

NUTRICIÓN Y SANIDAD VEGETAL

CONTROL INTEGRADO

Aplicación de la técnica de confusión sexual al control del Piojo Rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskell

Vicente Navarro Llopis

Sandra Vacas

Cristina Alfaro

Jaime Primo

CEQA-IAM. Universidad Politécnica de Valencia

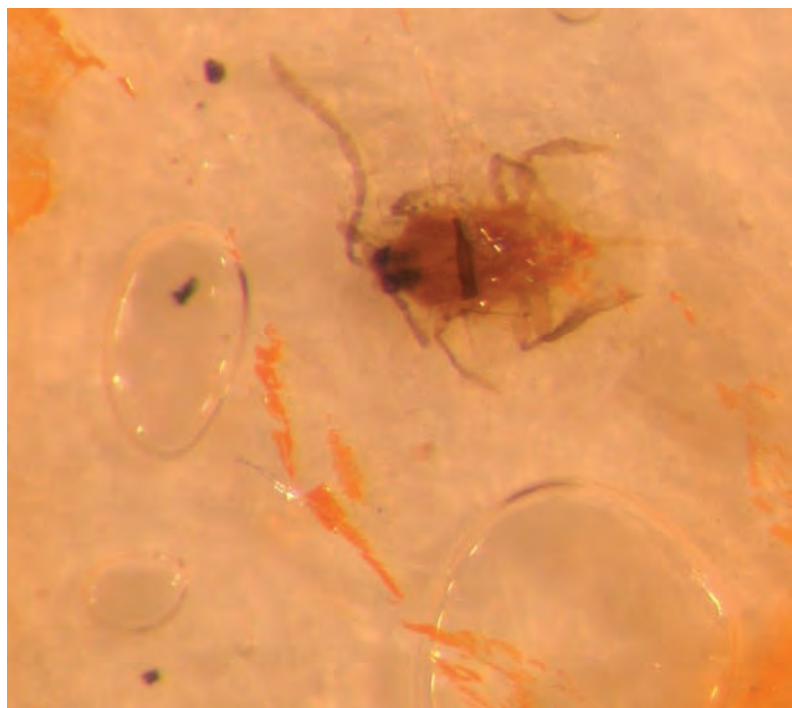
vinallo@ceqa.upv.es

El objetivo de los autores del artículo es demostrar la eficacia de la confusión sexual en el control del piojo rojo de California y el desarrollo de emisores biodegradables capaces de conseguir una emisión adecuada. En este sentido, se han realizado varios ensayos de eficacia del tratamiento con distintas dosis en distintas variedades de naranja y mandarina. Este trabajo ha permitido obtener un emisor capaz de hacer viable la técnica de confusión sexual para el control de este diaspino. Esta técnica presenta unas ventajas importantes en la agricultura actual ya que es totalmente respetuosa con el medio ambiente, no deja ningún tipo de residuo en la fruta y su manejo no supone peligro alguno para el aplicador.

A*onidiella aurantii* Maskell es una de las plagas más importantes en la citricultura mundial y, particularmente en España, está considerada como una plaga de importancia económica. Tradicionalmente, el control de esta plaga se ha basado en el uso de insecticidas organofosforados y carbamatos (Grafton-Cardwell and Vehrs, 1995), aunque en los últimos años ya se han descrito importantes resistencias (Grafton *et al.*, 2004). Es por esta razón y por la concienciación en una agricultura más sostenible que el uso de aceites se ha extendido a pesar de su posible fitotoxicidad y su difícil manejo (Grout and Richards, 1991, Grafton-Cardwell and Reagan, 1995, Tan *et al.*, 2005). En los últimos años, el control

químico ha evolucionado hacia el uso de insecticidas reguladores del crecimiento (IGR). Algunos de ellos son efectivos contra piojo rojo, como Buprofezin (Grout and Richards, 1991, Ishaya *et al.*, 1992) y Pyriproxyfen (Alfaro *et al.*, 1999, Grafton-Cardwell *et al.*, 2006, Eliahu *et al.*, 2007). Sin embargo se debe tener en cuenta el efecto adverso que tienen los IGR sobre los enemigos naturales, especialmente coccinélidos.

