

Patricia Chueca¹ ● Cruz Garcerá¹ ● Enrique Moltó¹ ● Josep A. Jacas^{2a}
Alberto Urbaneja^{2b} ● Tatiana Pina^{2a}

LOS ACEITES MINERALES PUEDEN SER UNA ALTERNATIVA AL USO DE ACARICIDAS PARA EL CONTROL DE ARAÑA ROJA.

¹ Centro de Agroingeniería, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA); Moncada, Valencia (España).
² Unidad Asociada de Entomología UJI-IVIA
^{2a} Universitat Jaume I (UJI); Departament de Ciències Agràries i del Medi Natural. Castelló de la Plana (España)
^{2b} Centro de Protección Vegetal y Biotecnología. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA); Moncada, Valencia (España)

INTRODUCCIÓN

La araña roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) es una plaga importante de cítricos que afecta sobre todo a limón (*Citrus limon* (L.) Burm f.) y clementina (*Citrus reticulata* Blanco) (Geraniales: Rutaceae) (Ansaloni *et al.* 2008, Aucejo *et al.* 2003, Martínez-Ferrer *et al.* 2006), siendo ésta la variedad de mandarinas más cultivada en España y siendo nuestro país el de mayor producción mundial para el mercado en fresco.

Este ácaro produce telas y densas colonias en el envés de las hojas de clementino. Además, succiona el contenido celular de las hojas causando manchas cloróticas en el haz de las mismas (Figura 1). Al final del verano ataca

RESUMEN

Los aceites minerales pueden ser una alternativa muy interesante a los acaricidas para el control de la araña roja, *Tetranychus urticae* Koch, una plaga que actualmente está produciendo importantes daños en el cultivo de clementinas. Sin embargo, la información sobre la dosificación de estos productos y su eficacia sobre este fitófago es prácticamente inexistente. En este trabajo se evalúa en laboratorio la eficacia de cuatro productos comerciales, a cinco concentraciones diferentes, sobre huevos, protoninfas y adultos de *T. urticae*. Así mismo, se estudia cómo se depositan estos productos, con el fin de determinar una posible relación entre los parámetros que describen la deposición (recubrimiento, tamaño y densidad de los impactos) y la eficacia acaricida.

El producto que produjo mayor área media de las deposiciones fue también el más eficaz para controlar a la araña roja en todos los estadios y con una menor concentración de producto comercial, alcanzando niveles de eficacia de 90-100 %. Los demás aceites consiguieron eficacias elevadas a partir de concentraciones al 1,5 -2,0 %. También se observó que al aumentar la concentración de producto comercial en el caldo, se incrementó el recubrimiento y el área media de los impactos.

Los aceites minerales han mostrado un gran potencial para controlar la araña roja en condiciones de laboratorio. El siguiente paso será determinar su eficacia en condiciones de campo.

a los frutos, produciéndoles unas manchas características (Figura 2), que reducen su valor comercial (Aucejo-Romero *et al.* 2004, Jeppson *et al.* 1975, Martínez-Ferrer *et al.* 2006, Smith-Meyer 1981).

El método de control más extendido en España para evitar los daños que produce esta plaga consiste en la aplicación de tratamientos fitosanitarios con acaricidas de síntesis. No obstante, el

uso continuado de estos productos en el campo puede causar varios problemas. Por un lado, los enemigos naturales de la araña roja y de otros fitófagos pueden verse afectados. Por otro, también pueden aparecer fenómenos de resistencia a los acaricidas. Además, el nivel de residuos de éstos en los frutos puede ser elevado si no se toman las medidas adecuadas (Martínez-Ferrer *et al.* 2006). También se debe tener en cuenta que muchos productos fitosanitarios están sien-



Figura 1. Manchas en las hojas de clementinos producidas por la araña roja.

