

Evaluación de la técnica de Confusión Sexual para el control de Lagartitas (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita

Valentina Martínez¹, Viviana Huguaburu², Alejandra Borges¹, Beatriz Scatoni¹ y

Andrés González³

¹Facultad de Agronomía, ²Centro Universitario Regional-Sede Paysandú, ³Facultad de Química - UDELAR.

Introducción

En Uruguay, los frutales de hoja caduca ocupan un área de 5411 hectáreas (datos 2015-2016), siendo el manzano quien ocupa la mayor superficie con 2.677 hectáreas en producción, lo que representa casi el 50% de la superficie total. La producción se concentra principalmente en la zona sur del país, en los Departamentos de Montevideo, Canelones, San José y Colonia (DIEA MGAP, 2018).

En 2012 se implementó el Programa de Manejo Regional de Plagas (PMRP), liderado por la Dirección General de la Granja (DIGEGR-MGAP), la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSSAA-MGAP), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Facultad de Agronomía (UdelaR), para el control de *Cydia pomonella* (Carpocapsa) y *Grapholita molesta* (Grafolita) en estos frutales, mediante la técnica de confusión sexual. En el mismo participan 430 productores, lo que representa aproximadamente el 90% del área comercial de frutales de hoja caduca de Uruguay (MGAP, 2018).

La técnica de confusión sexual consiste en saturar el ambiente con grandes cantidades de la feromona sexual sintética de una especie, de manera de alterar el comportamiento del macho, causando desorientación e interrupción de la comunicación entre los sexos, y por lo tanto retrasa, reduce o previene la fertilización de las hembras.

Debido a sus propiedades de atracción, las feromonas sexuales de lepidópteros pueden ser utilizadas para el monitoreo y control de especies que provocan daños en cultivos, siendo una estrategia de manejo alternativa al uso de insecticidas, permitiendo racionalizar su empleo y contrarrestar el avance de la contaminación ambiental. Su uso presenta numerosas ventajas con respecto al uso de insecticidas convencionales. Son volátiles e inocuas al no dejar residuos tóxicos en los alimentos y el ambiente, tienen alta especificidad afectando únicamente a la especie objetivo y se utilizan en pequeñas cantidades (Howse et al., 1998; Witzgall et al., 2010). Como consecuencia del control específico de Carpocapsa y Grafolita por el método de confusión sexual y en conjunto con la disminución del uso de insecticidas de amplio espectro, lepidópteros considerados hasta el momento como plagas secundarias se tornaron de gran impacto económico. (Bentancourt et al., 2006; Nuñez y Scatoni, 2013). Tal es el caso de *Argyrotaenia sphaleropa* y *Bonagota salubricola* (Lepidoptera: Tortricidae), comúnmente denominadas lagartitas de los frutales, actualmente importantes plagas de manzanos, perales y vid. Son especies nativas ambas reportadas en otros países de la región. Los daños son ocasionados por las larvas, las que se instalan en los brotes de manzano, no así en peral, y se alimentan de las hojas nuevas, las cuales enrollan con hilos de seda. El mayor perjuicio lo causan sobre los frutos donde realizan galerías superficiales, desmereciendo su calidad comercial. Las larvas no

penetran en el fruto y pueden llegar a alimentarse de todos los frutos de un racimo para completar su desarrollo.

A través del PMRP de frutales se ha logrado disminuir los daños provocados por lepidópteros y se han reducido considerablemente las aplicaciones de insecticidas (Zoppolo et al, 2016). Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones que aún se realizan van dirigidas al control de estos tortricidos nativos.

Por esta razón, es necesario desarrollar estrategias de control selectivas para estas especies nativas, con el fin de disminuir el uso de insecticidas. Debido a sus características biológicas y a su rango de hospederos, tanto *A. sphaleropa* como *B. salubricola*, son aptas para ser controladas por el método de confusión sexual (Bavaresco et al., 2005; Pastori et al. 2012; Legrand et al. 2004; Morandi Filho, et al., 2007).

Objetivo

El objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar una estrategia de control para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* como alternativa al control químico convencional en frutales de pepita. El objetivo específico fue evaluar la eficacia del uso de confusión sexual para ambas especies.