Por otra parte, en la actualidad, la lucha química convencional se enfrenta a estrictas restricciones en la autorización de materias activas para su uso como productos fitosanitarios por parte de la Unión Europea. En el caso concreto de esta plaga, en la Decisión 2008/771/CEE, un IGR efectivo



Macho de *Aonidiella aurantii*

como es el Buprofezin ha quedado excluido del Anejo I de la directiva 91/414/CEE, por lo que su fecha límite de utilización fue el 30 de septiembre de 2009. Por tanto, los únicos tratamientos permitidos en la actualidad para el manejo de esta plaga son los tratamientos de aceite, clorpirifos y pyriproxifen.

También debemos tener en cuenta que en la mayoría de normativas de agricultura integrada, el tratamiento con pyriproxifen solo está permitido en primera generación para evitar los efectos, ya comentados, sobre fauna útil y que el tratamiento en segunda o tercera generación con clorpirifos, en los cítricos de maduración temprana, es inviable por los residuos que provoca.

CONTROL INTEGRADO

Los métodos de control de plagas basados en semioquímicos están siendo cada vez más utilizados en programas de control integrado de plagas. Esto es debido, principalmente, a la eficacia conseguida y a que son métodos respetuosos con el medio ambiente. Desde



Trampa de seguimiento de población cebada con emisor de feromona

la identificación de la feromona sexual del piojo rojo de California en 1977 por Roelofs (Roelofs *et al.*, 1977), el seguimiento de población, utilizando la feromona como atrayente, ha sido muy empleado para conocer los momentos idóneos de aplicación de los tratamientos insecticidas. A pesar de que se conoce la feromona sexual de esta especie, el uso de la misma para el control por confusión sexual no ha sido demostrado. Solo encontramos un trabajo experimental con emisores del tipo rubber, pero sin datos concluyentes (Barzakay *et al.*, 1986, Hefetz *et al.*, 1988).

EMISORES DE FEROMONA

Se han desarrollado y evaluado varios tipos de emisores, ambos sobre una matriz mesoporosa. Se presentan en forma de comprimidos de entre 9 y 15 mm de diámetro. La formulación contiene la mezcla diastereomérica (3S,6R y 3S, 6S) del 3-methyl 6-isopropenyl-9-decen-1-yl acetate, componente de la feromona sexual de *A. aurantii*, proporcionado por Ecología y Protección Agrícola (Valencia, España). Los emisores se

// EN LA ACTUALIDAD EL CONTROL DE AONIDIELLA AURANTII SE REALIZA PRINCIPALMENTE MEDIANTE ACEITES, CLORPIRIFOS Y PYRIPROXIFEN //

colocaron en un soporte tipo malla para colgarlos en los árboles.

METODOLOGÍA A SEGUIR EN LOS ENSAYOS DE DOSIS Y DENSIDAD

Durante dos años se han realizado varios ensayos para optimizar la dosis de emisión de feromona que consiga una eficacia deseable. Los ensayos se han realizado sobre parcelas de 0,5 a 1 ha de extensión. Durante el primer año se ensayaron dos densidades de difusores (1 y 2 difusores de feromona por árbol) y dos cargas de emisión (8 y 20 mg por emisor). Durante el segundo año se ensayaron dos cargas de emisión superiores (50 y 100 mg por emisor).

La eficacia del tratamiento se evaluó tanto por captura de machos con trampas de feromona como por prospección de daño en fruto.

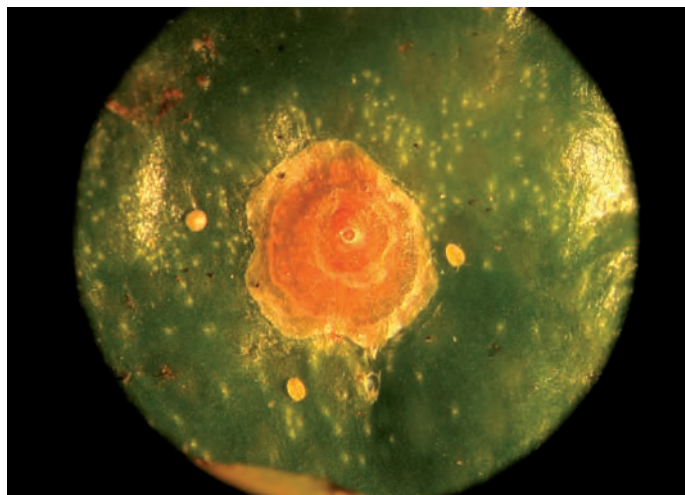
► Captura en trampas

Se colocaron tres trampas pegajosas de feromona sintética PHEROCON® V Trap, proporcionadas por Kenogard (Barcelona, España) en cada parcela, tanto en las tratadas como en el control. Semanalmente, se realizaba el conteo y reposición de todas las placas pegajosas, mientras que la reposición del atrayente de la trampa, cargados con 250 µg de feromona, se reemplazaron cada 42 días.

