

Estrategia de manejo para romper el ciclo del vector *Brevipalpus* spp. - Rhabdovirus, causante de la leprosis de los cítricos

Carl C. Childers¹
Jose Carlos Rodrigues²
Elliot W. Kitajima³
Kenneth S. Derrick¹
Carmen Rivera⁴
W. Calvin Welbourn⁵

RESUMEN. La leprosis de los cítricos es una seria enfermedad viral transmitida por ácaros del género *Brevipalpus* (Acari:Tenuipalpidae), la cual puede finalmente causar la muerte de los árboles de cítricos. Actualmente, la enfermedad se encuentra en Sur América y Panamá y representa una amenaza para la industria de cítricos del Caribe, América Central, México y los Estados Unidos. Antes de 1926, la leprosis de los cítricos casi destruyó la industria de cítricos en Florida (EEUU), pero la enfermedad no ha sido encontrada en ese país desde 1962. Se requiere un enfoque alternativo para el control de la leprosis por no ser posible la eliminación del ácaro vector. El incremento en los costos de los plaguicidas, la resistencia a los acaricidas y un amplio ámbito de plantas hospedantes exacerba los esfuerzos de control. Se propone un programa de seis pasos para romper el ciclo del virus-vector en América Central. El programa para identificar y prevenir la diseminación de la leprosis de los cítricos incluye el uso de cuarentena, capacitación, entrenamiento, educación, monitoreo y remoción de árboles. Además el programa propuesto incluye pasos a tomar cuando la leprosis es detectada en un área.

Palabras clave: Leprosis de los cítricos, Cítricos, Virus, Acaros, Estrategias de control.

Introducción

La leprosis de los cítricos estaba presente en Florida antes de 1962 y según informes entre 1900 y 1925 casi destruyó la industria de cítricos (Knorr y Price 1958, Knorr 1968). En Florida se informó de síntomas de leprosis en frutos, hojas, brotes y ramas grandes (Fawcett y Lee 1926, Knorr y DuCharme 1950, 1951, Knorr y Price 1958, Knorr *et al.* 1968). Los síntomas en las ramas grandes no son consistentes con los observados en Brasil y Panamá (Kitajima *et al.* 1972, 1974, Rodrigues 2000, Chagas *et al.* 2000). Fawcett y Lee (1926) describieron las diferencias entre los síntomas de la leprosis y la del cáncer de los cítricos, en hojas y brotes. Una descripción de la leprosis de los cítri-

cos en Florida y fotografías sobre los síntomas en hojas, frutos y brotes fueron publicadas por Knorr y DuCharme (1950, 1951). Estos coinciden con los síntomas de leprosis encontrados recientemente en Brasil, Argentina, Venezuela, Paraguay y Panamá.

El uso generalizado de azufre soluble en agua en cítricos en Florida, para el control del ácaro, se inició aproximadamente en 1923, informándose como responsable de la desaparición de los síntomas de la leprosis en las plantaciones en las cuales se aplicó este producto (Knorr *et al.* 1968). En las plantaciones de cítricos tratadas se hicieron de 1 - 3 a tres aplicaciones de azufre por estación, usando bombas manuales de

1 University of Florida, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, FL 33850, USA.

2 Instituto Agronomico, Centro de Citricultura, Sylvio Moreira, Cordeiropolis, SP, Brasil.

3 Universidade de Sao Paulo, ESALQ, NAP/Fitopatologia, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

4 Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, San José, Costa Rica.

5 Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, FL, USA 32614.

gran volumen y asperjando tanto el dosel interno como el externo de cada árbol. En 1948, los síntomas de leprosis de los cítricos habían desaparecido de las zonas de Florida donde se aplicó este producto (Knorr *et al.* 1948). Probablemente, la helada de diciembre 1962 eliminó los últimos vestigios de la enfermedad en ese estado. Desde entonces, en Florida pocas veces se han observado en hojas de cítricos síntomas similares a los de la leprosis. La observación más reciente de síntomas similares a los de leprosis fue en toronja y hojas de naranja “Hamlin” recolectadas en el Condado de Manatee el 29 de agosto de 1997; posteriormente, se confirmó que estaban libres del virus de la leprosis (Childers *et al.* inédito).