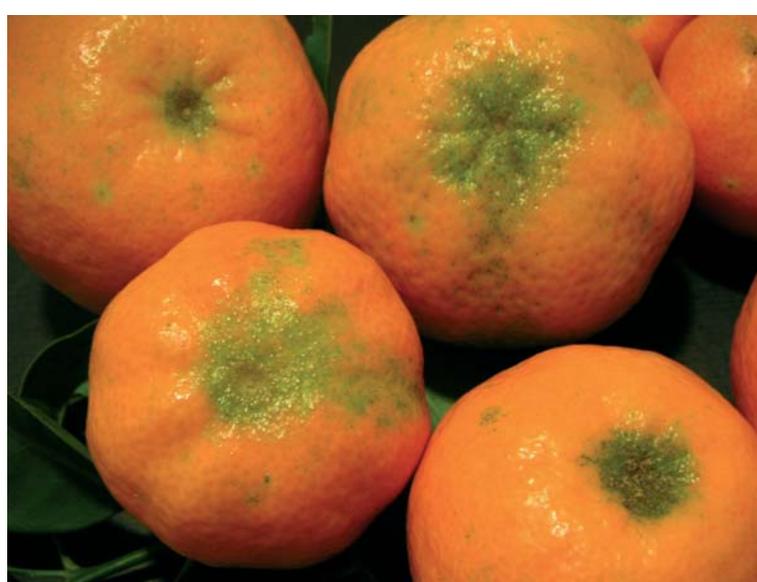


Figura 2. Manchas en los frutos de clementinos producidas por la araña roja.

do excluidos del Anexo 1 de la Directiva 91/414 CEE, que contiene la lista de las sustancias activas permitidas para el control de plagas en la Unión Europea.

Los productos fitosanitarios basados en aceites minerales tienen un buen perfil ecotoxicológico y serían una interesante alternativa a los acaricidas en los programas de manejo integrado de plagas. Actualmente, en el mercado podemos encontrar aceites con altos niveles de residuo insulfonado, lo que reduce el riesgo de fitotoxicidad tras su aplicación. También es importante resaltar que no se ha descrito la aparición de ninguna resistencia de artrópodos a los aceites minerales, y que se considera que su impacto sobre la salud y el medio ambiente es bajo (Liu y Beattie 2002). Por otra parte, su corto periodo de actividad residual no afecta gravemente a las poblaciones de los enemigos naturales, a pesar de que los depredadores y parasitoides que entren en contacto con las gotas de aceite puedan verse afectados (Davidson 1991, Davidson *et al.* 1991, Riehl 1981, Urbaneja *et al.* 2008).

La principal causa de mortalidad en artrópodos producida por los aceites minerales es la anoxia: los aceites bloquean los espiráculos de los insectos o los estigmas de los ácaros, produciendo la asfixia

(Kallianpur *et al.* 2002, Taverner 2002).

Los aceites minerales se caracterizan por su viscosidad, residuo insulfonable, temperatura de destilación y número de carbonos parafínicos (*nC*) (Agnello 2002). Su calidad y su eficacia para el control de plagas dependen de los valores de estos parámetros.

Generalmente, dentro de un cierto rango, a mayor temperatura de destilación del petróleo, lo que equivale a mayor *nC*, producen más mortalidad en los artrópodos, pero también se aumenta el riesgo de fitotoxicidad (Riehl 1988). Por otra parte, también dentro de un cierto intervalo, los aceites minerales con mayor grado de viscosidad parecen tener una mayor eficacia en el control de plagas (Pearce *et al.* 1942). Junto al aceite, en los formulados comerciales se añaden agentes emulsionantes y coadyuvantes. Aunque estos componentes probablemente no son tóxicos para las plagas, actúan en gran medida sobre las propiedades fisicoquímicas del caldo y, en consecuencia, influyen enormemente sobre la interacción entre la planta y la plaga y, por ende, en la eficacia del tratamiento (Agnello 2002, Zabkiewicz 2002). La influencia de estos agentes en las propiedades fisicoquímicas de las formulaciones se puede observar fácilmente analizando la distribución del tama-

ño de las gotas que salen de las boquillas o el de los impactos que se producen sobre la superficie de un colector natural o artificial. Asimismo, los parámetros que describen la deposición, como el recubrimiento, tamaño medio de los impactos o el número de impactos por unidad de superficie influyen sobre la capacidad biocida del formulado, ya que, como hemos dicho anteriormente, el producto ejerce una acción física de asfixia sobre los artrópodos.

