



Universitat de Lleida
Registre General

21 MAIG 1998

E: 1996

S:

**ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL ANÁLOGO DE LA ECDISONA
TEBUFENOCIDA EN *CYDIA POMONELLA*
(LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE)**

SEBASTIÀ PONS MIQUEL

Capítulo VI

Discusión general

DISCUSION GENERAL

I

La actividad residual de tebufenocida en huevos de carpocapsa varió considerablemente dependiendo del substrato en que los huevos fueron puestos. En aplicaciones en laboratorio, la CL_{50} fue de 4,35 ppm en hojas de manzano tratadas con distintas concentraciones de tebufenocida. No hubo diferencias entre el control y los tratamientos (excepto algunas dosis muy altas) en la mortalidad de los huevos cuando el substrato utilizado fueron manzanas o papel encerado (Cap. II, Tabla 1 & 2). En los estudios previos donde no se observó actividad ovicida de tebufenocida en carpocapsa (Charmillot *et al.* 1994), se debe probablemente a la utilización de substrato inerte en los ensayos.

Tebufenocida fue unas 30 veces más activo cuando los huevos fueron puestos sobre el residuo en hojas, que cuando fueron tratados tópicamente (Cap. II, Tabla 3). Los huevos puestos sobre manzanas y tratados tópicamente no fueron afectados, y sólo fueron afectados ligeramente los huevos colocados sobre papel encerado, aunque dependiendo de la edad en que eran tratados (Cap. II, Tabla 4). Por lo tanto, se demuestra la actividad ovicida de tebufenocida, aunque ésta se ve condicionada por factores como pueden ser el substrato de puesta y si las aplicaciones son tópicas o residuales. Aunque no se han investigado las causas que producen estas diferencias en toxicidad entre tipo de aplicación y sobretodo entre substratos, se ha especulado en que son las propias características fisiológicas de la hoja las que facilitan la penetración del insecticida a través del corion al interior del huevo, y así consiguen afectar al embrión. La transpiración que se produce a través de los estomas o de la epidermis de la hoja es crítica para mantener una permeabilidad del corion suficiente para permitir el movimiento del insecticida dentro del huevo y afectar la embriogénesis. En cuanto a tratamientos tópicos, la mayor toxicidad observada cuando el substrato utilizado fueron hojas de manzano también puede ser debida a la mayor facilidad de penetración del insecticida en el borde periférico del propio huevo, donde se produce una mayor humedad o transpiración en comparación con los otros substratos. Mediante la aplicación tópica de aceites minerales sobre huevos de carpocapsa también se han observado diferencias en la toxicidad entre distintos substratos utilizados, aunque en

este caso el efecto fue inverso: se obtuvo mayor mortalidad en huevos puestos sobre fruto que en hojas (Riedl, datos no publicados). Esta diferencia en la susceptibilidad de los huevos de carpocapsa dependiendo del substrato en que estén puestos permite que los huevos puestos sobre frutos escapen del control de tebufenocida. En manzano, aproximadamente el 40% de los huevos están sobre frutos (Wood 1965), por lo que una aplicación de tebufenocida como ovicida no controlaría un porcentaje elevado de huevos.

Tebufenocida produce cierta toxicidad por contacto sobre larvas neonatas. Cuando las larvas fueron expuestas durante una hora sobre hojas de manzano tratadas, la CL_{50} fue de 499,9 ppm (Cap. II, Tabla 5), lo que indica que la toxicidad por contacto es mucho menor que la oral. También se observaron diferencias en la toxicidad de tebufenocida por contacto sobre neonatas dependiendo del substrato. Las CL_{50} fueron similares cuando se expusieron las larvas sobre hojas tratadas durante 1 hora (499,9 ppm), que sobre plástico durante 4 horas (348,7 ppm). Estas diferencias pueden ser debidas a variaciones en la humedad, textura, etc. entre los dos substratos, que pueden facilitar que la larva esté expuesta a mayores cantidades del insecticida en el caso de la hoja, o también debidas a una ingestión del insecticida cuando la larva realiza mordiscos exploratorios en la hoja. Según Jackson (1982), una vez que las larvas alcanzan el fruto aún tardan unas 2 h hasta que lo penetran, por lo tanto, la toxicidad por contacto puede contribuir, aunque sólo ligeramente, al control de este tortricido.

