

ATRACTICIDAS PARA EL CONTROL DE POLILLAS DE LA FRUTA

■ TOMISLAV CURKOVIC S.
ING. AGRÓNOMO,
ENTOMÓLOGO, PhD
DEPTO. SANIDAD VEGETAL
FAC. CS. AGRONÓMICAS
U. DE CHILE

INTRODUCCIÓN

Un atracticida es un tipo de plaguicida cuya formulación contiene un atrayente (e.g. feromonas) y un agente letal (e.g. insecticidas). Este tipo de productos se ha desarrollado para el control de diversas plagas, incluyendo la polilla de la manzana, polilla oriental y enrolladores de la hoja en Europa, Nueva Zelanda y EE.UU. (Hofer y Angst, 1995; Suckling y Brockhoff, 1999; Charmillot et al, 2000; Curkovic y Brunner, 2003). Estas formulaciones atracticidas son específicas y han sido diseñadas para ser aplicadas directamente sobre los cultivos o frutales (Fig. 1).

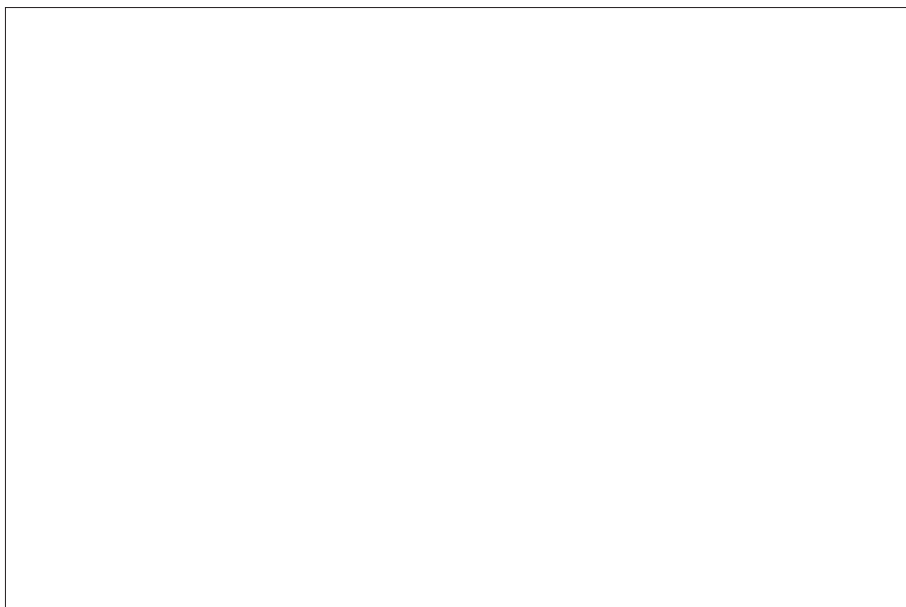
MECANISMOS DE ACCIÓN

La eficacia de un atracticida depende de: 1) atraer a los insectos hacia la fuente, y 2) provocar el contacto entre el insecto y la formulación que contiene el insecticida. La atracción de los machos a distancia depende de la potencia del atrayente usado (e.g. feromonas sintéticas). En este sentido el atracticida compite con la capacidad atrayente de las hembras y debe ser tanto o más atractivo que ellas para ser eficaz (Curkovic, 2004). La feromona también debe inducir el contacto final para intoxicar y matar a los machos. La Figura 2 muestra el comportamiento

de un macho de *Choristoneura rosaceana* frente a hembras y a un atracticida que contiene la feromona específica.

Sin embargo, hay otros factores que definen la aproximación de los machos al atracticida. Por ejemplo, la densidad de fuentes (i.e. número de gotas distribuidas en el campo) produce desorientación de los machos de ciertas especies, los cuales son incapaces de encontrar al atracticida. En otras especies, sin embargo, se aumenta el número de contactos atracticida-polilla al incrementar la densidad de atracticida/ha, logrando mayor mortalidad de la plaga. Este parece ser el caso de algunas especies norteamericanas de enrolladores (Curkovic, 2004) similares a nuestras "Eulias" nativas.

