



La industria cítrica en la región del noroeste argentino

Beatriz Stein

Palabras clave: limón, Tucumán, comercio internacional.

La industria cítrica argentina tiene aproximadamente 140.000 ha, con una producción de 3,1 millones de toneladas para el año 2006, de las cuales el 50% corresponde al limón. Argentina es el mayor productor mundial de limones.

En la Argentina, los citrus son cultivados en dos regiones diferentes: el noreste (Corrientes, Entre Ríos, Misiones y norte de la Provincia de Buenos Aires) y el noroeste (Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca), las cuales representan el 33% y 64% de la producción respectivamente. En la primera región se producen principalmente naranjas y mandarinas, mientras que en el NOA se cultivan limones, naranjas y pomelos. Estas dos regiones están separadas por una amplia área de bosques áridos y pasturas.

La superficie implantada con limoneros en Argentina es de 42.197 ha, de las cuales en el NOA se encuentran 37.401 ha (lo que representa un 88,6% del total nacional). En Tucumán se cultivan 33.921 ha, en Salta 1900 ha y en Jujuy 1580 ha (Tabla 1), (Federcitrus, 2007).

La producción de limones del NOA representa el 95,6% del total nacional, del cual Tucumán produce el 87,5 %, Salta el 5,7% y Jujuy 2,4 (Tabla 2).

El área de citrus en Tucumán está localizada entre 26° y 28° de latitud sur y se extiende a lo largo de la zona pedemontana, en una altitud

Tabla 1. Superficie cultivada con limoneros en la Argentina, año 2006.

Provincias	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Tucumán	33.921	80,4
Salta	1.900	4,5
Jujuy	1.580	3,7
Total región NOA	37.401	88,6
Total Argentina	42.197	100,0

Fuente: Federación Argentina del Citrus, 2007.

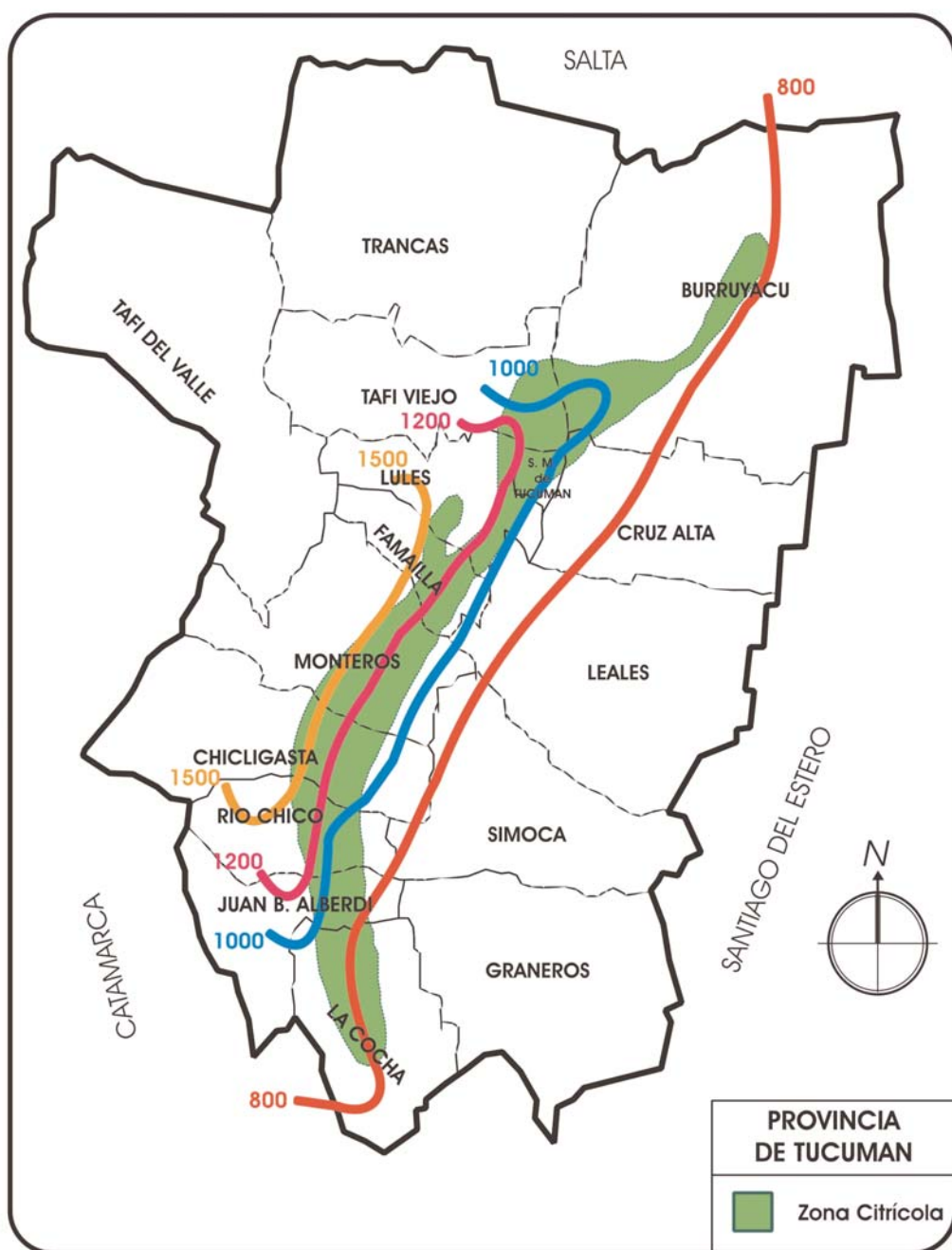
Tabla 2. Producción de limón en la Argentina, año 2006.

Provincias	Producción (Tn)	Producción (%)
Tucumán	1.316.300	87,5
Salta	85.550	5,7
Jujuy	36.320	2,4
Total región NOA	1.438.170	95,6
Total Argentina	1.504.204	100,0

Fuente: Federación Argentina del Citrus, 2007.

promedio entre 300 y 500 metros (Figura 1). El clima es moderado y seco en invierno y al comienzo de la primavera, y cálido y húmedo en el verano, con una temperatura promedio

Sección Fruticultura, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Av. William Cross 3150, 4101 Las Talitas, Tucumán, Argentina fruticultura@eeaoc.org.ar



Fuente: J. L. Foguet, 2007.

Figura 1. Superficie sembrada con cítricos en la provincia de Tucumán.

anual de 19°C. En el área citrícola, el promedio anual de lluvias es de 800 a 1.500 mm, las que se producen generalmente en verano. Dichas características climáticas hacen que esta área sea diferente de las áreas cultivadas con limón en California, España e Italia (Foguet, 2000).

Las variedades de limones que se cultivan son: Eureka Frost (35%), Lisboa Frost (24%), Limoneira 8A (24%) y Génova EEAT(11%), una selección local (Dirección de Estadística y Censo, 2006). Una amplia cantidad de portainjertos se usan, tales como naranjo agrio (*Citrus aurantium*), mandarina

Cleopatra (*C. reshni*), Rangpur (*C. limonia*), limón Volkameriano (*C. volkameriana*), Trifoliata Flying Dragón e Híbridos de Trifoliata tales como Citrange Troyer y Citrumelo Swingle.

La producción del limón tiene dos destinos principales: la industria, que procesa aproximadamente el 70 % de la misma (un millón de toneladas) y la exportación de fruta fresca, que representa aproximadamente un 25% (343.000 ton) en el año 2007.

La Argentina ha incrementado su presencia en el Mercado Internacional proveyendo de fruta

fresca al hemisferio norte en contraestación. Los principales destinos de las exportaciones de limón fresco son los países de la Unión Europea y del Este de Europa con un tiempo aproximado de viaje entre 25 y 50 días.

Tucumán es el responsable del 96,5% del total de las exportaciones de limón fresco de la Argentina, seguido de Salta y Jujuy, que contribuyen en conjunto con el 2 % (Tabla 3).

Tabla 3. Exportación de limón fresco de Argentina, año 2007.