En la evaluación de la toxicidad oral de tebufenocida incorporado en dieta se obtuvo una respuesta similar para los estadios larvarios segundo y tercero (Cap. II, Tabla 8). La utilización de este bioensayo puede ser una buena herramienta para la evaluación de la susceptibilidad de una determinada población de carpocapsa a tebufenocida, utilizando sólo las larvas cuyas cápsulas cefálicas midan entre 0,5 y 0,8 mm (segundo y tercer estadio larvario). Dicha información puede permitir detectar las diferencias en susceptibilidad o aparición de posibles resistencias en determinadas zonas.

Tebufenocida fue muy activo cuando las larvas neonatas de carpocapsa fueron alimentadas con manzanas tratadas con este insecticida, donde se obtuvo una LC_{50} de

16,08 ppm (Cap. II, Tabla 6), concentración mucho mayor que cuando se utilizó dieta artificial, donde se obtuvo una LC_{50} de 0,22 ppm. Se produjo un ligero daño en la superficie de las manzanas como consecuencia de la alimentación de las larvas, incluso en las concentraciones más altas evaluadas. Esto indica que el tiempo transcurrido entre la ingestión del insecticida y la parada de la alimentación de las larvas, como efecto de tebufenocida, es lo suficiente como para que se produzcan ligeros daños (Cap. II, Tabla 7).

En aplicaciones tópicas de tebufenocida, a una concentración de 400 ppm, sobre adultos de carpocapsa no se ha observado ningún efecto en la longevidad de las mariposas (Cap. II, Tabla 9), que fue entre 6 y 7 días. Dicho valor es inferior a la longevidad media que se obtiene en campo pero concuerda con la que generalmente se obtiene en condiciones de laboratorio (White & Hutt 1973).

II

Tebufenocida fue menos activo que el también análogo de la hormona ecdisona RH 2485 cuando larvas neonatas fueron alimentadas con manzanas tratadas, siendo la LC_{50} de éste último compuesto unas cuatro veces menor que la de tebufenocida (Cap. III, Tabla 1). Sin embargo, ninguno de los compuestos pudo evitar que las larvas produjeran daños en las manzanas tratadas, aunque para una misma concentración de tebufenocida y RH 2485, el porcentaje de penetraciones profundas en las manzanas fue menor en aquellas tratadas con RH 2485 (Cap. III, Tabla 2 & 3). Esto puede indicar una mayor velocidad de acción del insecticida RH 2485 frente a tebufenocida.

Fenoxicarb no tuvo ningún efecto larvicida cuando larvas neonatas se alimentaron con manzanas tratadas con este insecticida a una dosis de 200 ppm (Cap. III, Tabla 4). No se comprobó si dichas larvas podrían desarrollarse y convertirse posteriormente en adultos normales. En otras especies sí que actúa como larvicida en neonatas (Chandler *et al.* 1992), e incluso en algunas especies se cita su acción como exclusivamente larvicida (Hull *et al.* 1991).

Diflubenzurón tampoco tuvo ningún efecto larvicida cuando larvas neonatas se alimentaron con manzanas tratadas con diflubenzurón a una dosis de 200 ppm (Cap. III, Tabla 5). No se observó nada anormal cuando se realizó la evaluación de la mortalidad larvaria, pero en este caso tampoco se comprobó si las larvas continuarían desarrollándose normalmente. En cualquier caso, diflubenzurón no evitaría que las larvas neonatas produzcan daño. En estudios realizados por Purcell & Granett (1986) se obtuvo que la actividad ovicida de diflubenzurón en carpocapsa fue entre 6 y 50 veces mayor que la actividad larvicida en neonatas.

III

En aplicaciones tópicas de tebufenocida sobre huevos de carpocapsa puestos en papel encerado se obtuvo un porcentaje de mortalidad entre el 40 y el 60%. Por lo tanto, el porcentaje de huevos restante se desarrolló y las larvas eclosionaron. Sin embargo, en el desarrollo embrionario de los huevos sobrevivientes se observó un retraso en comparación con los huevos no tratados (Cap. IV, Tabla 1). Dicho retraso se produjo cuando los tratamientos se realizaron sobre huevos recién puestos (estado blanco) y cuando estaban aproximadamente en la mitad de su desarrollo (anillo rojo), pero no se observó cuando los huevos tratados estaban cerca de su eclosión. Esto indica que tebufenocida afecta en cierta forma el desarrollo embrionario, aunque a partir de cierto punto del desarrollo, tebufenocida ya no produce ningún efecto en el embrión. No se obtuvieron diferencias entre las distintas dosis de tebufenocida aplicadas, aunque sí entre éstas y el control. Por lo tanto, se deduce que otros factores que afecten a la penetración del producto a través del corion del huevo pueden tener mayor incidencia en la embriogénesis que la propia concentración aplicada.