Materiales y métodos

Evaluación de la confusión sexual en condiciones de campo

Las feromonas sexuales de estas especies han sido identificadas (Nuñez et al. 2002, Eiras et al. 1999), y sintetizadas en el país en pequeña escala para utilizar en trampas de monitoreo (Gonzalez y Rossini 2000, Heguaburu en prensa), sin embargo, la síntesis a mayor escala para su uso en confusión sexual no ha podido ser alcanzada aún en Uruguay. En este sentido se ha logrado que la empresa Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. de Japón sintetice una partida experimental para ser evaluada en el marco de este trabajo.

La confusión sexual como técnica para el control de *A. sphaleropa* y *B. salubricola* en cultivos de manzano en la zona sur de Uruguay (Melilla), se evaluó entre los años 2016 y 2018.

Sitios de estudio

Se seleccionaron tres predios con montes comerciales de manzano con historial de daño de estas plagas, ubicados en la zona de Melilla, Departamento de Montevideo.

Se evaluaron dos tratamientos: confusión sexual y control químico convencional. Para ello, en cada predio se seleccionaron dos parcelas de 4 has que estuvieran separadas entre sí como mínimo 200 metros, a las cuales se le asignó uno de los dos tratamientos. Las parcelas con confusión sexual y control convencional debían compartir las mismas variedades o variedades de similar fecha de cosecha, para hacer posible la comparación de los resultados de ambos

tratamientos. Todos los tratamientos contaban además con feromona de confusión sexual para *Cydia pomonella* y *Grapholita molesta*.

La temporada 2016/17 se tomó como prueba piloto, en un solo predio, y en virtud de sus buenos resultados, en los siguientes dos años se amplió el área. En esta publicación solo se presentará la metodología aplicada y los resultados obtenidos para los años 2017/18 y 2018/19.

Aplicación de la confusión sexual

Los emisores de feromonas provistos por la empresa Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. para ambas especies, fueron los liberadores de alambre forrados en polietileno (rope dispensers), que se pueden moldear para asegurarlos en ramas u otras estructuras. Cada emisor contiene 100 miligramos de ingrediente activo cuya composición química, para ambas especies, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la feromona formulada para cada especie.

Especie	Componentes	Proporciones
<i>Argyrotaenia sphaleropa</i>	Z11,13-14Ald; Z11,13-14Ac; Z11-14Ald; Z11-14Ac	85.0; 5.0; 5.0; 5.0
<i>Bonagota salubricola</i>	E3Z5-12Ac; Z9-16Ac; E3Z5-14Ac; Z5-12Ac	47.6; 47.6; 2.4; 2.4

Los emisores de ambas especies fueron instalados manualmente a principios de noviembre en las parcelas destinadas al tratamiento de confusión sexual, colocando 500 unidades por hectárea, equivalente a una dosis de 50 gramos de feromona por hectárea. Fueron dispuestos en el tercio superior de las plantas, evitando la incidencia directa de los rayos solares para impedir una rápida descomposición de la feromona.

Manejo de plagas en el tratamiento con confusión sexual y control convencional

En la parcela con confusión sexual no se permitió la aplicación de insecticidas tales como organofosforados, piretroides, metoxifenocida, spinosad y spinetoram porque tienen control sobre *A. sphaleropa* y *B. salubricola*, enmascarando así el verdadero efecto del tratamiento. Solo se permitiría aplicar insecticidas dirigidos a lagartijas cuando los datos del muestreo semanal de frutos indicasen un porcentaje de daño mayor a 1%, considerado como el máximo daño aceptable.

Por su parte en el control, estaban permitidas las aplicaciones de insecticidas específicos para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* cuando se superase el umbral de capturas en trampas. Para el control de otras especies plagas del manzano el productor realizó el manejo habitual.

Evaluación de la eficacia de la confusión sexual

Monitoreo de adultos

Se instalaron 48 trampas delta (15 × 15 × 25 cm, PHEROCON® VI Trap, TRECE) repartidas en igual número entre tratamiento con confusión sexual y control convencional, en cada predio. 24 trampas fueron cebadas con la feromona de *A. sphaleropa* en septos de goma (Sigma-Aldrich,

blanco, 8 mm O.D.) impregnados con mezcla 9:4:4:1 (BHT: Z11, 13-14Ac: Z11, 13-14Ald: Z11-14Ald) de la feromona previamente sintetizada por el Laboratorio de Química del Litoral (CENUR). La otra mitad fueron cebadas con septos de feromona de *B. salubricola* (ISCA Technology) adquiridos en la Cooperativa JUMECAL.