La eficacia de los productos fitosanitarios a base de aceites ha sido ampliamente estudiada en las principales plagas de los cítricos (Chueca *et al.* 2009, Davidson 1991, Davidson *et al.* 1991, Herron *et al.* 1995, Urbaneja *et al.* 2008). En el caso de los ácaros, la mayoría de los estudios se centran en el ácaro rojo *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) (Cen *et al.* 2002, Herron *et al.* 1998, Trammel 1965). Sin embargo, hay muy poca información sobre la eficacia sobre *T. urticae* en los cultivos de cítricos. Por ello, los objetivos de este trabajo fueron estimar la eficacia de distintos formulados comerciales sobre tres estadios de la araña roja (huevos, protoninfas y adultos) y, al mismo tiempo, analizar la deposición de estos productos, con el fin de intentar encontrar una relación entre ésta y la eficacia.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizaron cuatro aceites comerciales (Tabla 1), a 5 concentraciones (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0 % v/v). Se realizaron dos experimentos: uno para caracterizar la deposición de la pulverización sobre un colector estándar y otro para estimar la eficacia de los productos y las concentraciones sobre los diferentes estados de la araña roja.

La pulverización de la correspondiente solución de producto se realizó con una Torre de Potter (Burkard Scientific Ltd®, Uxbridge, UK) a una presión de 1,5 bar, produciendo un depósito de caldo de aproximadamente 1,5 mg/cm². Esto equivale a decir que a las concentraciones de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 3,0 % se produjo una deposición de materia activa de 7,5, 15,0, 22,5, 30,0 y 45,0 µg/cm² respectivamente.

En las experiencias para estudiar la deposición de la pulverización, a la solución (agua + producto) se le añadió un 1 % w/w de quelato de hierro (Fe Sequestrene 138 G-100, Syngenta) como agente colorante rojo, para generar un alto contraste entre los impactos y el fondo, necesario para el posterior análisis de imagen. El caldo resultante se pulverizó sobre colectores de PVC blancos (4x4 cm). Se realizaron cinco repeticiones para cada combinación de concentración y formulado.

Una vez realizado el tratamiento, los colectores se fotografiaron. Las imágenes se analizaron con un programa a partir del cual se obtuvieron los siguientes parámetros de deposición: recubrimiento (porcentaje del área total que fue cubierta por la pulverización), área media de los impactos producidos

Tabla 1. Productos ensayados

Productos	Ingrediente activo ⁽¹⁾	Características del producto ⁽²⁾
Aceite comercial 1	Aceite mineral (83 % EC)	nC20-nC21 RI ⁽³⁾ : 93,4 % Viscosidad a 40 °C: 8,5-11,5cSt
Aceite comercial 2	Aceite mineral (85 % EC)	nC21 RI: 92 % Viscosidad a 40 °C: 11,84cSt
Aceite comercial 3	Aceite mineral (83 % EC)	nC22-nC25 RI: 96 % Viscosidad a 40 °C: 8-10cSt
Aceite comercial 4 ⁽⁴⁾	Aceite mineral (81,49 % EC)	nC24 RI: 98 % Viscosidad a 40 °C: 13cSt
Acaricida comercial	Tebufenpirad (200 g L ⁻¹ EC)	

(1) Riqueza expresada como porcentaje peso/volumen.

(2) Fuente: Fabricante.

(3) UR: Residuo insulfonable.

(4) Aceite comercial retirado recientemente del mercado por razones comerciales

y número de impactos por centímetro cuadrado.

Paralelamente, se hicieron los experimentos para medir la eficacia de los productos. Se realizaron sobre adultos, protoninfas y huevos de araña roja situados sobre un disco de hoja de judía de aproximadamente 4 cm de diámetro. Para mantener la turgencia de las hojas, éstas se colocaron sobre una esponja húmeda, cubierta por un pañuelo de papel empapado en agua, sobre una placa Petri. Los bordes del disco de la hoja se cubrieron igualmente con tiras de papel que estaban en contacto con el agua.