Tebufenocida afecta a la fecundidad y viabilidad de los huevos puestos cuando se aplica tópicamente sobre mariposas de carpocapsa. La fecundidad de hembras de carpocapsa fue menor cuando éstas fueron tratadas con tebufenocida a 400 ppm; la fertilidad también fue menor cuando se trataron tanto machos como hembras a la misma dosis con tebufenocida (Cap. IV, Tabla 3 & 4). También la fecundidad y fertilidad fueron menores que el testigo cuando se trataron mariposas de carpocapsa a dosis iguales o inferiores a 200 ppm, aunque en este caso las diferencias no eran estadísticamente

significativas (Cap. IV, Tabla 2). Smagghe & Degheele (1994) encontraron resultados similares cuando se aplicó tebufenocida sobre adultos de *S. exigua*, donde observaron una inhibición de la formación de nuevos oocitos y por lo tanto una interrupción en la oviposición.

Tebufenocida afecta a la fecundidad y fertilidad de adultos de *C. pomonella* cuando éstos son expuestos durante 24 horas a follaje tratado en campo con tebufenocida a una dosis de 330 g ma/ha (Cap. IV, Tabla 5). Los porcentajes de reducción obtenidos en el tratamiento con tebufenocida fueron del 66,8% en la fecundidad y del 73,6% en la fertilidad respecto al testigo.

Aunque no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, cuando se suministró tebufenocida (0,1 ppm) en dieta a larvas mantenidas en condiciones diapausantes durante 50 días el porcentaje de larvas en diapausa fue del 57%, mientras que en el control fue del 99% (Cap. IV, Tabla 6). Tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos en la rotura de la diapausa cuando se cambiaron las condiciones a no diapausantes.

IV

En tratamientos en campo contra la primera generación de carpocapsa, no se obtuvieron diferencias significativas entre las aplicaciones de tebufenocida aplicado como ovicida o como larvicida (Cap. V, Tabla 1). La carencia de diferencias entre los distintos momentos de aplicación puede indicar que en aplicaciones tempranas se obtiene el beneficio del control ovicida de tebufenocida, y en aplicaciones tardías la ventaja del efecto larvicida. Esto puede suponer cierta flexibilidad a la hora de decidir el inicio de los tratamientos, aunque hay que tener en cuenta que si la aplicación se hace después del máximo de oviposición, el insecticida se aplicará de forma tópica sobre los huevos y por lo tanto se pierde gran parte de la capacidad ovicida. Además, como consecuencia de una dilución del insecticida debido al crecimiento de los frutos puede disminuir también la eficacia como larvicida. Cuando tebufenocida fue aplicado como ovicida (50 grados día) se obtuvo un 5% de penetraciones profundas en fruto. Cuando fue aplicado como larvicida (139 grados día), se obtuvo un 8% de entradas. Sin embargo cuando la

aplicación fue entre estos dos periodos, el porcentaje de entradas fue del 21%. Esto puede ser debido a que en esta aplicación, tebufenocida actuó tópicamente sobre un porcentaje considerable de huevos, y por lo tanto el tratamiento ovicida no fue eficaz, y demasiado pronto para actuar como larvicida.