Provincias	Exportación (Tn)	Exportación (%)
Tucumán	343.217	96,5
Salta	2.165	0,6
Jujuy	5.233	1,4
Total región NOA	350.615	98,5
Total Argentina	355.665	100,0

Fuente: Federación Argentina del Citrus, 2007.

Para satisfacer la demanda de estos exigentes mercados, soportar los prolongados tiempos de viaje y asegurar el arribo de la fruta a destino en excelentes condiciones, la cosecha, poscosecha y las prácticas del manejo de la fruta son cuidadosamente aplicadas. La cosecha de limón de exportación se efectúa desde abril hasta fines de septiembre (otoño e invierno en el hemisferio sur).

Las frutas para exportación deben reunir al menos las siguientes condiciones: estar bien formadas, intactas, no presentar daño alguno, ser firmes, libre de podredumbre, con la piel seca y maduras.

Para la madurez del limón se requiere un mínimo de 35% de jugo (IASCAV, 1993). El tamaño del limón al ser cosechado, depende de las condiciones locales y de la demanda de los mercados. En la Argentina, los limones se cosechan para exportación cuando tienen un mínimo de 56 mm de diámetro y un máximo de 80 mm.

La cosecha de limón se efectúa cuidadosamente con tijera, evitando daños y heridas en la fruta. La fruta es cuidadosamente colocada en bins de madera o plástico y es inmediatamente transporta-

da al empaque. Allí la fruta es seleccionada de acuerdo a calidad, tamaño y color.

En las condiciones del Noroeste Argentino, el color externo de la fruta a cosechar es un aspecto muy importante, ya que el mismo es un índice de su potencial conservación y destino. Por ello hay un gradiente indicativo que parte desde el verde (al inicio de la temporada de cosecha de limón para exportación), hasta el amarillo (que indica el punto final de cosecha de temporada de exportación). Cuando el color externo pasa este gradiente, la fruta solo puede ser destinada a la industria, debido a que no posee resistencia poscosecha.

La Argentina ha estado presente en los mercados internacionales por más de 30 años. El éxito en el envío de fruta fresca ha podido concretarse por el cuidado en todo el proceso productivo. Esto implica la producción de campo, cosecha, empaque, envío a puertos de salida y condiciones de transporte a los puertos de destino, siempre bajo la vigilancia del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), y teniendo como soporte los trabajos de investigación de las Estaciones Experimentales. Es importante resaltar que Tucumán tiene una larga historia de envío de fruta fresca a los mercados de ultramar, la que se inició comercialmente en el año 1971 (Foguet, 1996).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Dirección de Estadística y Censo, Secretaría de Planeamiento, Superior Gobierno de la Provincia de Tucumán. 2006.** Censo citrícola provincial.
- Federación Argentina del Citrus (Fefercitrus). 2007.** La actividad citrícola Argentina.
- Foguet, J. L. 1996.** A 25 años de la primera exportación de limones. Avance Agroindustrial 67: 8-9.
- Foguet, J. L. 2000.** New rootstocks for the citrus industry in Argentina. In Proc. Int. Soc. Citricult. IX Congr: 56-57.
- Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) (SENASA).1993.** Reglamentaciones de frutas frescas cítricas para el mercado interno y la exportación. Buenos Aires, Argentina.



Moscas de los frutos de importancia económica en la provincia de Tucumán

M. T. Vera¹ y E. Willink²

Palabras clave: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, mosca del Mediterráneo, mosca sudamericana de la fruta, Tephritidae.

La existencia de especies de insectos plaga de la agricultura genera limitaciones para el desarrollo económico de las regiones ya que causan daño directo sobre los cultivos en los cuales se desarrollan o impiden su comercialización debido a restricciones cuarentenarias.

Dentro del orden Diptera, la familia Tephritidae es una de las más grandes y comprende aproximadamente 4.000 especies (Christenson y Foote, 1960). Las larvas de muchas de ellas se desarrollan en frutos blandos, incluyendo muchas especies de valor comercial, causando pérdidas en la producción de estas últimas (White y Elson-Harris, 1994). Además del daño directo que producen hay que considerar el impacto ocasionado al limitar la exportación de frutas y verduras frescas a países libres de estas plagas (Malavasi *et al.*, 1994). Los costos derivados de las restricciones cuarentenarias incrementan aún más el impacto de estas plagas sobre las economías regionales. Dentro de esta familia, los géneros *Anastrepha* Schiner, *Bactrocera* Macquart, *Ceratitis* MacLeay, *Rhagoletis* Loew y *Toxotrypana* Gerstaecker son considerados los de mayor importancia económica (Aluja y Liedo, 1993).

En la región del noroeste de Argentina, constituida por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y

Catamarca, se encuentran presentes solo dos especies de moscas de los frutos de importancia económica: la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) y la mosca sudamericana de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann).

Origen y distribución

Desde su lugar de origen en África ecuatorial, *C. capitata* colonizó, en los últimos 150 años, la región que rodea al mar Mediterráneo (1842), el Sur de África (1889), Australia (1887), América del Sur (1901), Hawai (1910) y América Central (1955) (Fletcher, 1989; Sheppard *et al.*, 1992) distribuyéndose en regiones con climas tropical, subtropical y templado. En nuestro país, se la registró por primera vez en 1905 en huertos caseros de Buenos Aires (Vergani, 1952). En 1934 se la reportó en los alrededores de Concordia, y más adelante aparecieron focos en Cuyo y en el noroeste (NOA). El primer registro en Tucumán fue en 1945 (Domato y Aramayo, 1947) y la última región en ser colonizada dentro del país fue el norte de la Patagonia.

A. fraterculus es originaria de América del Sur y se la encuentra solamente en el continente americano desde el Sur de Estados Unidos hasta Argentina (Salles, 1995; Steck, 1998). Se distribuye en regiones con clima tropical y subtropical. En

¹Investigadora Asistente CONICET.

²Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán. E-mail: tvera@eeaoc.org.ar

Sudamérica, ocurre en dos bandas aparentemente no conectadas, una a lo largo de la costa del océano Pacífico y otra a lo largo de la costa del océano Atlántico. En la primera se la puede encontrar en zonas bajas así como también a más de 2.000 m. de altura (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). En Argentina está presente principalmente en regiones húmedas del NOA y del noreste de Argentina (NEA). Si bien su distribución es más limitada que la de *C. capitata*, debido a restricciones climáticas, también es posible encontrarla en ciertos valles irrigados de zonas con clima más templado. En Tucumán fue citada por primera vez en naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) a principios del siglo XX (Rust, 1918). Para esa época también se reportaron daños en frutas de carozo (Rust, 1918; Schultz, 1938). Al inicio de la década del '50 esta especie predominaba en las capturas de las trampas. Esta situación se revirtió y paulatinamente se observó un predominio de *C. capitata* sobre *A. fraterculus* (Ratkovich y Nasca, 1953; Costilla, 1967; Costilla et al., 1975).

Actualmente en Tucumán *C. capitata* se encuentra principalmente en zonas urbanas y periurbanas, mientras que *A. fraterculus* ocurre en zonas con predominio de vegetación nativa.

Biología e historia de vida

C. capitata es considerada la especie de moscas de los frutos que mayor daño ocasiona mundialmente (Robinson y Hooper, 1989). Esto se debe principalmente a su amplia distribución, y a su capacidad de adaptarse a diversos climas y de infestar más de 250 hospederos (Christenson y Foote, 1960; Liquidó et al., 1991). Es la especie más estudiada dentro de la familia Tephritidae, por lo que es posible disponer de numerosos estudios sobre su biología, muchos de los cuales son referidos en revisiones bibliográficas (Christenson y Foote, 1960; Bateman, 1972; Robinson et al., 1999) y libros editados con la participación de investigadores de cada área de estudio (Cavalloro, 1989; Robinson y Hooper, 1989a,b; Aluja y Liedo, 1993; White y Elson-Harris, 1994; McPheron y Steck, 1996; Aluja y Norrbom, 2000; Tan, 2000).