► Prospección de daño

La prospección de daño se realizó a final de campaña, días antes de la recolección, en la parcela control y en la zona interior y exterior de cada una de las parcelas tratadas. Se considera zona exterior una franja de 15 m desde el borde de la parcela. En cada zona se seleccionaron al azar diez árboles por parcela y 40 frutos por árbol,





Hembra grávida con larvas móviles

diez en cada orientación, registrando el nivel de infestación de acuerdo con la escala 0, 1-3 y más de tres escudos por fruto. Los resultados de la eficacia de los tratamientos se dan como porcentaje medio de frutos dañados, considerando fruto dañado aquel que presentaba más de tres escudos en su superficie.

ENSAJOS DE EFICACIA

Una vez determinadas la dosis y densidad de difusores a utilizar, se realizaron cuatro ensayos de campo en Denia (Alicante), Picassent (Valencia) y Nerva (Huelva). En estos ensayos se pretende verificar la eficacia de este sistema ensayando además otras variables como son la fecha de colocación de los emisores. En estos casos, la eficacia del tratamiento mediante confusión sexual se comparó al de tratamientos con aceite y, en los casos en los que se pudo, a parcelas testigo sin tratamiento.

El tratamiento con aceite se realizó coincidiendo con en el máximo de formas sensibles según muestreo, en todos los casos. El tratamiento se realizó mediante tuboatomizador con aceite al 2% y un gasto de caldo entre 3000y 3500 litros/ha. Las fechas de colocación de los emisores de feromonas fueron: Picassent 21 de febrero,

Denia 22 de febrero y Nerva 5 de Marzo.

Tal como se realizó en los ensayos de años anteriores la eficacia de los tratamientos se midió por medio de la inhibición de capturas en trampas pegajosas y mediante prospección en fruta a final de campaña.

RESULTADOS DE LOS ENSAJOS DE DOSIS Y DENSIDAD

Los resultados de ensayar emisores de 8 y 20 mg/emisor se proporcionan en los Gráficos 1 y 2. En el Gráfico 1 se puede observar que si bien los emisores cargados con 20 mg reducían las capturas en trampas en segunda generación, esa reducción era mucho menor en la tercera generación de piojo. La carga de 8 mg mostraba una reducción de capturas muy leve en segunda generación y no mostraba reducción de capturas en tercera generación.

El Gráfico 2 muestra el nivel de daño que se obtuvo en cosecha en la zona interior del tratamiento y en las zonas limítrofes. Como se puede observar en el Gráfico 2 la reducción de daño fue nula con las dos dosis empleadas de 8 y 20 mg, aunque los resultados son significativamente mejores en la zona interior con la dosis de 20 mg por emisor que en la zona exterior del ensayo (zona buffer).

GRÁFICO 1 / Capturas de machos de piojo en función de la dosis de feromona empleada para la confusión sexual

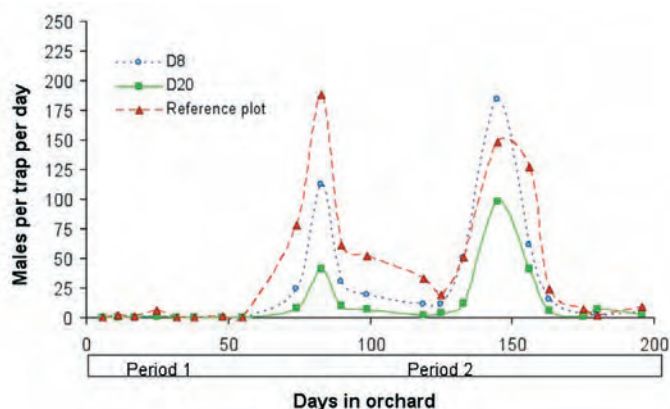


GRÁFICO 2 / Nivel de daño en zonas interiores y limítrofes en función de la carga de feromona del difusor.