Las trampas se instalaron a principios de octubre y retiraron en abril, colocándose en el tercio superior de las plantas. Se distribuyeron en el centro y borde de cada parcela, ubicándose 12 trampas de cada especie en el tratamiento con confusión sexual y otras 12 en el control convencional. Durante este período fueron inspeccionadas semanalmente con el fin de determinar la fluctuación poblacional de la plaga a través del registro de las capturas de machos adultos en el control.

Evaluación de daños

A partir del mes de diciembre, se evaluaron semanalmente 400 frutos/ha en cada tratamiento, seleccionándose al azar 20 árboles por hectárea y monitoreándose 20 frutos por árbol. Esto consistió en la observación visual de brotes y frutos para detectar presencia de larvas y/o el daño característico.

También se llevó a cabo un monitoreo exhaustivo de frutos, el cual se restringió a un área delimitada de 0.5 hectáreas (aproximadamente 15 filas) en las parcelas de ambos tratamientos de cada predio. En cada muestreo se seleccionó 1/3 de la totalidad de las filas, se escogieron 8 árboles al azar y se muestrearon 20 frutos, haciendo un total de 800 frutos monitoreados por mes. Se observó presencia de daño en frutos, registrándose las filas y árboles que fueron muestreados. Esto se realizó mensualmente, desde enero a marzo, seleccionándose filas diferentes en cada monitoreo, por lo tanto, al mes de marzo todas las filas habían sido inspeccionadas.

Apareamiento de adultos en jaulas

La efectividad de la técnica de confusión sexual fue evaluada en campo realizando ensayos de cópula para *A. sphaleropa* y *B. salubricola*. Fue necesario iniciar una cría para obtener adultos de ambas especies. Se recolectaron brotes de manzano con larvas que fueron criadas en dieta artificial (Shorey y Hale, 1965) con modificaciones, en el laboratorio de la Unidad de Entomología, a 25°C y 70% de HR.

El ensayo se llevó a cabo en uno de los predios y consistió en instalar cinco jaulas en el tratamiento con confusión sexual y otras cinco en el control convencional, colgadas en el tercio superior de las plantas. Las jaulas (0.61 x 0.36 x 0.36m) eran de malla plástica negra, lo que permitía el ingreso de luz y ventilación al interior de las mismas.

En cada jaula se colocó un macho y una hembra vírgenes de un día de edad que permanecieron en el campo durante 24hs. Transcurrido este tiempo, los adultos fueron retirados y las hembras colocadas individualmente en cajas de Petri plásticas forradas con papel manteca. Estas hembras se mantuvieron allí hasta su muerte, registrándose la existencia de puestas sobre el papel. Para los casos en que hubo oviposición, las puestas se mantuvieron en el laboratorio por varios días, a 25°C y 70% de HR, para verificar si efectivamente emergían larvas (huevos viables).

El ensayo se completó realizando 22 repeticiones en cada tratamiento, intentando que las mismas se sucedieran en un plazo no mayor a una semana, lográndose sólo para la especie *A.sphaleropa*, y no así para *B. salubricola* con la cual se alcanzó a realizar solo cinco repeticiones.

Evaluación de la difusión de la feromona en campo

Se realizaron análisis gravimétricos para registrar la pérdida de peso de los emisores, hecho que está relacionado directamente con la cantidad de feromona disponible en el emisor. Se realizó un seguimiento semanal e individual de la pérdida de peso de 12 emisores de cada especie, instalados en la Unidad de Entomología de la Facultad de Agronomía.

Este ensayo permitió determinar de forma aproximada la tasa de liberación de feromona de los emisores de ambas especies y si la duración de estos alcanza para cubrir la temporada productiva o es necesario su remplazo.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante regresión lineal, resultando significativo el modelo.

Resultados

En la parcela con confusión sexual, los septos de las trampas allí colocadas que simulan una hembra, al estar el ambiente saturado con feromona no registran capturas. La ausencia de capturas significa que la feromona está siendo efectiva en confundir a los machos (Figura 1).