Los conocimientos sobre la biología de *A. fraterculus* son escasos si se la compara con otras moscas de los frutos, existiendo una amplia discusión sobre su estado taxonómico (Steck, 1998). Las hembras depositan sus huevos en más de 90 especies frutales (Norrbom y Kim, 1988; Norrbom 2004), principalmente las pertenecientes a la familia Myrtaceae. Esta especie presenta una importante variación morfológica entre poblaciones, discontinuidades genéticas en el análisis de isoenzimas y del ADN, diferencias en los hospede-

ros utilizados en distintas regiones y diferencias cariotípicas (ver Steck, 1998 para una revisión y posteriormente Smith-Caldas et al., 2001; Hernández-Ortiz et al., 2004; Selivon et al., 2005) por lo que se postuló que la misma correspondería a un complejo de especies crípticas. Estudios realizados entre distintas poblaciones de Argentina, mostraron que no existen evidencias de aislamiento etológico (Petit-Marty, 1999; Petit-Marty et al., 2004a) y tampoco se encontraron evidencias de barreras reproductivas post-cigóticas como ser mortalidad diferencial de machos o esterilidad en híbridos (Petit-Marty et al., 2004b). Los resultados alcanzados en ambos tipos de estudios permiten postular que en Argentina, *A. fraterculus* es una sola especie, hecho que se ve sustentado por estudios realizados a nivel genético (Basso y Manso, 2001; Alberti et al., 2002; Basso, 2003; Alberti, 2004).

Hospederos

Como se mencionó anteriormente, *C. capitata* presenta una mayor cantidad de especies frutales como hospederos que *A. fraterculus* (Liquidó et al., 1991; Norrbom y Kim, 1988; Norrbom 2004). Se considera que el hospedero original de *C. capitata* fue *Argania spinosa* (L.) perteneciente a la familia Sapotaceae. Para *A. fraterculus* seguramente se lo encuentre en la familia Mirtaceae; ya que prefiere las plantas de esta familia por sobre otras, siendo la guayaba (*Psidium guajava* L.) la planta hospedera preferida (Aluja, 1999).

Si bien ambas especies pueden utilizar cítricos dulces como hospederos, el desarrollo en los mismos es menor en comparación con otros hospederos por lo que se postula que son hospederos no preferenciales o secundarios (revisado en da Silva Branco et al., 2000).

En el caso particular del limón, Back y Pemberton (1915) reportaron que *C. capitata* no se desarrolla en dicha fruta mientras esta permanece en la planta, a menos que el fruto esté dañado. Por su parte, Spitler et al. (1984) demostraron que los cultivares Eureka y Lisboa de California son resistentes a la infestación de esta mosca. No obstante, existen algunos antecedentes aislados sobre la detección de larvas de *C. capitata* en frutos de limón. Quayle (1938) reportó frutos larvados en empaques en Sicilia y Liquidó (1990) en frutos recolectados del suelo en Hawaii. Más recientemente Estados Unidos interceptó en limones cv. Verna, cosechados en verano y procedentes de España, larvas vivas de *C. capitata* (APHIS, 2006). Para *A. fraterculus*, Norrbom y Kim (1988) no reportan al limón como hospedero de dicha mosca. En 1995, Salles publica un listado de

hospederos multiplicadores y alternativos para la región de Pelotas en el estado de Rio Grande do Sul, Brasil y menciona al "Limão-crioulo" como hospedero alternativo. El nombre científico provisto fue "*Citrus lemon*" sin mencionarse el nombre vulgar en otro idioma (i.e. inglés o español). Este trabajo fue tomado por Norrbom (2004) para incluir al limón, como *C. limon* (L.) Burm. f., en el listado de hospederos de *A. fraterculus*, considerando que se había incurrido en un error tipográfico. En su trabajo, Salles (1995) no menciona si el registro proviene de una variedad comercial, el nombre del taxónomo vegetal que corroboró la identificación de la planta, el número de frutos revisados, el estado fenológico de los mismos, el número de larvas o pupas recuperadas, si se obtuvieron adultos, u otros datos relevantes por lo que lamentablemente no se puede evaluar dicho trabajo con el nivel de rigurosidad que Norrbom y Kim (1988), Aluja (1999) y Ovruski *et al.* (2003) recomiendan para considerar a una especie vegetal como hospedero. Casos como este, que constituyen la única cita para fundamentar la condición de hospedero (nótese que la otra cita de Norrbom (2004) es Zuchi (2000) donde se hace referencia a Salles (1995), deben ser tomados con extrema cautela al momento de incluirlos en un listado de hospederos; máxime si pueden ser utilizados como evidencia científica en el momento de establecer negociaciones para la comercialización de la especie vegetal en cuestión.

Características productivas y fitogeográficas de Tucumán

La provincia de Tucumán presenta una diversidad de explotaciones comerciales agrícolas que se distribuyen en distintas zonas agroecológicas (Tabla 1, Fig. 1). Los principales cultivos frutales son el limón, la naranja y la palta (*Persea americana* Miller). Estos cultivos están localizados en la zona pedemontana donde también es posible encontrar cultivos hortícolas, principalmente frutilla (*Fragaria x anannassa* L.), tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) y pimiento (*Capsicum annuum* L.). En los últimos años, la diversificación en la producción, llevó al establecimiento de nuevos cultivos como el arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) el cual ocupa cada vez más superficie. En la zona pedemontana y en la zona de los valles, se cultivan, en muy pequeña escala y para consumo local, frutales de carozo y pepita.

La selva de las Yungas se extiende a lo largo del Cerro Aconquija, involucrando al pedemonte, donde crecen especies nativas como el nogal criollo (*Juglans australis* Grisebach), el arrayán (*Eugenia uniflora* L.) y el mato (*Myrcianthes mato* (Berg) Legrand), y especies introducidas como guayabas (*Psidium guajava* L.), moras (*Morus alba* L. y *M. nigra* L.) y duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch). En la llanura se cultiva caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merr.), trigo (*Triticum vulgare* Vill.) y maíz (*Zea mays* L.). En las zonas urbanas es posible encontrar, en las calles y

Tabla 1. Principales cultivos en la provincia de Tucumán y su localización.

Nombre científico	Nombre común en Argentina	Superficie cultivada (ha)	Región donde se la encuentra
<i>Glycine max</i> , <i>Triticum vulgare</i> , <i>Zea mays</i>	Soja, Trigo, Maíz	310.000	Llanura
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	203.170	Llanura
<i>Citrus limon</i>	Limón	34.000	Pedemonte
<i>Persea americana</i>	Palta	1.600	Pedemonte
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	1.200	Pedemonte
<i>Vaccinium corymbosum</i>	Arándano	1.000	Pedemonte
<i>Capsicum annuum</i>	Pimiento	1.000	Pedemonte
<i>Lycopersicum esculentum</i>	Tomate	700	Pedemonte
<i>Fragaria x anannassa</i>	Frutilla	650	Pedemonte y Valles
<i>Prunus persica</i>	Durazno	400	Pedemonte y Valles
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	200	Pedemonte
<i>Citrus paradisi</i>	Pomelo	100	Pedemonte

Datos elaborados por la Sección Economía y Estadísticas de la EEAOC y disponibles en www.eeaoc.org.ar.

