entomol. Exp. Appl.*, **55**: 149-160.
- GUJAR, G. T. y MEHROTRA, K. N., 1983: Juveniling effect of azadirachtin on a noctuid moth, *Spodoptera litura* (F.). *Indian J. Exp. Biol.*, **21**: 292-293.
- HAASLER, C., 1984: Effects of neem seed extract on the post-embryonic development of the tobacco hornworm. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 2nd Int. Neem Conf. Rauscholzhausen. pp. 321-330.
- HELLPAP, C., 1984: Effects of neem kernel extracts on the fall armyworm. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauscholzhausen. pp. 353-364.
- ISMAN, M. B.; KOUL, O.; ARNASON, J.; STEWART, J. y SALLLOUM, G. S., 1991: Developing a neem-based insecticide for Canada. *Mem. Entomol. Soc. Can.*, **159**: 39-47.
- JACOBSON, M., 1986: The neem tree: natural resistance par excellence. En HEDIN, P. A. y GREEN, M. B. (eds). Natural resistance of plant to pests. ACS Sym. Ser. 296. Am. Chem. Soc. USA. pp. 220-232.
- JACOBSON, M.; STOKES, J. B.; WARTHEN Jr., J. D.; REDFERN, R. E.; REED, D. K.; WEBB, R. E. y TELEK, L., 1984: Neem research in the USDA: an update. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauscholzhausen. pp. 31-42.
- JONES, P. S.; LEY, S. V.; MORGAN, E. D. y SANTAFIANOS, D., 1989: The chemistry of the neem tree. En JACOBSON, M. (ed.). Focus on Phytochemicals. Pesticides. Vol. I. The neem tree. CRC Press. USA. pp. 19-45.
- KOUL, O.; ISMAN, M. B. y KETKAR, M. C., 1990: Properties and use of neem, *Azadirachta indica*. *Can. J. Bot.*, **68**: 1-11.
- LAREW, H. G., 1988: Limited occurrence of foliar-, root-, and seed-applied neem seed extract toxin in untreated plant parts. *J. Econ. Entomol.*, **81**: 593-598.
- LARSON, R. O., 1987: Development of Margosan-O, a pesticide from neem seed. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 3rd Int. Neem Conf. Kenya. pp. 243-253.
- MARTI, J., 1993: Bioactivitat d'extractes de *Melia azedarach* L. sobre *Nezara viridula* L. i *Sesamia nonagroides* Lef. Projecte Final de Carrera. Escola Tecnica Superior d'Enginyeria Agraria de Lleida. España. 182 pp.
- MEISNER, J.; KLEIN, M. y KEREN, S., 1990: Effect of Margosan-O on the development of *Earias insulana*. *Phytoparasitica*, **18**: 287-297.
- MEISNER, J.; MELAMED-MADIAR, V. y NEMNY, N. E., 1991: Effect of Margosan-O on the growth and development of *Ostrinia nubilalis*. *Int. Pest Control*, **34**: 52-53.
- PONS, S.; EIZAGUIRRE, M.; SARASUA, M. J. y AVILLA, J., 1994: Influencia del fotoperiodo sobre la inducción de diapausa de *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) en laboratorio y campo. *Invest. Agr.: Prod. Prot. veg.*, **9** (en prensa).
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D. L.; KISHABA, A. N. y MEYERDIRK, D. E., 1986: Laboratory evaluation of neem-seed extract against larvae of the cabbage looper and beet armyworm. *J. Econ. Entomol.*, **79**: 39-41.
- REMBOLD, H., 1989: Azadirachtins: Their structure and mode of action. En ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R. y MORAND, P. Insecticides of plant origin. ACS Sym. Ser. 387. Am. Chem. Soc. USA. pp. 150-164.
- SAXENA, R. C., 1989: Insecticides from neem. En ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R. y MORAND, P. Insecticides of plant origin. ACS Sym. Ser. 387. Am. Chem. Soc. USA. pp. 110-135.
- SCHLÜTER, U., 1981: Histological observations of the phenomenon of black legs and thoracic spots: effects of pure fractions of neem kernel extracts on *Epilachna varivestris*. En SCHMUTTERER, H.; REMBOLD, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 1st Int. Neem Conf. Rotach-Egern. pp. 97-104.
- SCHLÜTER, U., 1987: Effects of azadirachtin on developing tissues of various insect larvae. En SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 3rd Int. Neem Conf. Kenya. pp. 331-348.
- SCHMUTTERER, H., 1985: Which insect pest can be controlled by application of neem seed kernel extracts under field conditions? *Z. An g. Ent.*, **100**: 468-475.
- SCHMUTTERER, H., 1988: Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *J. Insect Physiol.*, **34**: 713-719.
- SCHMUTTERER, H., 1990: Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annu. Rev. Entomol.*, **35**: 271-297.
- SIMMONDS, M. S. J. y BLANEY, W. M., 1983: Some neurophysiological effects of azadirachtin on lepi-

dopterous larvae and their feeding response. **En** SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 2nd Int. Neem Conf., Rauscholzhausen. pp. 163-180.

VÖLLINGER, M., 1987: The possible development of resistance against neem seed kernel extract and deltamethrin in *Plutella xylostella*. **En** SCHMUTTERER, H. y ASCHER, K. R. S. (eds). Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proc. 3rd Int. Neem Conf. Kenya. pp. 543-554.