Cada disco era infestado con doce adultos de menos de 48 h de edad o doce protoninfas de menos de 24 h de edad. En el caso de los huevos, alrededor de 20 hembras maduras se transfirieron a cada disco 24 horas antes del comienzo de la prueba. Posteriormente se retiraron los adultos y los huevos

se controlaron para asegurarse de que al menos habían 30 huevos de menos de 24 horas de edad.

Tras la pulverización, los discos se mantuvieron dentro de una cámara climática a 25 ± 3 °C, 60-80 % HR y 16:8 h (L:O) de fotoperiodo hasta el final del ensayo. La mortalidad de protoninfas y adultos se evaluó a diario y la eficacia se calculó 7 días después de la pulverización. Se consideraron como ácaros muertos aquellos que no movían sus patas cuando se les tocaba suavemente con un pincel. La eclosión de los huevos se evaluó 7 días después de la pulverización.

Como control negativo se usó el acaricida tebunfenpirad al 0.035 % y como control positivo se realizó un tratamiento de agua que se utilizó para calcular la eficacia de los otros tratamientos. Las eficacias sobre protoninfas y adultos se calcularon usando la fórmula de Schneider-Orelli (Bakr 2007):

$$\text{Eficacia corregida (\%)} = \frac{\% \text{ Mortalidad en el tratamiento} - \% \text{ Mortalidad en el control}}{100 - \% \text{ Mortalidad en el control}} \times 100$$

Sobre huevos se empleó la fórmula de Abbott (Abbott 1925):

$$\text{Eficacia corregida (\%)} = 100 \times \left(1 - \frac{N^\circ \text{ insectos vivos en el tratamiento después de pulverizar}}{N^\circ \text{ insectos vivos en el control después de pulverizar}} \right)$$

3 RESULTADOS

3.1 Influencia del formulado sobre la deposición

Todos los productos a base de aceites minerales que se ensayaron dieron lugar a valores de recubrimiento similares. Sin embargo, el aceite comercial 4 produjo impactos más grandes y menor número de impactos por centímetro cuadrado que el resto (Tabla 2).

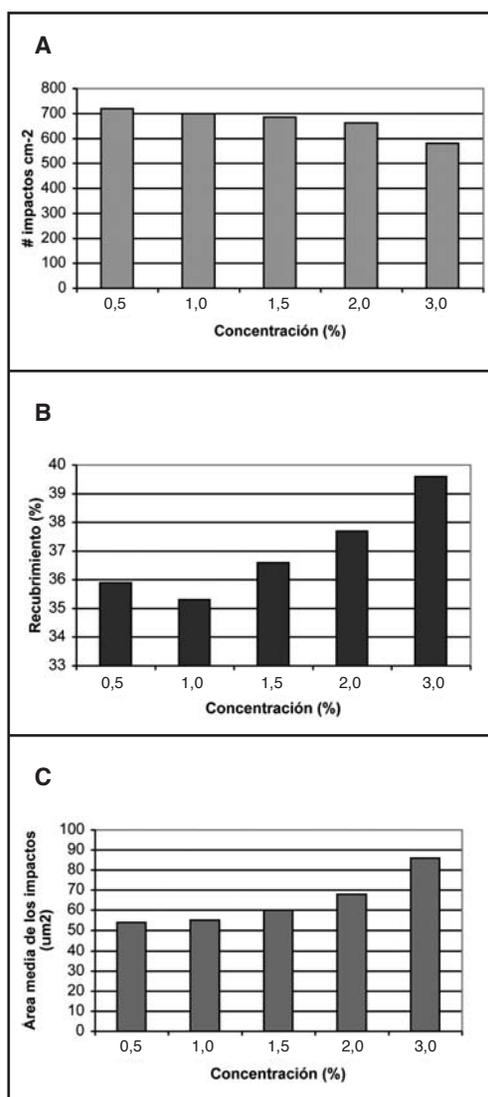
Respecto al efecto de la concentración sobre la deposición, en general se observó que conforme aumentó la concentración, el número de impactos por centímetro cuadrado disminuyó (Figura 3A) mientras que el recubrimiento y el área media de los impactos aumentó (Figura 3B y 3C, respectivamente). Es decir, se producen menos impactos pero más grandes, debido a que las gotas que se producen sobre el colector se ensanchan y se unen a las adyacentes. Esto puede ser debido al efecto de los agentes coadyuvantes que se han incluido en cada producto: a mayor concentración de producto, mayor cantidad de coadyuvantes en el caldo y la acción de estos es grande aunque estén en muy poca proporción en el caldo.