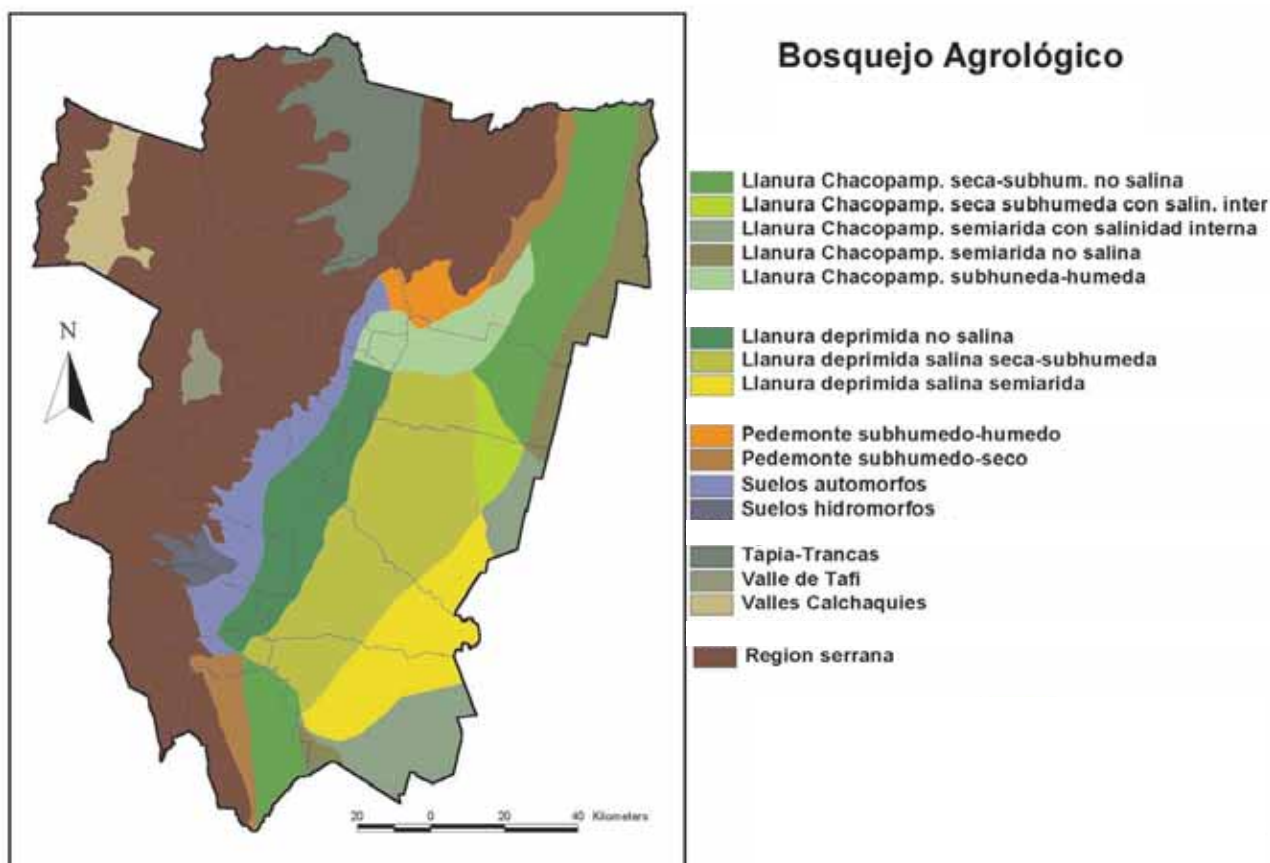


Figura 1. Regiones agroecológicas en la provincia de Tucumán (Zuccardi y Fadda, 1985).

en las viviendas, plantas de higos (*Ficus carica* L.), mangos (*Mangifera indica* L.), nísperos (*Mespilus germanica* (Thunb) Lindley) y cítricos, principalmente naranja agria (*Citrus aurantium* L. (Rootstock)).

Períodos de fructificación

La fructificación de las distintas especies hospederas se produce en forma escalonada a lo largo del año. A fines de primavera comienzan a madurar los frutales de carozo. En la zona de los valles, donde las temperaturas son menores, la maduración ocurre en los meses de verano. Durante esta época también maduran los higos y mangos y hacia fines de estación las guayabas. La maduración de los cítricos comienza hacia fines del verano y se extiende durante todo el invierno. El primero en madurar es el pomelo (*Citrus paradisi* Macfadyen), seguido de las naranjas y mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco). El limón presenta fruta todo el año; la mayor producción (90%) se obtiene en otoño-invierno (marzo a septiembre) y es destinada principalmente a exportación. El 10% restante se cosecha en verano y se comercializa en el mercado local.

Dinámica poblacional

La presencia de hospederos asociados a las viviendas, en los que generalmente no se toman medidas de control contra moscas de los frutos, junto con la abundancia de hospederos silvestres a lo largo del faldeo del Cerro Aconquija (zona pedemontana), permiten que las poblaciones de ambas especies encuentren hospederos para su desarrollo y propagación. Sin embargo, y a pesar de esta diversidad y disponibilidad de fruta, las condiciones climáticas, los períodos de fructificación y las preferencias hacia determinados hospederos determinan el grado de infestación y la abundancia de las especies. Por ejemplo, las poblaciones de *C. capitata* son prácticamente indetectables en invierno (ver capítulo VI), momento en que se produce la máxima oferta de cítricos dulces. Por su parte, si bien es posible capturar adultos de *A. fraterculus* en trampas todo el año, esta especie queda condicionada a la presencia de determinados hospederos ya que predomina en las especies nativas, y dentro de las exóticas en guayaba, ciruelas, duraznos y damascos que se encuentren en ambientes poco modificados por la acción del hombre (Ovruski *et al.*, 2003). El

primer pico poblacional de esta especie, luego de los meses de invierno, está muy condicionado al inicio de las lluvias de primavera (Jaldo, 2001).

CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones productivas y climáticas en la provincia de Tucumán tienen un importante impacto en las poblaciones de estas dos especies de moscas de los frutos.

La provincia de Tucumán cuenta con más de 550.000 hectáreas bajo cultivo, de las cuales 200.000 corresponden a caña de azúcar, 280.000 a granos y dentro de la producción frutícola la mayor superficie está cubierta por especies como el limón y la palta variedad Hass. La condición de hospedero natural de estas dos especies vegetales es cuestionada para muchas moscas de los frutos.

La superficie que queda entonces con hospederos es limitada. Dentro de las plantaciones comerciales ésta no superaría las 2.500 has., donde se encuentran principalmente naranja, mandarina, pomelo y otras variedades de palta. Estas especies fructifican en la época invernal, momento en que las poblaciones de moscas de los frutos son bajas. La presencia de hospederos multiplicadores en la primavera queda limitada a los frutales de carozo, los cuales se producen solo en pequeña escala. Durante los meses de verano se encuentran los hospederos nativos en las zonas con vegetación silvestre y los hospederos presentes en huertos familiares.

Todos estos factores hacen que la distribución de moscas se concentre en determinadas zonas y que se vea fuertemente condicionada por la fenología de maduración de los hospederos presentes y por las preferencias hacia un hospedero en particular. A su vez, las características climáticas afectan el nivel poblacional, que para el caso de *C. capitata* resulta en poblaciones prácticamente indetectables durante el invierno y que en *A. fraterculus* la limita a zonas húmedas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alberti, A. C.; M. S. Rodríguez; P. Gómez-Cendra; B. O. Saidman and J. C. Vilardi. 2002. Evidence indicating that Argentinean populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) belong to a single biological species. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95: 505-512.

Alberti, A. C. 2004. Las poblaciones Argentinas de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) conforman una única especie biológica? Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Aluja, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: myths, realities and dreams. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 565-594.

Aluja, M. and P. Liedo. 1993. Fruit Flies, Biology and Management. Springer Verlag, New York.

Aluja, M. and A. L. Norrbom. 2000. Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of behavior. CRC Press. Washington DC.

APHIS. 2006. Trip report: Spanish Lemon Site Visit. USDA-Animal and Plant Health Inspection Services.

Back, E. A. and C. E. Pemberton. 1915. Susceptibility of citrus fruits to the attack of the Mediterranean fruit fly. *J. Agric. Res.* 3: 311-330.

Basso, A. and F. C. Manso. 2001. What does karyotypic variation within and between *Anastrepha fraterculus* populations really mean? En: *Actas del IV Congreso del Grupo de Trabajo en Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental*, Mendoza, Argentina, pp. 31.

Basso, A. L. 2003. Caracterización genética de los componentes del "complejo *Anastrepha fraterculus*" (Wied.) a través de análisis de la variabilidad cromosómica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Bateman, M. A. 1972. The Ecology of Fruit Flies. *Annu. Rev. Entomol.* 17:493-518.

Brown, A. D. y H. G. Grau. 1993. La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montaña. Colección Nuestros Ecosistemas. Proyecto GTZ. Salta, Argentina.

Cavalloro, R. 1989. Fruit flies of economic importance. A. A. Balkema, Róterdam, The Netherlands, pp. 87.

Christenson, L. D. and R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 171-192.

Costilla, M. A. 1967. Importancia de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.) en los citrus de Tucumán y su control. *Boletín Est. Exp. Agr. Tucumán* (Argentina) 105: 1-12.