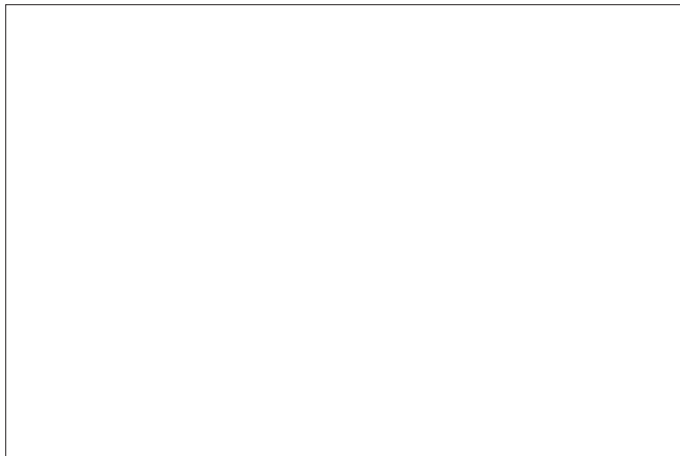
■ FIGURA 1. FORMULACIÓN ATRACTICIDA (GOTA DE ASPECTO GRASOSO DENTRO DEL CÍRCULO) DESARROLLADO PARA EL CONTROL DE ENROLLADORES DE LA HOJA EN MANZANOS EN WASHINGTON, EE.UU (CURKOVIC, 2004).



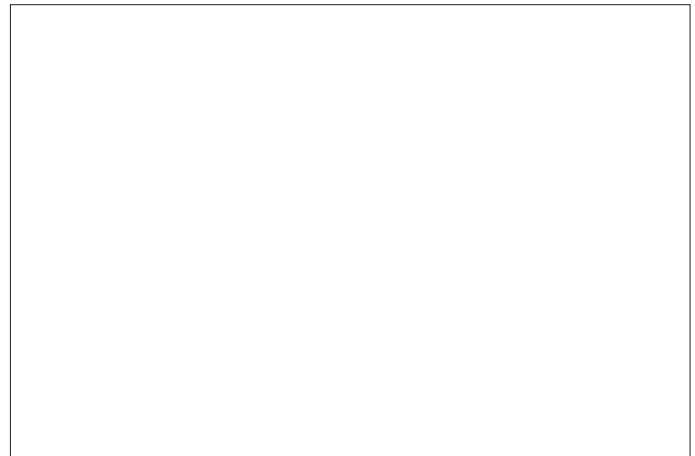
TOXICOLOGÍA DE ATRACTICIDAS

El efecto letal de un atracticida es proporcional al tiempo de exposición y a la concentración de insecticida en la fuente (De Souza et al. 1992). Algunos resultados de bioensayos en laboratorio (Fig. 3, Curkovic, 2004) muestran que la actividad insecticida de un atracticida decrece lentamente en el tiempo (Fig. 4; Curkovic y Brunner, 2005), pues la formulación protege al químico de la acción de los factores ambientales y prolonga su acción.

Además, estos insecticidas no deben repeler a los individuos que se aproximan y deben actuar rápidamente luego del contacto insecto-atracticida (De Souza et al. 1992; Downham et al. 1995). Los piretroides satisfacen estas condiciones y han sido usados en atracticidas contra varias plagas de Lepidópteros (cortadores, enrolladores) (De Souza et al. 1992; Curkovic, 2004).



■ FIGURA 2. MACHO DE *C. rosaceana* EXCITADO DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN A UNA FUENTE DE FEROMONA (FOTO IZQ.); MACHO EXCITADO APROXIMÁNDOSE A UNA HEMBRA RECEPTIVA (FOTO CENTRO); EL MACHO SE ACERCA A UNA GOTTA ATRACTIVADA (FOTO DER.) COMPORTÁNDOSE EN FORMA SIMILAR A COMO LO HACE FRENTE A UNA HEMBRA. ESTE COMPORTAMIENTO TAMBIÉN HA SIDO OBSERVADO EN OTRAS ESPECIES COMO *Cydia pomonella*.



■ FIGURA 3. MACHOS DEL ENROLLADOR, *C. rosaceana* (FOTO IZQUIERDA) PLAGA DE MANZANOS EN EE.UU Y SIMILAR A NUESTRAS "EULIAS", Y DE LA POLILLA DE LA MANZANA, *Cydia pomonella*, (FOTO DERECHA), AMBOS DURANTE LA EXPOSICIÓN A GOTAS DE DOS FORMULACIONES ATRACTIVADAS EN EL LABORATORIO. LOS INDIVIDUOS SE MANIPULARON POR SUCCIÓN CON UNA ASPIRADORA MANUAL LO QUE PERMITIÓ UN BREVE CONTACTO CON EL ATRACTIVADA.