Tabla 2. Número de impactos por centímetro cuadrado, recubrimiento y área media de los impactos (media ± ES) producido por cada formulado ensayado.

Producto	Recubrimiento (%)	Densidad (impactos cm ⁻²)	Tamaño medio (μm ²)
Aceite comercial 1	35,09±4,34 a	740,18±30,70 a	51.226,4±3.763,01 b
Aceite comercial 2	37,02±1,33 a	682±28,41 ab	56.056,7±3.792,21 b
Aceite comercial 3	38,75±1,25 a	644,45±30,51 ab	64.801,2±4.538,66 b
Aceite comercial 4	38,43±0,98 a	607,62±48,16 b	85.846,5±13.253,20 a

En cada columna, los datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P < 0,05, test LSD)

Figura 3. Número de impactos por centímetro cuadrado (A), recubrimiento (B) y área media de los impactos (C) en función de la concentración.



3.2 Eficacia de los productos sobre los distintos estadios de la araña roja

Todos los tratamientos realizados tuvieron un efecto de control sobre los tres estados del ácaro, ya que en comparación al tratamiento con agua produjeron una menor eclosión de huevos y una mayor mortalidad de protoninfas y adultos.

Además, los cuatro productos alcanzaron niveles de control similares a los del control negativo a partir de concentraciones de 1,0 %, con la excepción del aceite comercial 2, que redujo de manera comparable la eclosión de huevos únicamente a la concentración del 3,0 %, y el aceite comercial 1 con el que se obtuvo similar mortalidad de adultos solamente a partir de concentraciones al 1,5 %.

La eficacia de todos los productos respecto al control de huevos aumentó con la concentración en todos los casos. En general, se comportaron de manera similar a partir de 1,0 % de concentración, consiguiendo eficacias superiores al 90 %, excepto el aceite comercial 2, que requirió una concentración mayor (1,5 %) para alcanzar esta eficacia (Figura 4A).

Con el aceite comercial 4 se consiguieron eficacias de alrededor del 100 % sobre protoninfas, independientemente de la concentración. Los aceites comerciales 2 y 3 se comportaron de manera similar al anterior a partir de la concentración al 1,0 %. Con el aceite comercial 1, las eficacias aumentaron con el aumento de la concentración hasta el 1,5 % (eficacia del 80 % a 0,5 % y del 90 % a 1,0 %) y, a partir de ahí, los valores fueron similares a los demás productos (Figura 4B).

Las eficacias de los productos sobre adultos aumentaron con la concentración. Sin embargo, con el aceite comercial 4 se alcanzaron eficacias superiores al 90 % a partir del 1,0 % de concentración, mientras que con el aceite comercial 2 y 3 se necesitaron concentraciones más altas para llegar a niveles similares y aún mayores con el aceite comercial 1.

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De este estudio se desprende el alto potencial de los productos basados en aceites minerales para controlar los diversos estadios de *T. urticae*. En condiciones de laboratorio, se demuestra que todos los formulados ensayados afectaron a todas las fases de desarrollo de este ácaro. De hecho, se produjeron mortalidades similares a las del