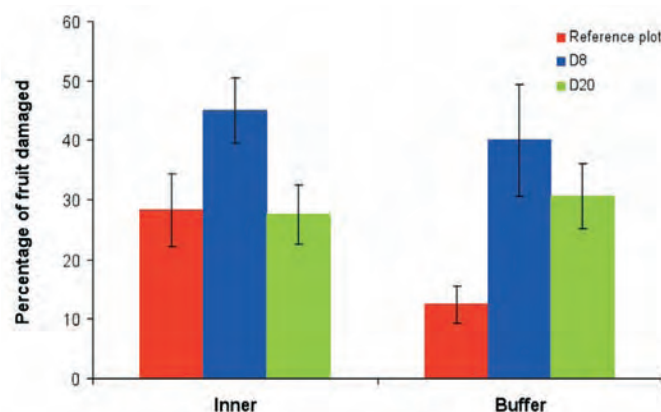
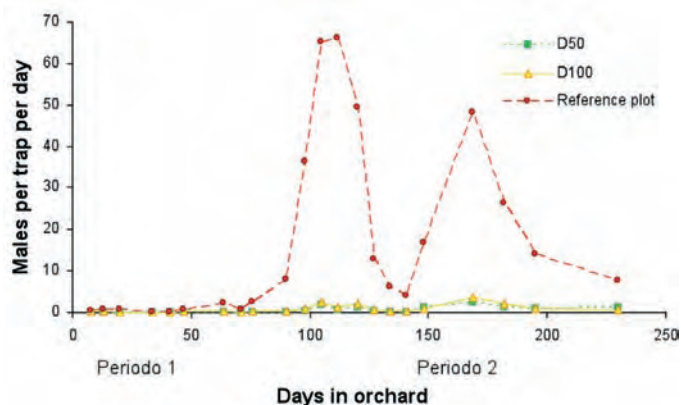


GRÁFICO 3 / Capturas de machos de piojo en función de la dosis de feromona empleada para la confusión sexual



Los resultados de los ensayos de emisores con 50 y 100 mg de feromona durante el segundo año se muestran en los Gráficos 3 y 4. En el Gráfico 3 se puede

observar que tanto las cargas de emisión de 50 mg como las de 100 mg conseguían anular las capturas en las trampas cebadas con feromona, lo que

confirma que con ambas cargas se conseguía alcanzar la confusión sexual. En el **Gráfico 4** se puede observar que las dos cargas de feromonas son capaces de reducir el daño en fruto de manera significativa en un 70% tanto en la zona perimetral del ensayo (zona buffer $F=11.28$, $g.l.=14$, $P=0.002$) como

en el interior de las parcelas ($F=24.69$, $g.l.=17$, $P=0.000$). En la **Tabla 1** se pueden observar las medias de capturas para cada uno de los períodos ensayados. Estos resultados muestran que la media de capturas de machos a lo largo del ensayo pasó de 174.85 en el control a 7.52 y 10.11 en las parcelas

tratadas con los emisores de feromona de 50 mg y 100 mg respectivamente.

Lo mismo ocurre si analizamos las capturas en cada vuelo, las obtenidas en las parcelas tratadas con confusión sexual son significativamente menores que las capturas obtenidas en el control, además se observa, que excepto en el segundo vuelo, el tratamiento con los dos tipos de emisores no presenta diferencias significativas en el número de individuos capturados. Esto nos indica que se produce una inhibición de capturas de machos en trampas de feromona en aquellas parcelas tratadas tanto con el emisor de 50 mg como con el emisor de 100 mg, lo cual es un buen indicador de que se está produciendo un efecto de confusión en los machos de *A. aurantii*.

Finalmente, los resultados mostraron que no existieron diferencias de eficacia entre tratamiento de confusión sexual colocando 400 emisores por

hectárea con una carga de 50 mg de feromona por difusor y tratamientos de 800 emisores por hectárea con una carga de 25 mg por difusor, lo que nos indica que más de un emisor por árbol no mejora la eficacia del tratamiento.

DATOS DE LOS ENSAYOS DE EFICACIA

En el **Gráfico 5** se muestran los resultados de la evolución de capturas dependiendo del tipo de tratamiento en las parcelas de Picassent. En el **Gráfico 5** se puede observar que tanto en el ensayo sobre variedades tempranas (Early) como en las variedades tardías (Late) se produce una ausencia de capturas en los campos tratados con confusión sexual.