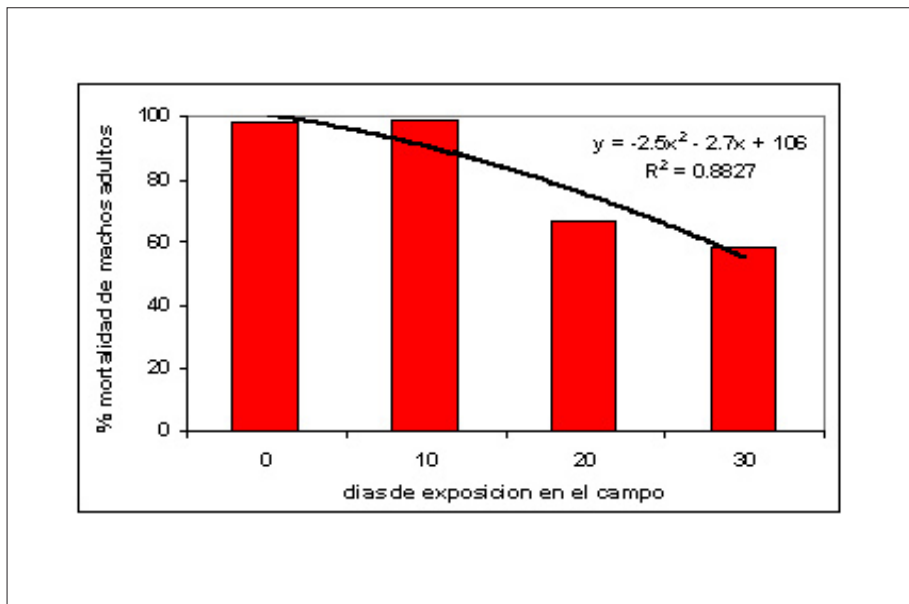
Los efectos sub-letales pueden ser igualmente importantes en el control si inhabilitan al individuo para encontrar a la hembra y copular (Haynes *et al.* 1986; De Souza *et al.* 1992; Curkovic y Brunner, 2005; ver Fig. 5).

ATRACTIVADAS Y ECOLOGÍA DE PLAGAS

Lingren *et al.* (1998) señalaron que los atractivadas pueden proteger los cultivos de plagas que provienen del entorno (e.g

moscas de la fruta), por lo cual se han propuesto para tratamientos de bordes de huertos de modo de interceptar a los individuos durante su desplazamiento hacia el cultivo. Esta situación deja de ser una posibilidad en plagas establecidas dentro del campo como la polilla de la manzana, en cuyo caso se deben hacer tratamientos al huerto completo. En cualquier caso los atractivadas deben aplicarse junto con el inicio de la inmigración al campo o de la emergencia de los adultos en el huerto.

■ FIGURA 4. MORTALIDAD DE MACHOS DE POLILLA DE LA MANZANA (*C. pomonella*, n = 149) EN LABORATORIO EXPUESTOS A UN ATRACTIVADA QUE CONTENÍA 6% DE PERMETRINA, EL CUAL FUE MANTENIDO POR DIFERENTES PLAZOS (DÍAS) EN CONDICIONES DE CAMPO.