Entre los vectores potenciales de la leprosis de los cítricos en Florida y Texas están *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), *B. californicus* (Banks), y *B. obovatus* Donnadieu. En Florida se ha informado la presencia de estas tres especies en cítricos mientras que en Texas, en cítricos sólo se han informado *B. phoenicis* y *B. californicus* (Dean y Maxwell 1967, Knorr *et al.* 1968, Denmark 1984, Childers 1994, French y Rakha 1994).

El costo anual del control químico de *Brevipalpus* spp. y del ácaro de la herrumbre de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en cítricos en Brasil es superior a US\$100 millones (Ferreira 1999). En el cuadro 1 se presentan varios acaricidas sintéticos eficaces para el control de *Brevipalpus* en cítricos. Debido al incremento en los costos de producción de los plaguicidas y a los problemas de resistencia a acaricidas se requieren alternativas de control

Cuadro 1. Acaricidas evaluados para el control de *Brevipalpus* spp.

Clases de acaricidas	Tenuipalpidae
Aceite de petróleo	?
Azufre	Si
Organoclorado (dicofol, endosulfán, clorobenzilato)	Si
Piretroides (fenpropatin)	No
Carboxamida (Hexitiazox)	Si
Tetrazina (clofentezine)	?
Carbonitrilo (pirrol)	Si
Organofosforado (etión, dimetoato, metidatión)	No
Carbamatos (aldicarb, carbaril)	Si/No
Organoestañoso (óxido de fenbutatin)	Si
Organosulfurado (propargita)	Si
Lactona Macrocíclica (abamectina)	No/?
IGR (dimilin)	No
Piridazinona (piridaben)	Si

(Omoto 2000). La leprosis de los cítricos es una enfermedad viral grave que puede finalmente causar la muerte de los árboles (Rodrigues 2000). Esta enfermedad ha estado restringida a América del Sur desde su desaparición de Florida, antes de 1962. Se han impuesto severas limitaciones a las exportaciones de países donde está presente la leprosis.

La leprosis de los cítricos fue confirmada en Panamá en 1999 (Dominguez *et al.* 2001). En el 2000, la enfermedad fue confirmada en al menos 462 ha de cítricos en Potrerillos, Boquete y Volcancito, zonas de la Provincia de Chiriquí, Panamá y se considera que la infección tiene más de cinco años. Rodrigues considera que la leprosis ha existido en la provincia de Chiriquí por lo menos durante los últimos 10 años por dos razones: 1. la diseminación inicial de la enfermedad es lenta, y 2. la rapidez de la diseminación de la leprosis está relacionada directamente con una amplia incidencia de la enfermedad. Por consiguiente, la baja incidencia de la enfermedad provoca una diseminación inicial lenta (Rodrigues 2000). El virus no es sistémico, sólo se presenta en cítricos, y únicamente es transmitido por *Brevipalpus* (Rodriguez *et al.* 2000). Una rápida diseminación de la enfermedad en Panamá es una anticipación al eventual establecimiento en el Caribe, América Central, México y finalmente en los Estados Unidos. Su impacto en la producción futura de cítricos en el Caribe y América Central sería significativa.

Lineamientos para un enfoque alternativo para romper el ciclo virus-vector

Debido al valor sustancial de la industria citrícola se presenta un enfoque alternativo para romper el ciclo del virus-vector con el propósito de ofrecer pautas para una pronta y decisiva acción cuando se presente un brote localizado de leprosis. La erradicación del ácaro es imposible. Los seis pasos propuestos son:

- 1- Establecer una cuarentena total del movimiento de frutos, plantas y partes de plantas de cítricos de Panamá u otros países donde existe leprosis de los cítricos a Costa Rica.
- 2- Desarrollar un programa de capacitación sobre la identificación exacta de la sintomatología de la leprosis de los cítricos a través del Ministerio de Agricultura en Costa Rica en conjunto con la Universidad de Costa Rica, la Universidad de São Paulo, Brasil y la Universidad de Florida. Simultáneamente, preparar una serie de fotografías a color para ilustrar los síntomas de la enfermedad en naranja grande ‘Valencia’, y en variedades de mandarina existentes en