Costilla, M. A.; H. J. Basco; C. Levi y V. M. Osorio. 1975. La mosca de la fruta y su control en quintas cítricas. *Est. Exp. Agr. Tucumán, Circular* 199: 1-8.

da Silva Branco, E. S., J. D. Vendramin y F. Denardi. 2000. Resistencia as Moscas-das-frutas em Fruteiras. En: Malavasi, A. y R.A. Zucchi [eds.], *Moscas-Das-Frutas de Importancia Economica no Brasil* 21: 161-167.

Domato, J. y H. Aramayo. 1947. Contribución al estudio de las moscas de las frutas en Tucumán. *Bol. Est. Exp. Agr. Tucumán* 60: 1-27.

Fletcher, B. S. 1989. Life history strategies of tephritid fruit flies. En: Robinson, A. and G. Hooper [eds.], *Fruit Flies. Their Biology, Natural Enemies and Control* V3B. Elsevier, Amsterdam, pp. 195-208.

Hernández-Ortiz, V.; J. A. Gómez-Amaya; A. Sánchez; B. A. McPherson and M. Aluja. 2004. Morphometric analysis of Mexican and South American populations of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae) and recognition of a distinct Mexican morphotype. *Bull. Entomol. Res.* 94: 487-499.

- Jaldo, H. E. 2001.** Estudios biológicos y poblacionales de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Liquido, N. J.; L. A. Shinoda and R. T. Cunningham. 1991.** Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 77: 1-52.
- Malavasi, A.; G. G. Rohwer and D. S. Campbell. 1994.** Fruit fly free areas: strategies to develop them. En: Calkins, C. O.; W. Klassen and P. Liedo [eds], Fruit flies and the sterile insect technique, CRC Press, Boca Raton, Fla, pp. 165-180.
- McPheron, B. A and G. J. Steck. 1996.** Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management. St. Lucie Press.
- Norrbom, A. L. 2004.** Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). [En línea]. Disponible en <http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephIntro.html> (Consultado Noviembre 2007).
- Norrbom, A. L. and K. C. Kim. 1988.** A list of the reported host plant of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). U.S. Dept. Agric. Animal Plant Health Inspection Service Miscellaneous Publication 81 (52), EEUU.
- Ovruski, S. M., P. Schliserman, and M. Aluja. 2003.** Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. J. Econ. Entomol. 96: 1108-1118.
- Petit-Marty, N. 1999.** Estudios sobre comportamiento reproductivo de dos poblaciones silvestres de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) de Argentina. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Argentina.
- Petit-Marty, N.; M. T. Vera; G. Calcagno; J. L. Cladera; D. F. Segura; A. Allinghi; M. Rodriguero; P. Gómez Cendra; M. M. Viscarret and J. C. Vilardi. 2004a.** Sexual behavior and mating compatibility among four populations of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) from Argentina. Ann. Entomol. Soc. Am. 97: 1320-1327.
- Petit-Marty, N.; M. T. Vera; G. Calcagno; J. L. Cladera and J. C. Vilardi. 2004b.** Lack of post-mating isolation between two populations of *Anastrepha fraterculus* from different ecological regions in Argentina, pp. 79-82. En Proceedings of the 6th International Fruit Fly Symposium, 6-10 May 2002, Stellenbosch, South Africa.
- Quayle, H. J. 1938.** Insects of Citrus and Other subtropical Fruits. Comstock Publishing Company, Inc. New York.
- Ratkovick, M y A. Nasca. 1953.** Infestación de las moscas de la fruta (*Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata*) en los citrus de la Provincia de Tucumán en el periodo noviembre 1952 - noviembre 1953. IDIA 71: 50-52.
- Robinson, A. S. and G. Hooper. 1989a.** Fruit flies; their biology, natural enemies and control. World Crop Pests, V3A. Elsevier Amsterdam.
- Robinson, A. S. and G. Hooper. 1989b.** Fruit flies; their biology, natural enemies and control. World Crop Pests, V3B. Elsevier Amsterdam.
- Robinson, A. S., G. Franz and K. Fisher. 1999.** Genetic sexing strains in the medfly, *Ceratitis capitata*: Development, Mass Rearing and Field Application. Trends in Entomol. 2: 81-104.
- Rust, E. W. 1918.** *Anastrepha fraterculus* (Wied.) - a severe menace to the southern United States. J. Econ. Entomol. 11: 457-467.
- Salles, L. A. B. 1995.** Bioecologia e Control da Moscas das Frutas Sul-Americanas. EMBRAPA-CPACT, Pelotas, Brasil.
- Schultz, E. F. 1938.** La lucha contra las moscas de las frutas en Tucumán. Rev. Ind. Agric. Tuc. 28: 171-172.
- Selivon, D.; A. L. P. Perondini and J. S. Morgante. 2005.** A genetic-morphological characterization of two cryptic species of the *Anastrepha fraterculus* complex (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 98: 367-381.
- Sheppard, W. S., G. J. Steck and B. A. McPheron. 1992.** Geographic populations of the medfly may be differentiated by mitochondrial DNA variation. Experientia 48:1010-1013.
- Smith-Caldas, M. R. B.; B. A. McPheron; J. G. Silva and R. A. Zucchi. 2001.** Phylogenetic relationships among species of the Fraterculus group (*Anastrepha*: Diptera: Tephritidae) inferred from DNA sequences of mitochondrial cytochrome oxidase I. Neotrop. Entomol. 30: 565-573.
- Spliter, G. H.; J. W. Armstrong and H. M. Couey. 1984.** Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): host status of commercial lemon. J. Econ. Entomol. 77: 1441-1444.
- Steck, G. J. 1998.** Taxonomic status of *Anastrepha fraterculus*. En: IAEA [ed.] TECDOC 1064, The South American Fruit Fly, *Anastrepha fraterculus* (Wied.); advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies, Vienna, Austria, pp. 13-20.
- Tan, K-H. 2000.** Area-wide control of fruit flies and other insect pests. Penerbit Universiti Sains Malaysia Press, Malasia.
- Vergani, A. R. 1952.** La mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata*. Boletín de Sanidad Vegetal 8 (22): 3- 17.
- White, I. M. and M. M. Elson-Harris. 1994.** Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Oxford, UK: CAB International, in association with ACIAR.
- Zuccardi, R.B. y G.S. Fadda. 1985.** Bosquejo Agrológico de la Provincia de Tucumán. Pub. Misc. 86, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.



Estudios básicos para el desarrollo de tratamientos cuarentenarios con frío para *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en cítricos de Argentina

E. Willink¹, G. Gastaminza¹,
M. C. Gramajo², A. Salvatore¹,
M. E. Villagrán¹, B. Carrizo¹,
A. Macián², R. Avila² y P. Favre²

Palabras clave: mosca del Mediterráneo, Mosca sudamericana de la fruta, medidas fitosanitarias regulatorias.

INTRODUCCIÓN

La apertura de algunos mercados potenciales para la producción cítrica del país está restringida por la presencia en nuestra región de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann), considerada una de las plagas más dañinas de la agricultura y en menor medida por la presencia de la mosca sudamericana de los frutos *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann).

Las organizaciones nacionales de protección vegetal tienen diferentes políticas para determinar las medidas fitosanitarias para una misma plaga. El Animal Plant and Inspection Service (APHIS) de Estados Unidos, ha estandarizado los tratamientos con frío para las diferentes especies de moscas de los frutos, independientemente de las variedades de la fruta y del país de origen del que se trate. En cambio, Japón requiere que cada país desarrolle sus propios tratamientos cuarentenarios, incluyendo todas las variedades que se quieran exportar.

Los antecedentes sobre investigaciones en tratamientos con frío se remontan a comienzos del siglo XX cuando Back y Pemberton (1916) estudiaron la influencia de las bajas temperaturas en los diferentes estados / estadios de desarrollo de *C. capitata* en duraznos y manzanas, concluyendo que las larvas del tercer esta-

dio eran las más tolerante al frío. Hill *et al.* (1988) trabajando con naranjas valencias arribaron a las mismas conclusiones. Gould (1996), trabajando con carambolas infestadas con huevos y larvas de *A. suspensa* no encontró diferencias entre estos estados de desarrollo. En contraste con las extensas investigaciones desarrolladas en *C. capitata*, no hay antecedentes de tratamientos con frío para *A. fraterculus*.