Respecto al nivel de daño en campo, los resultados de las prospecciones se muestran en el **Gráfico 6**. En el mismo se puede observar que los tratamientos con aceite y el tratamiento mediante confusión sexual redu-

GRÁFICO 4 / Nivel de daño en zonas interiores y limítrofes en función de la carga de feromona del difusor

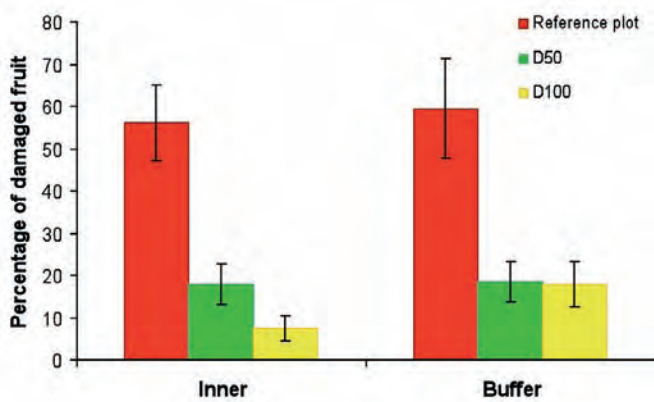


GRÁFICO 5 / Evolución de las capturas de machos en función del tratamiento en parcelas de clementina temprana (Early) y en parcelas de naranja tardía (Late)

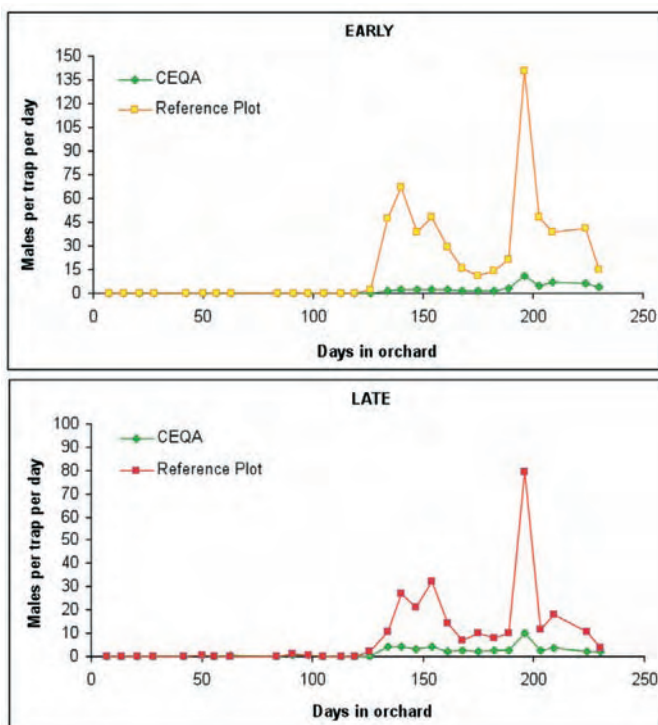
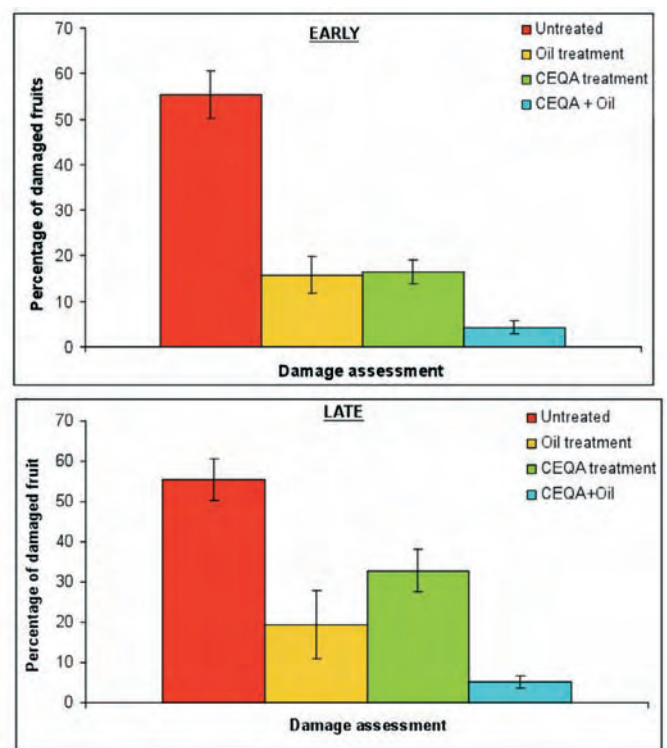


GRÁFICO 6 / Resultados de daño en fruto en función del tratamiento en parcelas de clementina temprana (Early) y en parcelas de naranja tardía (Late).



cen significativamente el nivel de daño tanto en variedades tempranas como en variedades tardías. La reducción alcanza el 70% en variedades tempranas y se sitúa entre un 40 y un 65% en variedades tardías. La combinación del tratamiento de aceite en primera generación con la colocación de confusión sexual resulta significativamente más eficaz que cualquiera de los dos tratamientos por separado, consiguiendo eficacias superiores al 90%.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, F., M. Esquivá, and F. Cuenca. ,1999. Estudio del comportamiento de dos reguladores de crecimiento contra piojo rojo de california, *Aonidiella aurantii* Maskell. 1ª parte. *Levante Agrícola* 3,406-411.