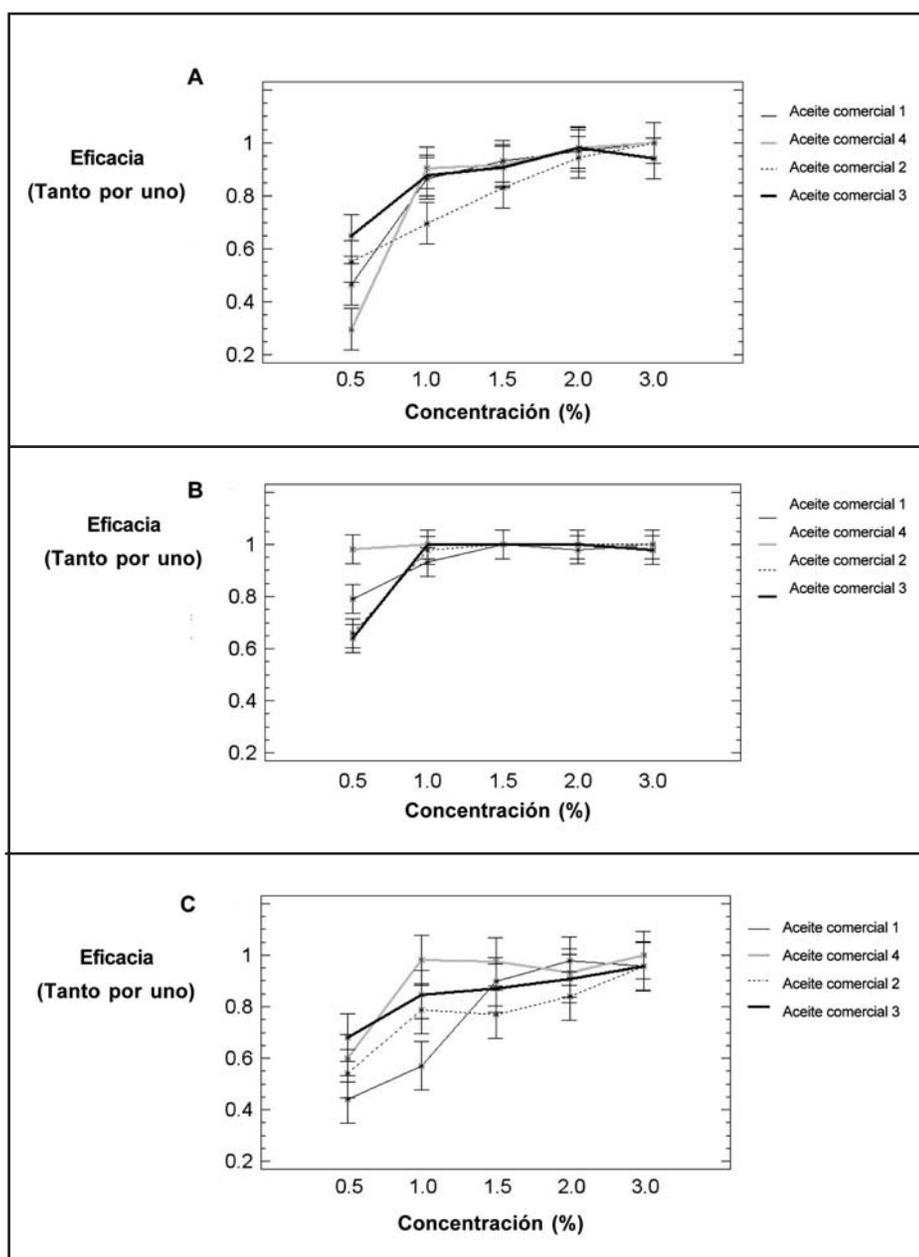
acaricida, con la ventaja de que se pueden utilizar en repetidas ocasiones, sin generar resistencia en la plaga y sin acumular residuos químicos indeseables.

Actualmente, en la citricultura española, los productos derivados de los aceites minerales están autorizados únicamente contra las cochinillas, en concentraciones que van desde 1,0 a 1,5 % (MARM [Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino] 2009). Sin embargo, en otros países, estos productos se recomiendan también para los ácaros, como *Panonychus citri* y *Aceria sheldoni* (Ewing) (Acari: Eriophyidae), en concentraciones que oscilan entre 0,5 y 1,4 % (Benfatto *et al.* 2002, Huang *et al.* 2002, University of California 2006). Basándose en los resultados de este trabajo, las concentraciones recomendables para un control adecuado de los tres estados de *T. urticae* deberían oscilar entre 1,0 y 2,0 %.

En nuestro trabajo, todos los productos consiguieron las mayores eficacias sobre las protoninfas, seguidas por las eficacias sobre huevos. Las eficacias sobre el estado adulto fueron más bajas.