Desde 1996 la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) Tucumán, Argentina desarrolló diferentes investigaciones sobre tratamientos cuarentenarios con frío para el control de *C. capitata* y *A. fraterculus* para la apertura de nuevos mercados a su producción cítrica. En el presente trabajo se analizaron los resultados obtenidos en los últimos 10 años, para facilitar en un futuro el desarrollo de tratamientos con frío para cítricos.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Establecer el estado y / o estadio de desarrollo de *C. capitata* y *A. fraterculus* más tolerante al frío.
- Determinar la influencia de las variedades en la tolerancia al frío dentro de una misma especie cítrica.
- Comparar la tolerancia al frío entre *C. capitata* y *A. fraterculus*.

¹Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: ewillink@eeaoc.org.ar

²Ex Becarias EEAOC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar el estado y / o estadio de desarrollo más tolerante al frío de *C. capitata*, se realizaron ensayos de sensibilidad, comparando los mismos en cuatro variedades para diferentes especies cítricas. Para *A. fraterculus* se realizaron los mismos ensayos pero en una sola variedad dentro de las mismas especies cítricas.

Para establecer si las variedades dentro de cada especie cítrica incidían en la sensibilidad al frío en *C. capitata*, se compararon las larvas del tercer estadio de *C. capitata* en cuatro variedades de pomelos, en cinco de naranjas y en seis de mandarinas y sus híbridos. En el caso de *A. fraterculus*, se comparó el tercer estadio larval en tres variedades de naranjas, mandarinas e híbridos. La tolerancia al frío entre *C. capitata* y *A. fraterculus* se comparó para los tres estadios de desarrollo en una variedad por especie cítrica.

Especies de moscas de los frutos y estados / estadios de desarrollo

El material biológico utilizado en este trabajo fueron los estados inmaduros (huevos y larvas) de *C. capitata* y *A. fraterculus*, obtenidos de la cría de laboratorio de la EEOC, Tucumán Argentina. La cría de *C. capitata* se originó de la recolección de frutos infestados principalmente de naranjas y pomelos del Noroeste Argentino, mientras que la de *A. fraterculus* de la recolección principalmente de guayabas de Tucumán, Argentina. Cada verano se incorporó a la cría de laboratorio sangre silvestre mediante cuatro cruzamientos consecutivos hasta que se alcanzó un 93,75% de sangre silvestre. Cada generación fue sometida a un control de calidad donde se evaluaron parámetros como viabilidad de huevos, recupero huevo/pupa, peso de pupas, relación macho/hembra, habilidad de vuelo, longevidad de adultos y fecundidad de las hembras.

Los estados y/o estadios de desarrollo utilizados en los ensayos fueron: huevos (con más de la mitad del período embrional cumplido); larvas inmaduras, (larvas del primer y segundo estadio, L_1+L_2) y larvas maduras (larvas del tercer estadio, L_3).

Especies cítricas y variedades

Las especies y variedades cítricas utilizadas fueron: naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) variedades Washington Navel y Lanelate (dentro del grupo navel), Salustiana, Lue Gim Gong, y Valencia; pomelos (*Citrus paradisi* Macfadyen) variedades de pulpa roja, Rouge La Toma y Star Ruby, de pulpa rosada, Henninger's Ruby, y de pulpa blanca, Marsh Seedless; y mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco) y sus híbridos Clemenules,

Marisol y Hernandina (dentro del grupo clementinas), Nova, Ellendale y Murcott.

Temperatura de las pruebas

La temperatura de las pruebas fue de $2 \pm 0,5^\circ\text{C}$. La temperatura se registró automáticamente cada hora por medio de ocho sensores de pulpa por tratamiento. Las pruebas se iniciaron cuando más de la mitad de los sensores marcaron 2°C o menos.

Tratamientos

Se evaluaron de 6 a 8 tiempos de exposición al frío (tratamientos) para los diferentes estados y/o estadios de desarrollo. Cada tratamiento incluyó más de 200 individuos viables por cada uno de los estados / estadios de desarrollo mencionados anteriormente; cada ensayo se repitió tres veces. Los frutos fueron inoculados artificialmente con 35 huevos o larvas por frutas. A los frutos se les cortó la parte superior y se colocaron los huevos o larvas en la pulpa sellándose el fruto posteriormente con parafina (Figs. 1, 2 y 3). Los frutos inoculados con larvas inmaduras y maduras fueron colocadas en cámaras a 25°C durante 24 horas para alcanzar la

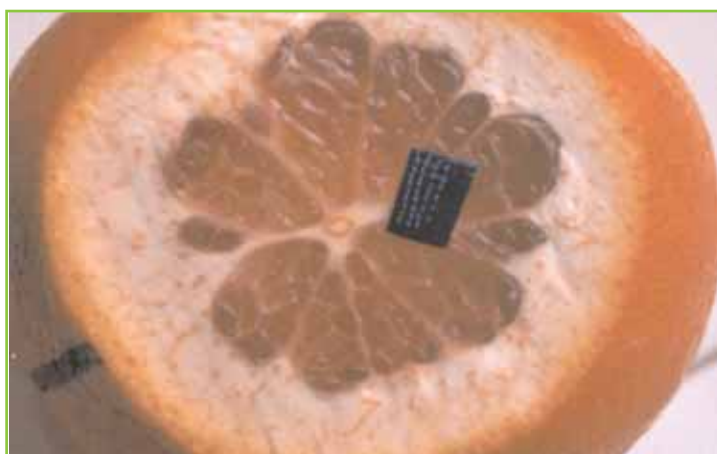


Figura 1. Inoculación del fruto con huevos de *C. capitata*



Figura 2. Detalles de la técnica de inoculación.



Figura 3. Fruto inoculado con larvas del tercer estadio.



Figura 4. Larvas del tercer estadio muertas por acción del frío.

adaptación de las larvas en el interior del fruto; posteriormente se introdujeron en la cámara de frío. Los huevos se inocularon el mismo día en que fueron introducidos en la cámara. Después del período de exposición al frío, los frutos conteniendo las larvas inmaduras y maduras fueron colocadas en cámaras a 25°C y revisadas después de

48 horas; las larvas que no presentaron movimientos fueron consideradas muertas (Fig. 4). Los frutos conteniendo huevos fueron revisados cinco días después; si hubo eclosión de larvas el huevo fue considerado viable.

Determinación de insectos viables

Para determinar el número mínimo de 200 individuos viables por tratamiento, se separó una porción de los frutos inoculados como testigos antes de introducir el resto de los frutos en la cámara de frío. La revisión de los huevos se realizó cinco días después de mantener los mismos a 25°C, mientras que para las larvas se determinó el mismo día en el que los frutos se introdujeron en la cámara de frío. El número total de insectos viables resultó de restar al total de insectos inoculados la proporción de insectos muertos en el testigo. La mortalidad fue corregida por el método de Abbot's.