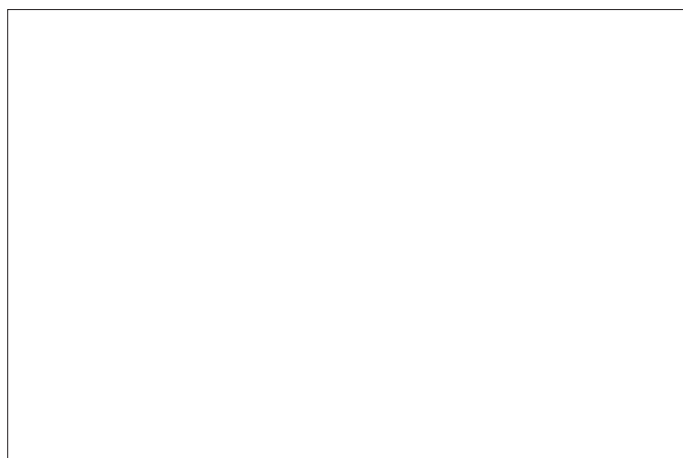
Ventajas y Desventajas

Los atractivadas representan una alternativa interesante a los plaguicidas convencionales debido a que reducen los riesgos a los trabajadores agrícolas, el medioambiente y los artrópodos benéficos (Curkovic y Brunner, 2003). En árboles frutales, los atractivadas son aplicados sobre la madera, sin contaminar los frutos, cubriendo una pequeñísima fracción de la superficie total, y empleando entre el 5-15% de las dosis recomendadas para los mismos plaguicidas en tratamientos convencionales al follaje (Curkovic, 2004).

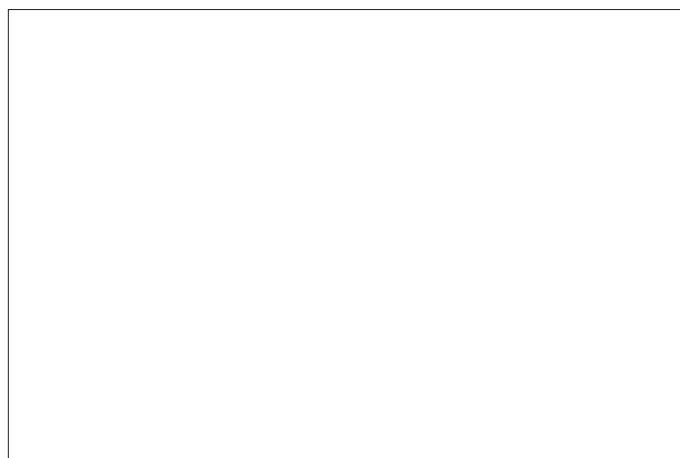
Entre sus principales desventajas están: a) la necesidad de precisar el inicio del vuelo de machos (o migración) con trampas de feromona sintética para definir la oportunidad de aplicación; b) sólo los machos son controlados y las hembras fertilizadas en el entorno pueden infestar el campo tratado; c) son específicos de modo que no controlan otras plagas que ocurren sincronizadamente en el cultivo, aunque una formulación podría incluir más de un atrayente para controlar dos o más especies a la vez (Brockhoff y Suckling, 1999; Curkovic, 2004).

Formulaciones atractivadas

Los atractivadas incorporan varios adyuvantes como bloqueadores solares o carbón activado para proteger a las feromonas de la luz UV. Los adyuvantes también aumentan la vida útil del insecticida susceptible a la fotodegradación. Otros coadyuvantes de estas formula-



■ FIGURA 5. AUTO-AMPUTACIÓN DE PATAS EN MACHOS ADULTOS DE ENROLLADOR (FOTO IZQ.) Y POLILLA DE LA MANZANA (FOTO DER.) MINUTOS DESPUÉS DE SER EXPUESTOS A ATRACTIVAS EN LABORATORIO. ESTOS INDIVIDUOS FUERON INCAPACES DE COPULAR CON HEMBRAS LUEGO DE LA INTOXICACIÓN.



■ FIGURA 6. BOTELLAS CONTENIENDO FORMULACIONES DE ATRACTIVAS. LASTCALL (FOTO IZQ.) PARA ENROLLADORES DE LA HOJA (E.G. *C. rosaceana*), *C. pomonella* Y OTRAS QUE AFECTAN MANZANOS EN EE.UU. APPEAL (FOTO DER.) PARA POLILLA DE LA MANZANA (TAMBIÉN EXISTE PARA POLILLA ORIENTAL, *Cydia molesta*). CADA VEZ QUE SE PRESIONA LA VÁLVULA REGULADORA SE APLICA UNA GOTAS DE UN VOLUMEN Y PESO M/M ESTÁNDAR, 50-100 MG DE ATRACTIVAS. SE APLICAN ENTRE 1.000 A 3.000 GOTAS/HA.

ciones son un agente de viscosidad que contribuye a la estabilidad de la gota en el campo, así como un adherente para facilitar la adhesión del plaguicida a las polillas. Las formulaciones de aspecto grasoso se envasan en botellas (e.g. 250 mL) especialmente diseñadas para aplicar una cantidad mas o menos constante cada vez (Figura 6).