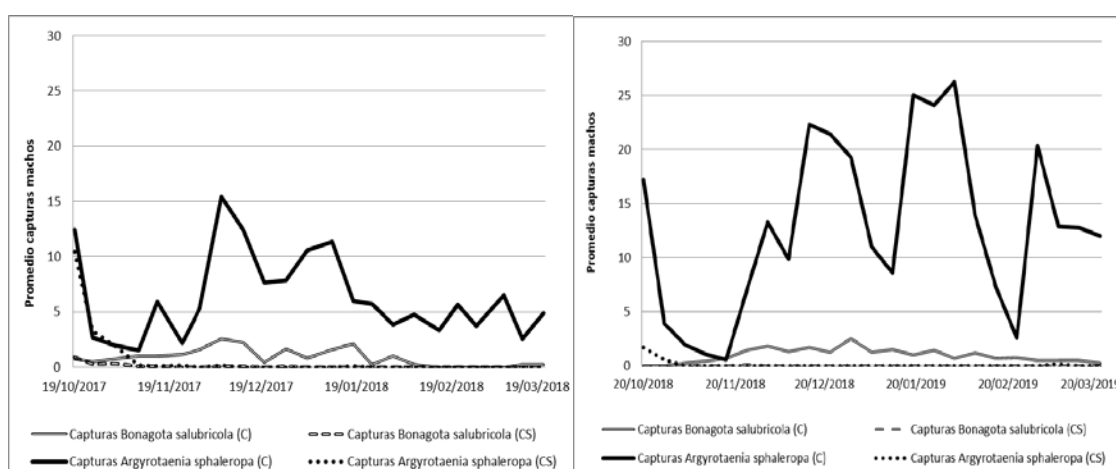


Figura 1. Capturas semanales promedio de machos de *Argyrotaenia sphaleropa* y *Bonagota salubricola* en trampas de feromonas en el tratamiento con Confusión Sexual (CS) y Control (C) de uno de los predios para los dos años evaluados.

Los datos de capturas acumuladas promedio por predio fueron comparados entre años y entre tratamientos mediante modelos lineales generalizados mixtos. El modelo ajustado resultó significativo para ambas especies, encontrándose diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 2. Medias de los tratamientos para los datos de capturas acumuladas de *A. sphaleropa* y *B. salubricola*.

Año	Tratamiento	Media (<i>A. sphaleropa</i>)	Media (<i>B. salubricola</i>)
2018	Control convencional	2588,74 a	1023,04 a
2017	Control convencional	1031,39 b	339,68 b
2018	Confusión sexual	13,04 c	3,06 c
2017	Confusión sexual	10,76 c	12,70 c

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El tratamiento de control convencional presentó en ambos casos una media mayor que el de confusión sexual, diferenciándose entre años, registrándose más capturas en la temporada 2018/19 que en la 2017/18. Esto demuestra que las poblaciones de ambas especies fueron mayores en el último año.

Los resultados del monitoreo exhaustivo de frutos mostraron que los daños por lagartitas en los tratamientos con confusión sexual, fueron semejantes a los obtenidos en el control convencional. Sin embargo, se dieron casos en que los daños en confusión sexual superaron al control y de igual forma hubo casos en que se comportó mejor que el control. (Figura 2).

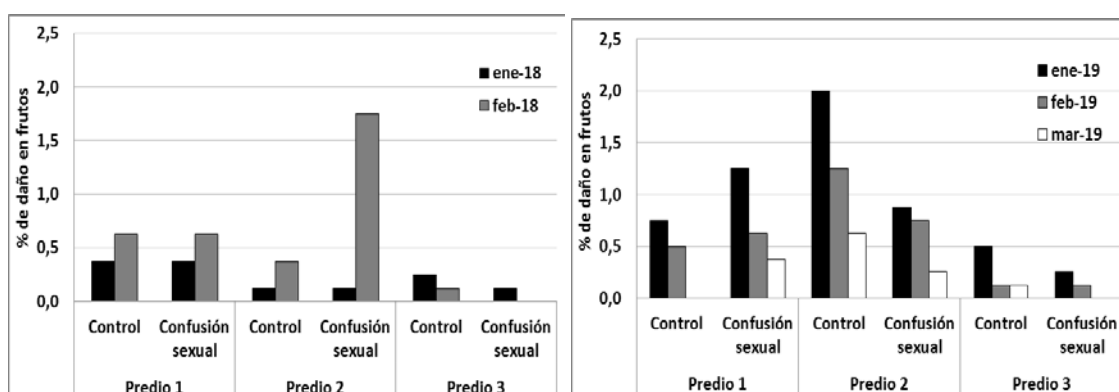


Figura 2. Porcentaje mensual de daño en frutos en parcelas con confusión sexual y control convencional para los tres predios y en las dos temporadas evaluadas.