Análisis estadístico

Los datos de mortalidad fueron analizados por el método Probit (Finney 1971), comparando los tiempos letales 50 (TL 50) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Si dichos intervalos no se superponían, fueron considerados diferentes. El estadio o variedad más tolerante fue aquella que mostró el mayor tiempo letal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis Probit para los diferentes estados / estadios de desarrollo de *C. capitata* en las diferentes variedades de naranjas, pomelos y mandarinas y sus híbridos se muestran en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente. Los resultados de los análisis Probit para los estados /

Tabla 1. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *C. capitata* en cuatro variedades de naranja.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Valencia	I	1,205	0,715 - 1,621	3,966	3,659 - 4,229	7,400	6,181 - 8,364
	II	2,268	1,180 - 2,693	3,936	3,263 - 4,424	6,400	4,939 - 7,673
	III	1,036	0,747 - 1,290	4,162	3,792 - 4,485	6,283	5,371 - 7,122
Lue Gim Gong	I	1,261	1,036 - 1,463	4,665	4,336 - 4,967	5,829	5,415 - 6,241
	II	3,374	2,651 - 4,037	4,765	4,032 - 5,422	5,937	5,745 - 6,126
	III	3,839	3,266 - 4,321	4,524	3,892 - 5,067	5,541	5,070 - 5,982
Salustiana	I	1,425	0,856 - 1,885	3,712	3,373 - 4,054	5,667	4,919 - 6,295
	II	1,523	0,999 - 1,961	3,606	3,161 - 4,059	5,735	5,253 - 6,168
	III	2,104	1,717 - 2,429	5,348	4,647 - 5,925	5,775	5,333 - 6,172
Washington Navel	I	2,730	2,278 - 3,139	2,945	2,153 - 3,590	5,303	4,853 - 5,712
	II	2,647	1,893 - 3,250	2,768	2,007 - 3,377	5,203	4,960 - 5,432
	III	2,766	2,247 - 3,189	2,399	1,558 - 3,038	5,641	5,200 - 6,044

Tabla 2. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *C. capitata* en cuatro variedades de pomelo.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Marsh seedless	I	3,751	2,349 - 4,859	4,272	2,715 - 5,056	6,910	5,562 - 7,891
	II	4,032	3,480 - 4,796	3,618	3,152 - 3,965	6,765	6,391 - 7,111
	III	1,686	1,492 - 1865	3,788	2,710 - 4,441	6,961	6,674 - 7,225
Star Ruby	I	3,701	3,275 - 4,109	3,829	3,043 - 4,187	7,169	6,514 - 7,731
	II	3,376	2,622 - 4,056	3,473	2,827 - 3,911	6,724	5,746 - 7,485
	III	2,461	1,954 - 2,913	3,494	2,967 - 3,831	6,387	5,288 - 7,340
Henninger's Ruby	I	1,117	0,688 - 1,488	4,194	3,838 - 4,491	5,650	4,700 - 6,457
	II	1,230	0,666 - 1,704	4,113	3,932 - 4,279	6,133	5,630 - 6,622
	III	3,480	2,891 - 4,042	4,204	3,925 - 4,446	5,602	5,384 - 5,819
Rouge La Toma	I	2,036	1,315 - 2,703	3,534	2,881 - 4,004	5,646	5,035 - 6,233
	II	2,145	1,781 - 2,451	3,662	2,951 - 4,123	5,231	4,129 - 6,158
	III	1,877	1,145 - 2,540	2,888	2,386 - 3,251	5,387	4,379 - 6,267

Tabla 3. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *C. capitata* en seis variedades de mandarina.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Nova	I	1,690	1,432 - 1,927	3,254	2,381 - 4,022	5,888	5,016 - 6,648
	II	1,755	1,651 - 1,857	3,888	3,294 - 4,458	6,495	6,271 - 6,711
	III	1,818	1,600 - 2,023	4,702	4,313 - 5,053	5,965	5,115 - 6,695
Ellendale	I	0,915	0,326 - 1,405	3,409	3,040 - 3,757	4,782	4,174 - 5,305
	II	1,048	0,384 - 1,581	3,591	3,200 - 3,962	4,614	3,961 - 5,159
	III	1,188	0,522 - 1,713	3,234	2,493 - 3,889	5,443	5,021 - 5,823
Murcott	I	1,969	1,740 - 2,173	5,102	4,607 - 5,545	6,340	5,821 - 6,816
	II	1,974	1,847 - 2,093	4,965	4,143 - 5,662	6,530	5,732 - 7,234
	III	1,974	0,619 - 2,991	3,666	2,781 - 4,422	6,955	5,711 - 7,936
Clemenule	I	2,724	1,488 - 3,737	2,033	1,847 - 2,201	5,635	5,325 - 5,923
	II	2,323	1,536 - 2,931	2,217	1,588 - 2,724	4,454	3,965 - 4,860
	III	2,066	0,780 - 3,167	2,491	2,239 - 2,710	5,330	4,913 - 5,709
Hernandina	I					5,607	5,386 - 5,818
	II		N / D		N / D	5,513	5,140 - 5,856
	III					5,097	4,613 - 5,528
Marisol	I					5,282	4,833 - 5,690
	II		N / D		N / D	4,871	4,290 - 5,356
	III					5,334	4,903 - 5,716

Tabla 4. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *A. fraterculus* en tres variedades de naranja.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Valencia	I	1,634	0,871 - 2,212	3,859	3,527 - 4,133	5,866	5,488 - 6,210
	II	1,860	1,141 - 2,434	3,671	2,990 - 4,145	6,097	5,250 - 6,827
	III	1,775	1,054 - 2,339	3,892	3,513 - 4,201	5,368	4,663 - 5,964
Salustiana	I					4,382	3,204 - 5,265
	II		N / D		N / D	4,340	3,153 - 5,218
	III					4,535	3,369 - 5,410
Washington	I					5,821	5,317 - 6,267
	II		N / D		N / D	5,762	5,047 - 6,382
	III					5,425	4,982 - 5,823

Tabla 5. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *A. fraterculus* en pomelo.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Heninnger's Ruby	I	1,803	0,975 - 2,455	4,174	3,243 - 4,761	6,171	5,429 - 6,853
	II	2,510	1,531 - 3,250	3,591	2,488 - 4,120	6,279	5,859 - 6,863
	III	2,217	0,790 - 3,242	4,109	3,306 - 4,602	6,972	5,707 - 7,949

Tabla 6. Sensibilidad al frío de los diferentes estados de *A. fraterculus* en tres variedades de mandarina.

Estado		Huevos		Larva inmadura		Larva madura	
Variedades	Rep.	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%	TL 50	IC 95%
Murcott	I	4,902	1,011 - 6,986	3,724	2,787 - 4,598	6,031	4,252 - 7,439
	II	2,643	1,634 - 3,724	4,016	3,314 - 4,598	6,245	4,880 - 7,319
	III	2,366	1,636 - 2,971	2,993	2,361 - 3,529	5,788	5,220 - 6,290
Hernadine	I	4,957		4,249		6,106	3,967 - 7,584
	II	5,115		2,452		5,341	4,070 - 6,332
	III	4,840		3,120		5,888	4,890 - 6,722
Ellendale	I					5,96	4,874 - 6,690
	II		N / D		N / D	5,451	1,135 - 7,704
	III					5,166	4,837 - 5,464

estadios de desarrollo de *A. fraterculus* en naranjas, pomelos, mandarinas y sus híbridos, se muestran en las Tablas 4, 5 y 6 respectivamente.

Ensayos de sensibilidad al frío para los estados / estadios de desarrollo de *C. capitata*

Los resultados de los ensayos de sensibilidad para los estados / estadios de desarrollo de *C. capitata* en pomelos no mostraron diferencias entre huevos y larvas inmaduras en todas las variedades, pero si se encontraron diferencias entre estos estados y las larvas maduras. En mandarinas y sus híbridos, no hubo diferencias entre los estados de huevos y larvas inmaduras en Murcott y Clemenule, mientras que se encontraron diferencias en Ellendale y Nova. Todas las variedades mostraron diferencias significativas entre las larvas inmaduras y las maduras a excepción de Ellendale. En naranjas, la comparación entre huevos y larvas inmaduras mostraron diferencias en las variedades Valencia y Salustiana, no encontrándose diferencias en las otras dos variedades. Al comparar las larvas inmaduras con las maduras se encontraron diferencias significativas en todas las variedades a excepción de Salustiana.

Los datos obtenidos mostraron que las larvas del tercer estadio de *C. capitata* son las más tolerantes al frío, lo que coincide con los resultados de Back y Pemberton (1916) y Hill *et al.* (1988).

Ensayos de sensibilidad al frío para los estados / estadios de desarrollo de *A. fraterculus*.

Los resultados de los ensayos de sensibilidad para los estados de desarrollo de *A. fraterculus* en pomelos no mostraron diferencias entre los huevos y las larvas inmaduras, pero si hubo diferencias entre estos estados y las larvas maduras. En mandarinas y sus híbridos no se encontraron diferencias entre huevos, larvas inmaduras y larvas maduras. En naranjas la comparación entre huevos y larvas inmaduras mostraron diferencias significativas al igual que entre las larvas inmaduras y maduras.