Desarrollo de atractivas contra *Cydia pomonella*

En frutales se han evaluado diferentes formulaciones atractivas para el control de la polilla de la manzana en varios países (incluido Chile, Novartis 1999), algunas de las cuales se han comercializado en Europa y EE.UU. Los productos comerciales reciben nombres como Sirene CM, Appeal y Last Call (la "última llamada"), y han mostrado gran capacidad para atraer machos a la fuente atractiva, así como una reducción significativa de machos capturados en trampas (Curkovic y Brunner, 2003) y menores niveles de daño en frutos a cosecha en varios ensayos (Charmillot *et al.* 1996; Reding and Alston, 1999).

La Fig. 7 muestra las capturas de *C. pomonella* antes de aplicar cualquier tratamiento, las que fueron estadísticamente similares. Luego de la aplicación del atractiva o de la confusión de cópula (tratamiento estándar), las capturas de machos prácticamente cesaron en las respectivas trampas, y fueron significativamente menores respecto del testigo

sin tratar. Ello se atribuye a la eliminación y/o desorientación de los machos en estos tratamientos. Sin embargo, esta supresión de los machos no se reflejó en una reducción significativa en el daño en frutos. El Cuadro 1 muestra el daño acumulado en 600 frutos/tratamiento evaluados periódicamente a lo largo de la temporada. Los resultados indican que el daño se incrementó notablemente a partir del segundo tercio de la temporada, pero no hubo diferencias estadísticas en daño acumulado a cosecha entre los tratamientos (Curkovic y Brunner, 2003).

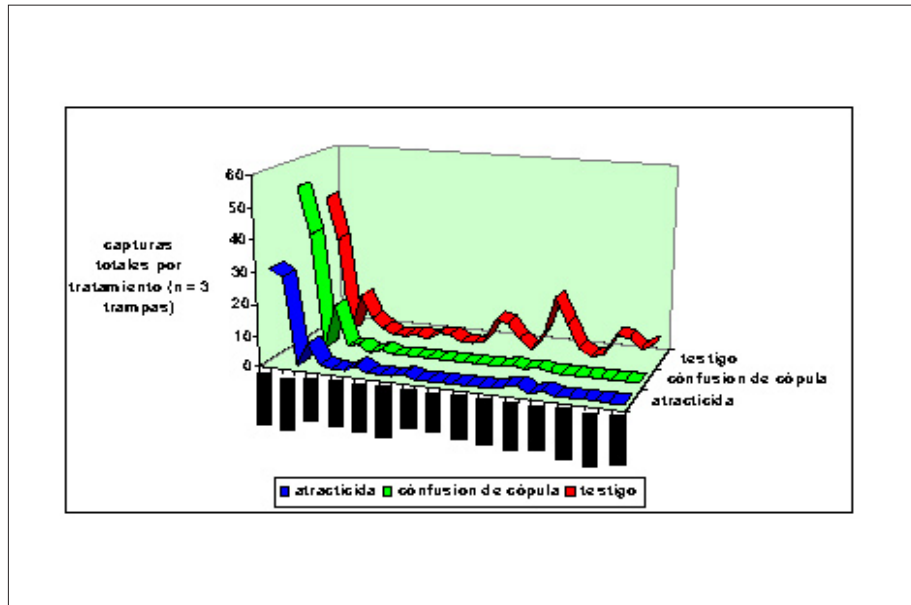
CONCLUSIONES

Los atractivas representan una nueva estrategia de control, con reducido impacto en el medio ambiente y bajo riesgo para los trabajadores agrícolas y los consumidores. En términos de costos, en EE.UU su uso es viable a pesar del alto valor que representa su aplicación manual.

El mecanismo de acción de los atractivas no ha sido definido en todos los casos, pero en algunos parece existir eliminación de machos mientras que en otros sólo hay desorientación, como el efecto causado con la técnica de confusión de cópula. Resultados de campo contra la polilla de la manzana en los EE.UU muestran una disminución en la población de machos, lo que no necesariamente se traduce en una reducción del daño en frutos debido posiblemente a la migración de hembras fertilizadas provenientes del entorno. La especificidad del método es una limitante para su uso, excepto cuando sea posible incluir atrayentes para más de una especie en la misma formulación atractiva. Recientes ensayos en EE.UU (Dr. Jay F. Brunner, Washington State University, comunicación personal, 2004) muestran una significativa reducción en poblaciones y en daño de enrolladores de la hoja en huertos de manzanos tratados con atractivas. Estos estudios sugieren que

CUADRO 1. DAÑO ACUMULADO (%) DE *C. pomonella* EN FRUTOS DE MANZANOS CV. RED DELICIOUS TRATADOS CON ATRACTIVAS O CONFUSIÓN DE CÓPULA VS. TESTIGO SIN TRATAR. WENATCHEE, WASHINGTON, 1998.