En las parcelas con control convencional se realizaron aplicaciones para lagartitas según el manejo habitual del productor. Para los dos años evaluados, el predio 1 realizó en total seis aplicaciones de insecticidas (Metoxifenocida y Deltametrina), el predio 2 efectuó 2 aplicaciones (Metoxifenocida y Matrine) y en el predio 3 fueron 8 aplicaciones (Metoxifenocida).

Es importante destacar que en las parcelas con confusión sexual no se realizaron aplicaciones de insecticidas dirigidas a lagartitas, excepto en el predio 2 que se hizo una aplicación de Metoxifenocida a mitad de zafra del año 2018. Esto demuestra que la confusión sexual, además de ser eficaz en reducir los daños, disminuye el número de aplicaciones de insecticidas con el consecuente beneficio que esto proporciona al trabajador rural y al ambiente.

Los ensayos de apareamiento en jaulas permitieron evaluar de forma práctica si la feromona instalada para *A. sphaleropa* y *B. salubricola* estaba siendo eficiente en la disrupción del

apareamiento en el campo en el mes de febrero, comparando la puesta de huevos viables entre el tratamiento con confusión sexual y el control.

Los datos fueron analizados como inferencias basadas en dos muestras por el método Wilcoxon (Mann – Whitney U) de comparación de medianas. La mediana del tratamiento de confusión sexual fue 0 y del control convencional fue 1,0. En términos de proporción en confusión sexual ocurrió un 32% de apareamientos y en el control convencional 91%, lo que indica que la feromona tuvo efecto en la reducción de la cópula. Debido a no alcanzar el número de réplicas necesarias con *B. salubricola* los resultados no se pudieron someter a análisis estadístico, pero los datos obtenidos indicaron que en el control convencional ocurrió la cópula en el 80% de los casos y en confusión sexual solo en el 40%. Estos resultados muestran que luego de aproximadamente cuatro meses de instalados, los dispensadores de feromona, al menos para *A. sphaleropa*, liberan una tasa adecuada de feromona en condiciones de campo, incluso para prevenir el apareamiento cuando macho y hembra están en estrecha proximidad. En términos prácticos, esto implicaría la no necesidad de reponer dispensadores durante la temporada.

En línea con lo anterior, del análisis gravimétrico surge que los emisores de ambas especies tienen una duración de aproximadamente 120 días, lo que permitiría cubrir toda la temporada productiva (Figura 3).

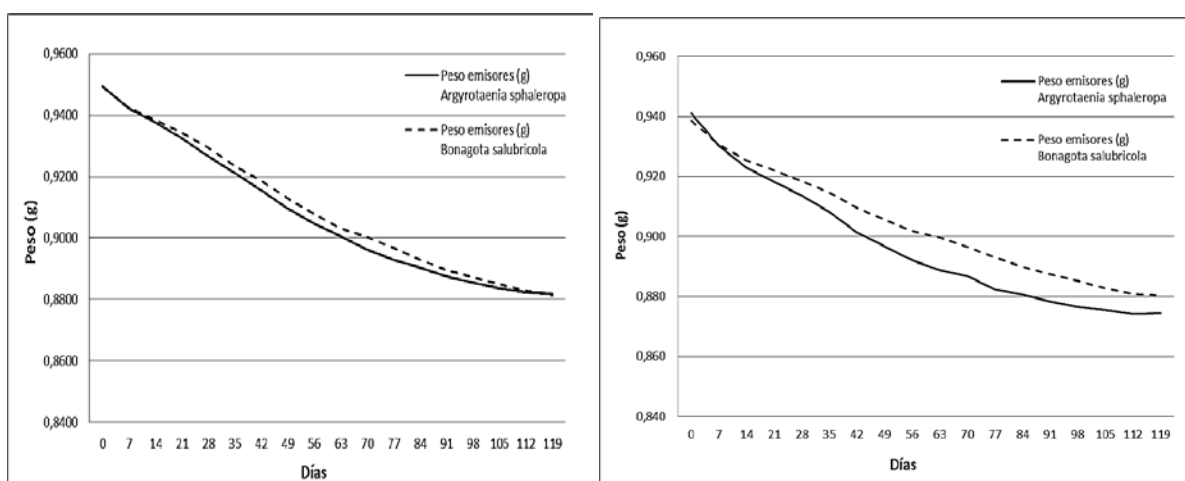


Figura 3. Evolución de la pérdida de peso promedio de 12 emisores de *A. sphaleropa* y de *B. salubricola*. Temporadas 2017/18 (izquierda) y 2018/19 (derecha).