En un tratamiento en campo contra carpocapsa, el porcentaje de control alcanzado viene generalmente en función del porcentaje de cobertura que se alcance, que depende de diversos factores como el volumen de caldo o tipo de coadyuvante utilizado (Cap. V, Tabla 2). Aunque con algunos de los coadyuvantes ensayados se obtuvieron porcentajes de cobertura significativamente mayores, no se obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje de control entre los distintos coadyuvantes. Sí hubo diferencias en el porcentaje de control entre volúmenes de caldo utilizado en campo, siendo del 64,4% cuando se utilizaron 935 l/ha y del 81,1% cuando se utilizaron 3.741 l/ha (Cap. V, Tabla 3). Esto indica la importancia de alcanzar un buen nivel de cobertura en aplicaciones con tebufenocida para obtener un nivel de control alto. Se puede incrementar el nivel de cobertura aumentando la cantidad de caldo aplicado por hectárea, pero también con la utilización de la maquinaria adecuada y en perfecto uso, poda adecuada de los árboles, etc. Algunos insecticidas gozan de cierta acción vapor, penetrabilidad o sistemica que les permite proporcionar buen control de la plaga aunque su porcentaje de cobertura no sea elevado, como es el caso de metilazinfos (Riedl *et al.* 1986). Por el contrario, tebufenocida no tiene dichas propiedades, por lo que su control estará condicionado por el porcentaje de cobertura que se obtenga en campo (Cap. V, Figura 2).

En las aplicaciones de tebufenocida en campo, prácticamente no disminuyó el porcentaje de control larvario de este insecticida hasta 24 días después de su aplicación. Por lo tanto, tebufenocida es un insecticida que dispone de una persistencia considerable, mayor que un insecticida como por ejemplo metilazinfos. De los coadyuvantes ensayados, parece ser que Silwet-77 y Latron AG-98 incrementan la persistencia de tebufenocida (Cap. V, Tabla 3).

CONCLUSIONES

1. Tebufenocida presenta actividad ovicida sobre huevos de *C. pomonella* cuando éstos son puestos sobre el residuo del insecticida en hojas de manzano.
2. La actividad ovicida de tebufenocida sobre huevos de *C. pomonella* puestos en hojas de manzano disminuye cuando la aplicación del insecticida es tópica.
3. La actividad ovicida de tebufenocida sobre huevos de *C. pomonella* es muy baja o nula cuando los huevos son puestos sobre fruta o papel encerado ya sea la aplicación del insecticida tópica o residual.
4. Tebufenocida es muy activo cuando es ingerido, siendo el primer estadio larvario el más susceptible y el cuarto estadio el menos susceptible (mayor LC_{50}) de los cuatro estadios evaluados.
5. La utilización de dieta artificial conteniendo distintas dosis de tebufenocida es una herramienta fiable para la determinación de la susceptibilidad a este insecticida de una determinada población de carpocapsa. En este caso se deben utilizar larvas de segundo y tercer estadio larvario.
6. Tebufenocida no es tóxico en adultos de *C. pomonella* cuando es aplicado tópicamente a una concentración de 400 ppm.
7. Tebufenocida fue menos activo como larvicida que el también análogo de la hormona ecdisona RH 2485, siendo la LC_{50} de éste último compuesto unas cuatro veces menor que tebufenocida. Ninguno de los compuestos pudo evitar que las larvas produjeran daños en las manzanas tratadas.
8. No se observó ninguna actividad larvicida de fenoxicarb ni de diflubenzurón (a una concentración de 200 ppm) cuando larvas neonatas de carpocapsa se alimentaron con manzanas tratadas.
9. Tebufenocida produjo un retraso en el desarrollo embrionario aplicado tópicamente sobre huevos de carpocapsa recién puestos y huevos en anillo rojo, pero no se observó ningún retraso cuando los huevos se encontraban con la cápsula cefálica esclerotizada.
10. Tebufenocida afecta a la fecundidad y viabilidad de los huevos puestos cuando se aplica tópicamente sobre mariposas de carpocapsa. La fecundidad de hembras fue menor cuando éstas fueron tratadas con tebufenocida, a una dosis

de 400 ppm; la fertilidad también fue menor cuando se trataron tanto machos como hembras a la misma dosis con tebufenocida.