Barzakay, I., A. Hefetz, M. Sternlicht, B. A. Peleg, M. Gokkes, G. Singer, D. Geffen, and S. Kronenberg. ,1986. Further Field Trials on Management of the California Red Scale, *Aonidiella-Aurantii*, by Mating Disruption with Its Sex-Pheromone. *Phytoparasitica* 14,160-161.

Eliahu, M., D. Blumberg, A. R. Horowitz, and I. Ishaaya. ,2007. Effect of pyriproxyfen on deve-

// EL TRATAMIENTO DE CONFUSIÓN SEXUAL SE PUEDE COMBINAR CON EL TRATAMIENTO CON ACEITE, DE MODO QUE SE REDUZCA EL EFECTO DE OTRAS COCHINILLAS Y SE REDUZCA LAS POBLACIONES INICIALES DE PIOJO. EL EFECTO COMBINADO DE AMBAS TÉCNICAS PROPORCIONA RESULTADOS ÓPTIMOS //

loping stages and embryogenesis of California red scale (CRS), *Aonidiella aurantii*. *Pest Manag. Sci.* 63,743-746.

Grafton-Cardwell, E. E., J. E. Lee, J. R. Stewart, and K. D. Olsen. ,2006. Role of two insect growth regulators in integrated pest management of citrus scales. *J. Econ. Entomol.* 99,733-744.

Grafton-Cardwell, E. E., and C. A. Reagan. ,1995. Selective Use of Insecticides for Control of Armored Scale (Homoptera, Diaspididae) in San-Joaquin Valley California Citrus. *J. Econ. Entomol.* 88,1717-1725.

Grafton-Cardwell, E. E., and S. L. C. Vehrs. ,1995. Monitoring for Organophosphate-Resistant and Carbamate-Resistant Armored Scale (Homoptera, Dias-

pididae) in San-Joaquin Valley Citrus. *J. Econ. Entomol.* 88,495-504.

Grafton-Cardwell, EE; Ouyang, Y; Striggow, RA, Christiansen JA, Black CS. Role of esterase enzymes in monitoring for resistance of California red scale (Homoptera : Diaspididae), to organophosphate and carbamate insecticides. *J. Econ. Entomol.* 97,606-613

Grout, T. G., and G. I. Richards. ,1991. Effect of Buprofezin Applications at Different Phenological Times on California Red Scale (Homoptera, Diaspididae). *J. Econ. Entomol.* 84,1802-1805.

Hefetz, A., S. Kronenberg, B. A. Peleg, and I. Bar-zakay. ,1988. Mating Disruption of the California Red Scale *Aonidiella au-*

rantii (Homoptera: Diaspididae). *Proceedings of the Sixth International Citrus Congress* 3,1121-1127.

Ishaaya, I., Z. Mendel, and D. Blumberg. ,1992. Effect of Buprofezin on California Red Scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), in a citrus orchard. *Isr. J. Entomol.* 25,67-71.

Munoz Pallares, J., A. Corma, J. Primo, and E. Primo-Yufera. ,2001. Zeolites as pheromone dispensers. *J. Agric. Food Chem.* 49,4801-4807.

Roelofs, W. L., M. J. Gieselmann, A. M. Carde, H. Tashiro, D. S. Moreno, C. A. Henrick, and R. J. Anderson. ,1977. Sex-Pheromone of California Red Scale, *Aonidiella-Aurantii*. *Nature* 267,698-699.

Stelinski, L. L., L. J. Gut, and J. R. Miller. ,2003. Concentration of air-borne pheromone required for long-lasting peripheral adaptation in the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. *Physiol. Entomol.* 28,97-107.

Tan, B. L., V. Sarafis, G. A. C. Beattie, R. White, E. M. Darley, and R. Spooner-Hart. ,2005. Localization and movement of mineral oil in plants by fluorescence and confocal microscopy. *J. Exp. Bot.* 56,2755-2763.

¡Visítanos en Facebook!

Ya puedes unirte a nuestro grupo de amigos en Facebook, en la que podrás mantenerte informado de las últimas noticias del sector y enterarte de nuestras promociones

facebook



editorial agrícola