- Costa Rica. El reconocimiento exacto de las lesiones de leprosis en hojas, frutos y troncos es esencial.
- 3- Desarrollar un programa completo de monitoreo en Costa Rica, especialmente en las áreas limítrofes con Panamá, para identificar brotes iniciales de la enfermedad. El estudio inicial debe ser completo para identificar la distribución y ubicación de árboles de cítricos, tanto en plantaciones comerciales como en patios o jardines, especialmente en una banda de 5-20 km a lo largo de la frontera este de Costa Rica. Las inspecciones periódicas en esta área deben ser más intensivas que en áreas al oeste y norte de esta zona.
 - 4- Se debe implementar un programa intensivo de educación para desarrollar y fomentar el apoyo local a propietarios de huertos caseros y a productores comerciales. Realizar una campaña en los medios de comunicación (televisión, radio, reuniones de extensión, reuniones con iglesias y otras organizaciones políticas locales, escuelas, así como en cartas y carteles) para educar a los finqueros, productores y a la población local sobre la enfermedad, los vectores y la necesidad primordial de eliminar los árboles infectados. No sólo se debe educar a la población sobre la enfermedad, sino que ésta debe involucrarse y participar activamente como en los programas del gusano barrenador. En América Central, la leprosis podría acabar completamente con la producción de naranjas y mandarinas en patios y jardines, de las áreas donde esta enfermedad se establezca debido a la susceptibilidad de estos cítricos al virus. En plantaciones comerciales, será necesario realizar aplicaciones con múltiples acaricidas para controlar los ácaros virulíferos.
 - 5- Definir y establecer una zona de protección alrededor de cada área infectada, la cual debe medir 1 km como mínimo (perímetro exterior), esto debe hacerse tan pronto como el área sea identificada. La aspersión en los árboles de cítricos debe iniciar desde los bordes del perímetro exterior hacia el centro, moviéndose hasta el centro de la zona de infección. El propósito de la aplicación de un acaricida es, principalmente, reducir las poblaciones móviles del ácaro *Brevipalpus* y el potencial de una distribución posterior de ácaros virulíferos mediante los equipos técnicos de erradicación. En la fumigación de plantaciones comerciales se usan equipos de aspersión con volúmenes de rocío altos y medios (por ejemplo 1000 a 2000 L/ha) o equipo de pulverización de alto volumen (por ejemplo 2000 a 2500 L/ha). Solo

se utilizan bombas de espalda de ultra bajo volumen en patios o laderas donde no puede usarse equipo más grande, asperjando de 5-8 L/árbol. Es indispensable lograr el cubrimiento completo de las plantas infectadas. Un movimiento de convección del rocío se logra fácilmente a temperaturas moderadas y con viento. Cuando se usa equipo de ultra bajo volumen se debe considerar este fenómeno.

Los árboles tratados deben ser cortados y quemados dentro de las 24 h siguientes al tratamiento con el acaricida. Inmediatamente después de retirar el árbol, se debe pintar cada tocón o estaca expuesta del árbol con un herbicida registrado, apropiado para esto, para lo cual se usa una brocha manual extendida. Muchos herbicidas pueden ser peligrosos para quienes los aplican y causan irritación severa en los ojos y la piel así como toxicidad dérmica o por inhalación. Cuando se usa cualquier herbicida se deben tener cuidados especiales para la seguridad de quienes aplican el producto, incluyendo la dotación de una máscara protectora, ropa especial y guantes. También, se deben tomar precauciones para la protección y seguridad de los residentes en zonas aledañas a las áreas donde se aplicó. Además, en patios o jardines se debe tener un cuidado máximo cuando se usan herbicidas para evitar la fitotoxicidad de las plantas adyacentes.

- 6- Desarrollar un programa de indemnización a los propietarios por el reemplazo de árboles de cítricos, para asegurar su apoyo en el área de máximo control.