11. Tebufenocida afecta a la fecundidad y fertilidad de adultos de *C. pomonella* cuando éstos son expuestos durante 24 horas a follaje tratado en campo con tebufenocida a una dosis de 330 g ma/ha.
12. No se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de larvas en diapausa cuando se suministraron dosis subletales de tebufenocida a larvas de carpocapsa bajo condiciones diapausantes.
13. En tratamientos en campo contra la primera generación de carpocapsa no se obtuvieron diferencias significativas entre aplicaciones de tebufenocida como ovicida o como larvicida. Esto indica que en aplicaciones tempranas se obtiene el beneficio de la actividad ovicida de carpocapsa. Esto puede suponer cierta flexibilidad a la hora de decidir el inicio de los tratamientos, aunque hay que tener en cuenta que si la aplicación se hace después del máximo de oviposición, el insecticida se aplicará de forma tópica sobre los huevos y por lo tanto se pierde gran parte de la capacidad ovicida.
14. En las aplicaciones en campo con tebufenocida es importante alcanzar un buen nivel de cobertura para obtener un nivel de control de carpocapsa aceptable.
15. En las aplicaciones de tebufenocida en campo, prácticamente no disminuyó el porcentaje de control larvario de este insecticida hasta 24 días después de su aplicación. Por lo tanto, tebufenocida es un insecticida que dispone de una persistencia elevada.
16. De los cadyuvantes ensayados en aplicaciones en campo, en los tratamientos de tebufenocida junto con Silwet-77 y Latron AG-98 se obtuvieron los valores de persistencia mayores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allman, S. L. 1930.** Studies of the anatomy and histology of the reproductive system of the female codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Linn.). University of California Publications of Entomology. 5: 135-153.
- Anderson, D. W. & R. H. Elliot. 1982.** Efficacy of diflubenzurón against the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae), and impact on orchard mites. Can. Ent. 114: 733-737.
- Audemard, H. 1976.** Etude demoécologique du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en verger de pommiers de la basse Vallée du Rhône: possibilités d'organisation d'une lutte intégrée. Tesis Doctoral. U. Tours.
- Barnes, M. M. 1991.** Codling moth occurrence, host race formation, and damage. En Van der Geest, L. P. S., Evenhuis, H. H. (Eds.). Tortricid Pest. Their biology, natural enemies and control. Elsevier. New York. pp. 313-327.
- Beers, H.E., Brunner, J., Willet, M. J. & G.M. Warner. 1993.** Orchard Pest Management. A Resource Book of the Pacific Northwest. Good Fruit Grower. Yakima. Washington. pp. 276.
- Bellés, X. 1988.** Las hormonas endocrinas de los insectos. Bases conceptuales para el diseño de insecticidas biorracionales. En Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Eds.). Insecticidas Biorracionales. Madrid. pp. 405.
- Blommers, L. H. M. 1994.** Integrated pest management in European apple orchards. Annu. Rev. Entomol. 39: 213-241.
- Bonnemaison, L. 1964.** Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales. Vol. II. Ed. Occidente. Ciudad. pp.
- Bovey, P. 1966.** Super-familie des Tortricoidea: Le Carpocapse ou ver des pommes et des poires. En Balachowsky, A.S., (Eds). Entomologie appliquée à l'agriculture. Masson, París. pp. 653-734.
- Brunner, J. F., Hoyt, S. C. & M. A. Wright. 1982.** Insect answers: codling moth control. A new tool for timing sprays. Wash. State Univ. Ext. Serv. Ext. Bull. 1072.
- Casas, J. & A. Messeguer. 1988.** Antagonistas de la hormona juvenil. En Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Eds.). Insecticidas Biorracionales. Madrid. pp. 405.

- Chandler, L. D., Pair, S. D. & J. R. Raulston. 1992.** Effects of selected insect growth regulators on longevity and mortality of corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol.* 85(5): 1972-1978.
- Charmillot, P. J. & S. Rosset. 1977.** Production d'un mutant gris du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). *Bull. de la Soc. Entomol. suisse.* 50: 35-36.
- Charmillot, P. J., Bloesch, B. & M. Benz. 1989.** Lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. au moyen du fenoxycarb et du teflubenzuron. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 21(3): 187-193.
- Charmillot, P. J., Pasquier, D. & D. Schneider. 1991.** Efficacité ovicide et larvicide de 3 inhibiteurs de croissance d'insectes (ICI) sur la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F. v. R. (Lep., Tortricidae). *J. Appl. Ent.* 112, 327-334.
- Charmillort, P. J., Pasquier, D. & N. J. Alipaz. 1994.** La tébufénozide, un nouveau produit sélectif de lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. et la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. *Reveu suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 26 (2): 123-129.
- Cisneros, F. H. & M. M. Barnes. 1974.** Contribution to the biological and ecological characterization of apple and walnut host races of codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.): Moth longevity and oviposition capacity. *Environ. Entomol.* 3 (3): 402-405.
- Coll, J. 1988.** Hormonas juveniles, juvenoides y juvenógenos. **En** Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Eds.). *Insecticidas Biorracionales.* Madrid. pp. 405.
- Denlinger, D.L. 1985.** Hormonal control of diapause. **En** Kerkut, G. A. y L. I. Gilbert (Eds.). *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology.* Vol. 8. Pergamon. Press. Oxford. pp. 354-412.
- Ferro, D. N. & R. D. Akre. 1975.** Reproductive morphology and mechanics of mating of the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68 (3): 417-424.
- Friedländer, M. & G. Benz. 1981.** Control of spermatogenesis resumption in post-diapausing of the codling moth. *J. Insect. Physiol.* 28 (4): 349-355.
- Gehring, R. D. & H. F. Madsen. 1963.** Some aspects of the mating and oviposition behavior of the codling moth, *Carpocapsa pomonella*. *J. Econ. Entomol.* 56: 140-143.