TRATAMIENTOS	26 JUNIO	9 JULIO	22 JULIO	6 AGOSTO	30 AGOSTO
ATRACTIVAS	0.67	1.00	3.17	18.50	28.50 A
CONFUSIÓN DE CÓPULA	3.00	4.00	6.17	24.00	34.83 A
TESTIGO	2.67	3.66	6.50	24.17	41.17 A



■ FIGURA 7. CAPTURAS DE MACHOS DE *C. POMONELLA* EN MANZANOS CV. RED DELICIOUS TRATADOS CON ATRACTICIDAS O CONFUSIÓN DE CÓPULA VS. TESTIGO SIN TRATAR, WENATCHEE, WASHINGTON, EE.UU., 1998.

es posible desarrollar esta estrategia para diferentes plagas, incluyendo nuestras "Eulias" nativas (*Proeulia* spp), pero ello requiere hacer los estudios básicos de comportamiento y química ecológica de estas especies.

BIBLIOGRAFÍA

Brockerhoff, E.G.; D.M. Suckling, 1999. Development of an attracticide against light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 92:853-9.

Charmillot, P.J.; D. Pasquier; A. Scalco; D. Hofer, 1996. Essais de lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. par un procédé attracticide. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 69:431-9.

Charmillot, P.J.; D. Hofer; D. Pasquier, 2000. Attract and kill: a new method for control of the codling moth *Cydia pomonella*. *Entomol. Exp. Appl.* 94:211-6.

Curkovic, T.; J.F. Brunner, 2003. Evaluación de una formulación attracticida para el control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en manzanos en el estado de Washington, EE.UU. *Agricultura Técnica (Chile)* 63(3):231-39.

Curkovic, T., 2004. Behavioral responses of *Choristoneura rosaceana* (Harris) and *Pandemis pyrusana* Kearfott males to attracticide sources. Ph.D thesis, Washington State University, WA, USA, 175p.

Curkovic, T.; J.F. Brunner, 2005. Residual and sublethal effects of an attracticide formulation on *Choristoneura rosaceana* (Harris), *Pandemis pyrusana* Kearfott, and *Cydia pomonella* (L.) males (Lepidoptera: Tortricidae). *Crop Protection Vol 24* (In press).

De Souza, K.R.; L.J. McVeigh; D.J. Wright, 1992. Selection of insecticides for lure and kill studies against *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 85:2100-6.

Downham, M.C.; L.J. McVeigh; G.M. Moawad, 1995. Field investigations of an attracticide control technique using the sex pheromone of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bull. Ent. Res.* 85:463-72.

Haynes, K.F.; W.G. Li; T.C. Baker, 1986. Control of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) with insecticides and pheromones (attracticide): Lethal and sublethal effects. *J. Econ. Entomol.* 79:1466-71.

Hofer, D.; M. Angst, 1995. Control of pink bollworm in cotton with Sirene, a novel sprayable attract & kill formulation, pp: 68-9. *In: Proceedings/1995 National Cotton American Council*, v.2.

Lingren, P.D.; J.R. Raulston; T. Shaver, 1998. Potential development of technology to control adult noctuid pests with plant attractants. *Southwest Entomol.* 21:1-7.

Novartis Chile S.A., 1999. Manejo integrado de plagas en manzanos: ensayos con attracticidas, análogos de la hormona juvenil y acaricidas biológicos. *Rev. Frutícola* 20(1):29-35.

Reding, M.E.; D.G. Alston, 1999. Efficacy of Sirene-CM against codling moth in Utah, pp:51-2. *In: 73rd Annual Western Orchard Pest & Disease Management Conference*. Portland, OR, January 6-8, 1999.

Suckling, D.M.; E.G. Brockerhoff, 1999. Control of light brown apple moth (Lepidoptera: Tortricidae) using an attracticide. *J. Econ. Entomol.* 92:367-72.