Necesidades de investigación sobre *Brevipalpus* vector de la leprosis y de enfermedades virales relacionadas

La mayoría de los especialistas en taxonomía han informado variaciones morfológicas entre diferentes poblaciones de *B. phoenicis*, *B. californicus*, y *B. obovatus* (Gonzales 1975, Smith Meyer 1979, Baker y Tuttle 1987, Evans *et al.* 1993, Ochoa *et al.* 1994). Es posible encontrar complejos de especies. Acaros del género *Brevipalpus* fueron recolectados en cítricos en Panamá en julio del 2000, por el autor principal de este artículo. Los ácaros fueron identificados como *B. phoenicis* por el Dr. Ronald Ochoa, de USDA ARS Systematic Entomology Laboratory en Beltsville, Maryland; el encontró diferencias morfológicas entre los especímenes examinados.

Un aspecto básico que debe ser resuelto es la presencia de una o más especies de *Brevipalpus* en cítricos. Es necesario conocer si hay una, dos o varias especies de este género involucradas en la transmisión de la

leprosis de los cítricos y otros virus relacionados del café, maracuyá y varias especies de plantas ornamentales. ¿Si están varias especies de *Brevipalpus* presentes, entonces ¿cuáles son sus ámbitos de plantas hospedantes? No se pueden desarrollar estrategias de control alternativo eficaces hasta que estos aspectos no se resuelvan. Se requieren técnicas moleculares para evaluar las poblaciones de ácaros recolectadas en cítricos, café y otros cultivos en América del Sur, América Central y América del Norte. Los resultados de estos estudios podrán proporcionar mayor información a los taxónomos de ácaros, para evaluaciones del posible complejo de especies dentro o entre las poblaciones de *Brevipalpus* de las diferentes regiones o localidades. Se podría además incluir información sobre las plantas hospedantes. Para definir posibles propuestas de control, como romper el ciclo vector-virus en una área específica de Costa Rica u otra región de América Central o de América del Sur se requieren estos resultados. Para determinar las diferencias entre los daños causados por la alimentación de *Brevipalpus* y los síntomas del virus de la leprosis de los cítricos es necesario su investigación (Childers 1994). También es necesario el desarrollo de técnicas moleculares y serológicas eficaces para la caracterización e identificación del virus.

Es importante ofrecer información sobre la taxonomía actual y el ámbito de hospedantes de *B. phoenicis* pues el riesgo de que la leprosis de los cítricos se dis-

tribuya en toda América Central y América del Norte es grande. Deben considerarse varios factores relacionados con el ácaro vector y sus movimientos. Caso: 1. La longevidad de las especies de *Brevipalpus*, que desde larva hasta adulto puede ser de 40-60 días; 2. una vez que el ácaro ha sido infectado con la leprosis puede transmitir la enfermedad durante el resto de su vida; 3. las especies encontradas en cítricos son difíciles de remover de los frutos debido a su tendencia de preferir las áreas manchadas en la superficie o ubicarse bajo los sépalos; 4. muchas especies de ácaros fitófagos se dispersan aéreamente. Si la información actual sobre el ámbito de hospedantes es correcta, entonces los ácaros virulíferos podrían ser trasladados, mediante una o más especies ornamentales leñosas o en otras plantas hospedantes que no son cítricos pero que están cerca de árboles de cítricos infectados, desde Panamá y otros países con la enfermedad hasta otros países de América Central o el Caribe y eventualmente a México y a los Estados Unidos. Esta combinación de factores debe considerarse por su potencial relación con la diseminación de la enfermedad desde los países con leprosis de los cítricos.

Nota final

Esta investigación fue apoyada por Florida Agricultural Experiment Station, y aprobada su publicación como Journal Series No. R-08157.