- Greiff, M. 1985.** Lexicon of Entomological and Related Terms. CAB International Institute of Entomology. London. pp.
- Hagley, E. A. C. 1972.** Observations on codling moth longevity and egg hatchability. Environ. Entomol. 1 (1): 123-125.
- Hagley, E. A. C. 1974.** Codling moth: Emergence, sex ratio, and abundance. Can. Entomol. 106: 399-402.
- Hansen, L. D. & R. F. Harwood. 1968.** Comparisons of diapause and nondiapause larvae of the codling moth, *Carpocapsa pomonella*. Ann. Entomol. Soc. Am. 61: 1611-1617.
- Hathaway, D. O., Clift, A. E. & B. A. Butt. 1971.** Development and fecundity of codling moths reared on artificial diets or immature apples. J. Econ. Entomol. 64 (5): 1088-1090.
- Hattingh, C. C. 1943.** The distribution of codling moth eggs on pear trees. J. Entomol. Soc. South Africa. 6: 124-130.
- Hilker, M. 1989.** Studies on the influence of larval faeces and sex pheromones on the oviposition of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.) (Lep., Tortricidae). J. Appl. Entomol. 107: 446-454.
- Horn, D. H. S., Middleton E. J., Wunderlich, J. A. & F. Hampshire. 1966.** Identify of the molting hormones of insects and crustaceans. Chem. Commun., 339-341. En Cymborowski, B. 1992. Insect Endocrinology. Elsevier. 4: 84.
- Howell, J. F. 1970.** Rearing the codling moth on artificial diet. J. Econ. Entomol. 63 (4): 1148-1150.
- Howell, J. F. 1981.** Codling moth: The effect of adult diet on longevity, fecundity, fertility and mating. J. Econ. Entomol. 74 (1): 13-18.
- Howell, R., Hutt, R. B. & W. B. Hill. 1978.** Codling moth: Mating behavior in the laboratory. Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 891-895.
- Hull, L. A., Barret, B. A. & E. G. Rajotte. 1991.** Foliar persistence and effect of fenoxycarb on *Platynota idaeusalis* (Lepidoptera: Tortricidae) on apple. J. Econ. Entomol. 84(3): 965-970.
- Hutt, R. B. & L. D. White. 1977.** Mating response to visual stimulus in the male codling moth. Environ. Entomol. 6 (4): 567-568.