Conclusiones

Mediante el registro de capturas, la evaluación de daño, el apareamiento en jaulas, y el análisis gravimétrico de dispensadores, fue posible evaluar en las condiciones de campo de Uruguay, la eficacia de la técnica de confusión sexual y el desempeño de dispensadores experimentales para las lagartitas *A. sphaleropa* y *B. salubricola*. La evaluación en simultáneo para ambas especies permite evaluar el potencial real de la confusión sexual para el manejo de lagartitas, ya que no es posible discernir los daños de ambas especies a nivel de observaciones de campo. Estos resultados se evalúan como muy prometedores para considerar la confusión sexual de lagartitas nativas como una herramienta viable a incorporar dentro del PMRP.

Agradecimientos: al FPTA-INIA, a JUMECAL, a DIGEGRA, a ANII, a los fruticultores Martín Birriel, Alejandro Calcetto y Adriana Zumarán, a sus asesores técnicos, y a todos los colaboradores que participaron en la instalación de los emisores de Confusión Sexual.

Bibliografía

Bavaresco, A.; Nuñez, S.; García, M.; Botton, M.; Sant'Ana, J. 2005 Atração de machos da lagarta-das-fruteiras *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) aos componentes do feromônio sexual sintético na cultura do caquiizeiro. Neotropical Entomology, 34: 619-625.

Bentancourt, C. M.; Scatoni, I. 2006. Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2da.ed. Hemisferio Sur- Facultad de Agronomía: Montevideo.

Eiras, A. E.; Kovalski, A.; Vilele, E. F.; Chambon, J. P.; Unelius, C. R.; Borg-Karlson, A. K.; Liblikas, I.; Mozuraitis, R.; Bengtsson, M.; Witzgall, P. 1999. Sex pheromone of the Brazilian apple leafroller, *Bonagota cranaodes* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae). Zeitschrift fur Naturforschung C- A Journal of Biosciences. 54: 595-601.

González, A.; Rossini, C. 2000. Síntesis de feromonas de plagas frutales y tomate de incidencia económica en el sector hortícola frutícola (*Argyrotaenia sphaleropa*, *Bonagota cranodes* y *Scrobipalpuloides absoluta*). Proyecto INIA-LIA-004.

Howse, P.; Stevens, I.; Jones, O. 1998. Insect Pheromones and their Use in Pest Management. Chapman and Hall, London.

Legrand, S.; Botton, M.; Coracini, M.; Witzgall, P.; Unelius, C. R. 2004. Zeitschrift fur Naturforschung C- A Journal of Biosciences 59: 708-712.

MGAP. DIEA. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY. 2018. Anuario estadístico agropecuario; zafra 2015-2016. (en línea). Montevideo. 214 p.

Morandi Filho, W. J.; Botton, M.; Grützmacher, A. D.; Nuñez, S. 2007. Flutuação populacional de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lep: Tortricidae) com emprego de feromônio sexual sintético na cultura da videira. Rev. Bras. Frutic. 29: 213-216.

Nuñez, S.; Vlieger, J. J. De; Rodriguez, J. J.; Persoons, C. J.; Scatoni, I. 2002 Sex pheromone of the South American tortricid moth: *Argyrotaenia sphaleropa* (Tortricidae). Journal of Chemical Ecology 28: 425-432.

Nuñez, S.; Scatoni, I. 2013. Tecnología disponible para el manejo de plagas en frutales de hoja caduca. INIA, Montevideo. 150p.

Pastori, P. L.; Arioli, C. J.; Botton, M.; Bittencourt Monteiro, L.; Stoltman, L.; Mafra-Neto, L. 2012. Integrated control of two tortricid (Lepidoptera) pests in apple orchards with sex pheromones and insecticides. Revista Colombiana de Entomología 38 (2): 224-230.

Serie INIA-FPTA “Producción y evaluación de feromonas sexuales para el control de tortricidos nativos (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita. Huguaburu, V., Rasquin, K., Martínez, V. González, A., Scatoni, I. B., Serie INIA, 2019, pp42, en prensa.

Shorey, H.; Hale, R.L. 1965. Mass-rearing of the Larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. J. Econ. Entomol 58: 522–524.

Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A. 2010. Sex pheromone and their impact on pest management. J. Chem. Ecol. 36: 80-100.

Zoppolo, R., Scatoni, I. , Duarte, F. , Mujica, M. V. , Gabard, Z. 2016 Area-wide pest management in deciduous fruits of southern Uruguay Acta Horticulturae 1137: 153-160.