En nuestros experimentos, el aceite mineral 4, que es el formulado a base de aceites con mayor número medio de carbonos parafínicos (nC_{24}), fue más eficaz que los otros. Otros autores (Agnello 2002, Pearce *et al.* 1942, Riehl 1988) han obtenido resultados similares, en el sentido de que, en general, se consiguen mayores eficacias cuando el producto está hecho a base de aceites con mayor nC . Sin embargo, hemos observado diferencias en la eficacia que pueden estar relacionadas con la distribución de los depósitos o con la cantidad de aceite depositado.

Figura 4. Eficacia en la eclosión de huevos (A) y en la mortalidad de protoninfas (B) y adultos (C) de *T. urticae* en función del aceite comercial y de la concentración.



A medida que aumenta la concentración del formulado, se observa que aumenta el área media de los impactos y disminuye el número de los mismos, así como aumenta la eficacia del tratamiento. En este sentido, el trabajo también señala que tal vez, la razón del aumento de la eficacia de este producto sea que produce impactos de mayor tamaño (área media), y este efecto estaría más relacionado con los coadyuvantes que contiene el formulado que con el tipo de aceite mineral que incorpora.

Si los ensayos de campo, previstos para la próxima campaña, así lo confirmaran, se podría pensar en recomendar el uso de formulados a base de aceites minerales para el control de *T. urticae* en la citricultura española, sobre todo teniendo en cuenta que la lista de sustancias activas autorizadas se está reduciendo de manera considerable en el Anexo 1 de la Directiva 91/414 CEE. Además, el uso potencial de estos productos es aún mayor si tenemos en cuenta los efectos indirectos de los depósitos de aceite sobre el comportamiento de alimentación y de puesta de una amplia gama de plagas (Agnello 2002, Beattie *et al.* 2002, Cen *et al.* 2002, Liu *et al.* 2002). No obstante, antes de generar un conjunto de recomendaciones prácticas sobre el uso de estos productos, es imprescindible analizar los resultados de los experimentos de campo, puesto que en estas condiciones las eficacias pueden reducirse debido a que la araña roja se encuentra normalmente en el envés de las hojas y protegida por las telas de araña que ella misma produce.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la labor de Oscar Dembilio e Iván Carrillo

en el desarrollo del experimento. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el MEC a través de los proyectos AGL2005-07155-C03-02/AGR, AGL2008-05287-C04/AGR y AGL2007-66093-C04-03/AGR. Cruz Garcerá disfruta de una beca financiada por el IVIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology*. 18:265-267.

Agnello, A. 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining, and formulation., pp. 2-18 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management*. University of Western Sydney.

Ansaloni, T., S. Pascual-Ruiz, M. A. Hurtado, and J. A. Jacas. 2008. Can summer and fall vegetative growth regulate the incidence of *Tetranychus urticae* Koch on clementine fruit? *Crop Protection* 27:459-464.

Aucejo, S., M. Foo, E. Gimeno, A. Gómez-Cadenas, R. Monfort, F. Obiol, E. Prades, M. Ramis, J. L. Ripollés, V. Tirado, L. Zaragoza, J. A. Jacas, and M. T. Martínez-Ferrer. 2003. Management of *Tetranychus urticae* in citrus in Spain: acarofauna associated to weeds. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops*. OILB/SROP Bull. 26:213-220.

Aucejo-Romero, S., A. Gómez-Cadenas, and Jacas-Miret. 2004. Effects of NaCl-stressed citrus plants on life-history parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 33:55-68.

Bakr, E. 2007. LdP Line <http://embakr.tripod.com/ldpline/index.htm> (in press).

Beattie, G. A. C., D. J. Rae, D. M. Watson, Z. M. Liu, L. Jiang, N. Ahmad, and P. Manadarakas. 2002. Comparison of fish emulsion, fish oil and a horticultural mineral oil for control of citrus leafminer, pp. 162-166 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Benfatto, D., V. Lo Giudice, F. Conti, and R. Tumminelli. 2002. Spray oil evolution in Italian citrus groves, pp. 419-426 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Cen, Y. J., M. Y. Tian, X. F. Pang, and D. J. Rae. 2002. Repellency, antifeeding effect and toxicity of a horticultural mineral oil against citrus red mite, pp. 134-141 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Chueca, P., E. E. Grafton-Cardwell, and E. Moltó. 2009. Influence of spray equipment and water volume on coverage of citrus and control of Citricola scale, *Coccus pseudomagnoliarum* (Hemiptera: Coccidae) with mineral oil. *Journal of Economic Entomology* 102:296-303.