- Jackson, D. M. 1979.** Codling moth egg distribution on unmanaged apple trees. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 72: 361-368.
- Jackson, D. M. 1982.** Searching behavior and survival of 1st-Instar codling moth. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75: 284-289.
- Jackson, D.M. & R.F. Harwood. 1980.** Survival potential of first instars of the Codling moth in laboratory experiments. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 73: 160-163.
- Kreutzweiser, D. P., Capell, S. S., Wainio-Keizer, K. L. & D. C. Eichenberg. 1994.** Toxicity of a new molt-inducing insecticide (RH-5992) to aquatic macroinvertebrates. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 28: 25-34.
- Marco, M. P. & J. Tomás. 1988.** Hormonas de muda y antagonistas. En Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Eds.). *Insecticidas Biorracionales*. Madrid. pp. 405.
- Mauchamp, B. 1995.** Quoi de neuf sur le front des régulateurs de croissance des insectes?. *Phytoma - La Défense des Végétaux*. 469: 13-15.
- McLellan, C. 1960.** Cocooning Behavior of overwintering codling moth larvae. *Can. Entomol.* 62: 469-479.
- McLellan, C. 1962.** Mortality of codling moth eggs and young larvae in integrated control orchard. *Can. Entomol.* 94: 655-666.
- Moffit, H. R., Westigard, P. H., Mantey, K. D. & H. E. Van de Baan. 1988.** Resistance to diflubenzuron in the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 81(6): 1511-1515.
- Monthéan, C. & D. A. Potter. 1992.** Effects of RH 5849, a novel insect growth regulator, on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) and Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in turfgrass. *J. Econ. Entomol.* 85(2): 507-513.
- Pons, S., Eizaguirre, M., Sarasua, M. J. & J. Avilla. 1994.** Influencia del fotoperiodo sobre la inducción de diapausa de *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) en laboratorio y campo. *Invest. Agr.: Prod. Prot. veg.* Vol. 9 (3): 477-492.
- Purcell, M. & J. Granett. 1986.** Differential age susceptibility of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) to chitin synthesis inhibitors and thuringiensin. *J. Econ. Entomol.* 79: 1624-1626.

- Regioli, G. & M. Manaresi. 1997.** Assenza di resistenza incrociata tra diflubenzuron e tebufenozide in *Cydia pomonella* in due ceppi provenienti dall'Alto Adige. *Inf. Fitopatol.* 5: 60-62.
- Richardson J. C., Jorgensen, C. D. & B. A. Croft. 1982.** Embryogenesis of the Codling Moth, *Laspeyresia pomonella*: Use in Validating Phenology Models. *Ann. Entomol. So. Am.* 75: 201-209.
- Riedl, H. 1983.** Analysis of codling moth phenology in relation to latitude, climate and food availability. **En** Brown, V. K. & I. Hodek (Eds.). *Diapause and life cycle strategies in insects.* Dr. W. Junk Publishers. Netherlands. pp. 233-252.
- Riedl, H. & Barnes M. M. 1979.** Walnut pest management: Historical perspective and present status. **En** D.J. Boethal and R.D. Eikenbary (Eds.), *Pest Management Programs for Deciduous Tree Fruits and Nuts.* Plenum Press, New York, pp. 15-80.
- Riedl, H. & W. Loher. 1980.** Circadian control of oviposition in the codling moth, *Laspeyresia pomonella*, *Lepidoptera: Olethreutidae.* *Ent. exp. & appl.* 27: 38-49.
- Riedl, H. & P. W. Shearer. 1988.** Apple, pest control with IGRs, 1897. *Arthropod Management Tests*, 13: 30-31.
- Riedl, H. & P. W. Shearer. 1989.** Insect control with insect growth regulators, 1988. *Arthropod Management Tests*, 14: 32-33.
- Riedl, H. & P. W. Shearer. 1990.** Full season insecticide evaluations, 1989. *Arthropod Management Tests*, 15: 35-37.
- Riedl, H., Croft, B. A. & A. J. Howitt. 1976.** Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological-time models. *Can. Entomol.* 108: 449-460.
- Riedl, H., Hanson, L. A. & A. Seaman. 1986.** Toxicological response of codling moth (*Lepidoptera: Tortricidae*) populations from California and New York to azinphosmethyl. *Agric. Ecosystems Environ.* 16: 189-201.
- Riedl, H., Barnett, W. W., Beer, E., Brunner, J. F., Burts, E., Croft, B. A., Shearer, P. W. & P. H. Westgard. 1992.** Current status, monitoring and management of insecticide and miticide resistance on deciduous tree fruits in the Western United States. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 27 (1-4): 535-544.