Literatura citada

- Baker, EW; Tuttle, DM. 1987. The false spider mites of Mexico (Tenuipalpidae: Acari). USDA ARS Tech. Bull. 1706.
- Chagas, CM; Rossetti, V; Colariccio, A; Lovisolo, O; Kitajima, EW; Childers, CC. 2000. *Brevipalpus* mites (Acari: Tenuipalpidae) as vectors of plant viruses. In Halliday, RB; Walter, DE; Proctor, HC; Norton, RA; Colloff, MJ. Eds. Int. Congress Acarology (10, 1998, Melbourne). Proceedings. CSIRO Publ. (En prensa).
- Childers, CC. 1994. Feeding injury to 'Robinson' tangerine leaves by *Brevipalpus* mites (Acari: Tenuipalpidae) in Florida and evaluation of chemical control on citrus. Florida Entomol. 77:265-271.
- Dean, HA; Maxwell, NP. 1967. Spotting of grapefruit as associated with false spider mites. Proc. Rio Grande Valley Hort. Soc. 21:35-45.
- Denmark, HA. 1984. *Brevipalpus* mites found on Florida citrus. Florida Dept. Agric. Consumer Serv., DPI. Entomol. Circ. 69.
- Dominguez, FS; Bernal, A; Childers, CC; Kitajima, EW. 2001. First report of the citrus leprosis virus in Panama. Plant Disease 85(2):228 (Disease Notes).
- Evans, GA; Cromroy, HA; Ochoa, R. 1993. The Tenuipalpidae of Honduras (Tenuipalpidae: Acari). Florida Entomol. 76:126-155.
- Fawcett, HS; Lee, HA. 1926. Citrus diseases and their control. New York, McGraw-Hill.
- Ferreira, CRRP. 1999. Defensivos agrícolas. Informacoes Economicas 29:11-13.
- French, JV; Rakha, MA. 1994. False spider mite: damage and control on Texas citrus. Subtropical Plant Sci. 46:16-19.
- Gonzalez, RH. 1975. Revision of the *Brevipalpus phoenicis* "complex" with descriptions of new species from Chile and Thailand (Acarina: Tenuipalpidae). Acarologia 17: 81-91.
- Kitajima, EW; Muller, GW; Costa, AS; Yuki, VA. 1972. Short, rodlike particles associated with citrus leprosis. Virology 50:254-258.
- Kitajima, EW; Rosillo, MA; Portillo, MM; Muller, GW; Costa, AS. 1974. Microscopia electronica de tecidos foliares de laranjeira infetadas pela lepra explosiva da Argentina. Fitopatologia (Perú) 9:55-56.
- Knorr, LC; DuCharme, EP. 1950. A comparison of Argentina's lepra explosiva and Florida's scaly bark-with implications for the Florida citrus grower. Citrus Magazine 12(7):28-32.
- Knorr, LC; DuCharme, EP. 1951. The relationship between Argentina's lepra explosiva and Florida's scaly bark, with implications for the Florida citrus grower. Plant Disease Reporter 35:70-75.

- Knorr, LC; Price, WC. 1958. Leprosis. In Pratt, RM Ed. Florida guide to citrus insects, diseases and nutritional disorders (in color). Univ. Florida Agric. Exp. Sta. Gainesville p. 112-114.
- Knorr, LC. 1968. Studies on the etiology of leprosis in citrus. Proc. Conf. Int. Org. Citrus Virol., Univ. Florida Press. Gainesville. 4:332-341.
- Knorr, LC; Denmark, HA; Burnett, HC. 1968. Occurrence of *Brevipalpus* mites, leprosis and false leprosis on citrus in Florida. Florida Entomol. 51:11-17.
- Ochoa, R; Aguilar, H; Vargas, C. 1994. Phytophagous mites of Central America: an illustrated guide. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 234 p.
- Omoto, C. 2000. Management of *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) resistance to acaricides in Brazilian citrus. Int. Soc. Citriculture, Orlando, Fla. (En prensa).
- Rodrigues, JCV. 2000. Relacoes patogeno-vetor-planta no sistema leprose dos citros. Ph.D. dissertation. Piracicaba, Brasil, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de Sao Paulo.
- Rodrigues, JCV; Machado, MA; Kitajima, EW; Muller, GW. 2000. Transmission of citrus leprosis virus by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Proc. Conf. Int. Org. Citrus Virol. 14:174-178.
- Smith Meyer, MKP. 1979. The Tenuipalpidae (Acari) of Africa with keys to the world fauna. Republic of South Africa. Dept. Agric. Tech. Serv. Entomology Memoir 50.