Davidson, N. 1991. The role of spray oils in alternative agriculture. *Components Newsletter* 2:1-7.

Davidson, N. A., J. E. Dibble, M. L. Flint, P. J. Marer, and A. Guye. 1991. Managing Insects and Mites with Spray Oils. University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3347.

Herron, G. A., G. A. C. Beattie, A. Kallianpur, and I. Barchia. 1998. A Potter spray tower bioassay of two petroleum spray oils against adult female *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 22:553-558.

Herron, G. A., G. A. C. Beattie, R. A. Parkes, and I. Barchia. 1995. Potter spray tower bioassay of selected citrus pests to petroleum spray oil. *Journal of Australian Entomological Society* 34: 255-263

Huang, M. D., B. L. Tan, R. Q. Mao, Y. G. Chen, G. A. C. Beattie, D. J. Rae, D. M. Watson, Y. J. Cen, J. C. Quan, M. L. Tang, C. X. Chen, S. T. Tie, Z. H. Zhang, and Q. Y. Yang. 2002. Demonstration of horticultural mineral oil-based citrus IPM programs in China, pp. 372-378 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Jeppson, J. R., E. R. Baker, and H. H. Keifer. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley, CA.

Kallianpur, A. S., G. A. Herron, G. A. C. Beattie, and D. M. Watson. 2002. Potter spray tower bioassays of two horticultural mineral oils against tomato thrips, tomato russet mite and greenhouse whitefly adults, and common brown leafhopper nymphs, pp. 112-117 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Liu, Z. M. and G. A. C. Beattie. 2002. Effect of a horticultural mineral oil on oviposition by two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *General & Applied Entomology* 31: 65-67.

Liu, Z. M., G. A. C. Beattie, and R. N. Spooner-Hart. 2002. Feeding and oviposition responses of greenhouse thrips to horticultural mineral oil deposits on Valencia orange fruit and mango leaves., pp. 147-151 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Australia, Australia.

MARM [Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino]. 2009. Registro de Productos Fitosanitarios <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/fitos/fitos.asp>

Martínez-Ferrer, M. T., J. A. Jacas-Miret, J. L. Ripollés-Moles, and S. Aucejo-Romero. 2006. Approaches for sampling the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on clementines in Spain. *Journal of Economic Entomology* 99:1490-1499.

Pearce, G. W., P. J. Chapman, and W. S. Avens. 1942. The efficiency of dormant type oils in relation to their composition. *Journal of Economic Entomology* 35:211-220.

Riehl, L. A. 1981. Fundamental consideration and current development in the production and use of petroleum oils. *Proceedings of the Fourth International Society of Citriculture* 2:601-607.

Riehl, L. A. 1988. Update, 1981-1987, of developments in mineral spray oils. *Proceedings of the Sixth International Citrus Congress*. pp.1253-1267.

Smith-Meyer, M. K. P. 1981. Mite pests of crops in Southern Africa. *Repub. S. Afr. Dep. Agric. Tech. Serv. , Sci. Bull.* 397:1-91.

Taverner, P. 2002. Drowning or just waving? A perspective on the ways petroleum-derived oils kill arthropod pests of plants, pp. 78-88 *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.

Trammel, K. 1965. Properties of petroleum oils in relation to toxicity to citrus red mite eggs. *Journal of Economic Entomology* 58:595-601.

University of California. 2006. IPM pest management guidelines: Citrus <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PMG/pmgcitrus.pdf> (in press).

Urbaneja, A., S. Pascual-Ruiz, T. Pina, R. V. P. Abad-Moyano, H. Montón, P. Castañera, and J. A. Jacas. 2008. Efficacy of five acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side-effects on selected natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Management Science* 64:834-842.

Zabkiewicz, J. A. 2002. Enhancement of pesticide activity by oil adjuvants. *In G. A. C. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae, and R. N. Spooner-Hart* [eds.], *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.