- Rohm and Haas, 1994.** Technical information bulletin. Rohm and Haas. pp. 15.
- Sauphanor, B. & J. C. Bouvier. 1995.** Cross-resistance between benzoylureas and benzoylhydrazines in the codling moth, *Cydia pomonella* L. Pestic. Sci. 45: 369-375.
- Sauphanor, B., Benoit, M., Bouvier, J. C., Perron, G., Malezieux, S. & J. C. Fremond. 1994.** Un cas de résistance du carpocapse des pommes au diflubenzuron dans le Sud-Est de la France. Phytoma - La Défense des Végétaux. 458: 46-49.
- Sauphanor, B., Benoit, M., Brosse, V., Maty, K. & S. Clier. 1996.** Caractérisation et détection de la résistance aux insecticides chimiques chez le carpocapse. Phytoma - La Défense des Végétaux. 482: 16-18.
- Shel'deshova, G. G. 1967.** Ecological factors determining the distribution of the codling moth *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) in the northern and southern hemispheres. Entomol. Rev. 46: 349-361.
- Sieber, R. & G. Benz. 1980.** Hormonal regulation of pupation in the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. Physiol. Entomol. 5: 283-290.
- Smaghe G. & D. Degheele. 1994.** The significance of pharmacokinetics and metabolism to the biological activity of RH-5992 (Tebufenozide) in *Spodoptera exempta*, *Spodoptera exigua*, and *Leptinotarsa decemlineata*. Pestic. Biochem. Physiol. 49, 224-234.
- Smaghe, G. & D. Degheele. 1995.** Selectivity of nonsteroidal ecdysteroid agonists RH 5845 and RH 5992 to nymphs and adults of predatory Soldier bugs, *Podisus nigrispinus* and *P. maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). J. Econ. Entomol. 88(1): 40-45.
- Steiner, L F. 1939.** Distances traveled by newly hatched codling moth larvae. J. Econ. Entomol. 32 (3): 470.
- Tadic, M., 1963.** The biology of the codling moth (*Carpocapsa pomonella* L.) as the basis for its control. Universidad de Belgrado. pp. 100.
- Thirugnanam, D. P. LE, Libert, Z., Carlson, G. R. & J. B. Ryan. 1996.** RH-2485: A new selective insecticide for caterpillar control. Brighton Crop Conference - Pest & Diseases. 481-486.

- Varela, L. G., Welter, S. C., Jones, V. P., Brunner, J. F. & H. Riedl. 1993. Monitoring and characterization of insecticide resistance in codling moth (Lepidopta: Tortricidae) in four Western states. *J. Econ. Entomol.* 86(1): 1-10.
- Van Leeuwen, E.R. 1929. Life history of the codling moth in norther Georgia. U.S. Dept. Agr. Bull., 90: 94 p. En Balachowsky, A.S., (Eds). *Entomologie appliquée à l'agriculture*. Masson, París. pp. 653-734.
- Walker, J. T. S., Baynon, G. T. & V. White. 1991. Insect control on apples with RH-5992 a novel insect growth regulator. *Proc. 44th N.Z. Weed and Pest Control Conf.* 66-69.
- Wearing, C. H. & F. N. Hutchins. 1972. α -Farnesene, a naturally occurring oviposition stimulant for the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *J. Insect. Physiol.* 19: 1251-1256.
- Westigard, P. H. 1979. Codling moth: Control on pears with diflubenzuron and effects on nontarget pest and beneficial species. *J. Econ. Entomol* 72: 552-554.
- Westigard, P. H. & L. J. Gut. 1986. Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) control on pears with modified programs using insect growth regulators. *J. Econ. Entomol.* 79: 247-249.
- Westigard, P. H., Gentner, L. & B. A. Butt. 1976. Codling moth: Egg and first instar mortality on pear with special reference to varietal susceptibility. *Environ. Entomol.* 5: 51-54.
- White, L. D. & R. B. Hutt. 1973. Codling moth: Effects of chilling on longevity and mating of adults. *J. Econ. Entomol.* 66: 558.
- Wing, K. D. 1988. RH 5849, a nonsteroidal ecdysone agonist: effects on a *Drosophila* cell line. *Science.* 241: 467-469.
- Wing, K. D., Slawecki, R. A. & G. R. Carlson. 1988. RH 5849, a Nonsteroidal Ecdysone Agonist: Effects on Larval Lepidoptera. *Science (Washington, DC)* 241: 470-472.
- Wong, T. T. Y., Cleveland, M. L., Ralston, D. F. & D. G. Davis. 1971. Time of sexual activity of codling moths in the field. *J. Econ. Entomol.* 64: 553-554.
- Wood, T.G. 1965. Field observations of flight and oviposition of Codling moth (*Carpocapsa pomonella* (L.)) and mortality of eggs and first-instar larvae in an integrated control orchard. *N.Z. Jl. agric. Res.* 8: 1043-1059.