Los resultados obtenidos mostraron el mismo patrón que en *C. capitata*, donde la larva del tercer estadio es el estadio de desarrollo más tolerante al frío.

Incidencia de las variedades en la sensibilidad al frío de las larvas maduras de *C. capitata*

Al comparar la sensibilidad al frío de las larvas del tercer estadio en diferentes variedades dentro de una misma especie cítrica (seis variedades de mandarinas, cinco de naranjas, cuatro de pomelos), no se encontraron diferencias entre ellas.

Incidencia de las variedades en la sensibilidad de las larvas maduras de *A. fraterculus*.

No se encontraron diferencias en la sensibilidad de las larvas del tercer estadio de *A. fraterculus* dentro de las tres variedades e híbridos de mandarinas ni en las tres variedades de naranjas.

Tolerancia al frío entre *C. capitata* y *A. fraterculus*

No se encontraron diferencias al comparar la sensibilidad al frío entre las larvas del tercer estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus* en cada una de las tres especies cítricas analizadas. Estos resultados difieren de lo establecido por el APHIS que requiere un tratamiento mayor para los frutos infestados con diferentes especies del género *Anastrepha*, respecto al de *C. capitata* (APHIS 2006).

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir:

A.- Las larvas del tercer estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus* son el estadio más tolerante al frío.

B.- Las variedades dentro de una misma especie cítrica no incidieron en la sensibilidad al frío de las larvas del tercer estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus*.

C.- La sensibilidad al frío de las larvas del

tercer estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus* no presentaron diferencias entre sí.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Animal and Plant Health Inspection Service - Plant Protection and Quarantine (APHIS-PPQ).

Treatment manual. 2006. [En línea]. Disponible en http://www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/online_manuals.html (Consultado Septiembre de 2006).

Back, E. A. and C. E. Pemberton. 1916. Effect of cold storage temperatures upon the Mediterranean fruit fly. J. Agric. Res. 5 (15): 657 - 666.

Finney, D. J. 1971. Probit analysis. 3rd ed. Cambridge Univ., New York.

Gould, W. P. 1996. Cold treatment the Caribbean fruit fly and carambolas. En: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.), Fruit fly pests. A world assessment of their biology and management, St. Lucie Press, Florida, pp. 489 - 493.

Hill, A. R.; C. J. Rigney and A. N. Sproul. 1988. Cold storage of oranges as a disinfestation treatment against the fruit flies *Dacus tryoni* (Froggatt) and *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 81 (1): 257 - 260.



Tratamientos con frío para el control de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* para la exportación de cítricos

G. Gastaminza¹, E. Willink¹, M.C. Gramajo²,
A. Salvatore¹, M.E. Villagrán¹, B. Carrizo¹,
A. Macián², R. Avila², P. Favre², S. Toledo¹,
M.F. García Degano¹, M.G. Socías¹
y A. Oviedo¹

Palabras clave: Mosca del Mediterráneo, Mosca sudamericana de las frutas, medidas regulatorias fitosanitarias.

INTRODUCCIÓN

La comercialización de productos frutihortícolas de regiones con moscas de los frutos como *Ceratitis capitata* (Wiedemann) y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) hacia regiones libres de ellas, están reguladas por las organizaciones fitosanitarias de cada país. Estas, para permitir el ingreso de productos considerados hospederos, realizan análisis de riesgo de plagas que pueden concluir en muchos casos con la exigencia de implementar sistemas de mitigación de riesgo o tratamientos cuarentenarios por medios físicos o químicos. Las organizaciones nacionales de protección vegetal tienen diferentes políticas para determinar las medidas fitosanitarias para una misma plaga. Recientemente Estados Unidos a través del Animal Plant and Inspection Service (APHIS, 2006), modificó los tratamientos cuarentenarios con frío requeridos a terceros países. Dichos tratamientos son independientes del producto que se quiera exportar o del país de origen del mismo para una determinada especie plaga. Japón a través del Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, (MAFF, 1996), requiere que cada país desarrolle sus propios tratamientos cuarentenarios, motivo por el cual aprobó diferentes tratamientos para una misma especie vegetal. A modo de ejemplo se pueden citar los tratamientos vigentes para naran-

jas de diferentes países; para las provenientes de España el tratamiento es de 17 días a 2°C, para Israel pueden ser de 14 o 16 días a temperaturas de 0,5°C o 1,5°C respectivamente, mientras que para las de Australia es de 16 días a 1°C. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un tratamiento a 2°C para el control cuarentenario de *C. capitata* y *A. fraterculus* en diferentes especies cítricas para la exportación a Japón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del tratamiento cuarentenario se realizó en dos etapas. En la primera, denominada pruebas de desinsectación en pequeña escala, se determinó la duración del tratamiento en base a la eliminación de 3.000 insectos viables del estadio más tolerante al frío (larvas del tercer estadio, ver capítulo III). En la segunda, denominada prueba de desinsectación en gran escala, se confirmó la duración del tratamiento en base a la eliminación de 30.000 larvas viables del tercer estadio.

Tratamientos

En las pruebas de desinsectación en pequeña escala, se evaluaron seis tiempos de exposición al frío (tratamientos). Cada tratamiento incluyó más de 3.000 individuos viables y los ensayos se repitieron tres veces. Cada fruto fue inoculado artificial-

¹ Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC). Avda. William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: ggastaminza@eeaoc.org.ar

² Ex becarias EEAOC

mente con 35 larvas del tercer estadio. A los frutos se les cortó la parte superior y se colocaron las larvas en la pulpa sellándose el fruto posteriormente con parafina. Los frutos inoculados fueron colocados en cámaras a 25°C durante 24 horas para alcanzar la adaptación de las larvas en el interior del fruto; posteriormente fueron introducidos en la cámara de frío. Después del período de exposición al frío, los frutos conteniendo las larvas maduras fueron colocados en cámaras a 25°C y revisados a las 48 horas. Las larvas que no presentaron movimientos fueron consideradas muertas.

En las pruebas de desinsectación en gran escala se evaluó un solo tiempo de exposición (tratamiento) en el que se trataron más de 10.000 insectos viables por repetición. Cada ensayo se repitió tres veces. Los frutos en el interior de la cámara de frío, fueron colocados en cajas de cartón constituyendo un pallet, que semeja las condiciones de exportación (Figs. 1 y 2). La forma de inoculación de los frutos, período de ambientación de las larvas y evaluación de los tratamientos fueron similares a los descritos en las pruebas de desinsectación en pequeña escala.



Figura 1. Ubicación de los frutos inoculados en las pruebas de desinsectación a pequeña escala.



Figura 2. Distribución de las cajas de frutas con los sensores de pulpa de fruta simulando un pallet de exportación.

Determinación de insectos viables

Para establecer el número mínimo de insectos viables (3.000) por tratamiento, en las pruebas de desinsectación en pequeña escala, se separó una porción de los frutos inoculados como testigos (100 frutos). Estos fueron revisados el mismo día en el que los frutos se introdujeron en la cámara de frío. El número total de insectos viables resultó de restar al total de insectos inoculados la proporción de insectos muertos en el testigo. La mortalidad fue corregida por el método de Abbot's. Para las pruebas de desinsectación en gran escala se repitió la misma metodología, con la salvedad que el número de insectos viables por tratamiento fue superior a 10.000.

Especies de moscas de los frutos y estadio de desarrollo

El material biológico utilizado en este trabajo fueron larvas del tercer estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus*, obtenidos de la cría de laboratorio de la EEAOC, Tucumán Argentina.

Especies cítricas y variedades

Las especies y variedades cítricas utilizadas en las pruebas de desinsectación en pequeña y gran escala para *C. capitata* fueron: naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) variedad Valencia; pomelos (*Citrus paradisi* Macfadyen) variedades, Rouge La Toma y Star Ruby y mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco) Murcott. Para *A. fraterculus* se trabajó en naranjas variedad Valencia.

Temperatura de las pruebas

La temperatura de las pruebas fue de $2 \pm 0,5^\circ\text{C}$. La temperatura se registró automáticamente cada hora por medio de ocho sensores de pulpa por tratamiento. Las pruebas se iniciaron cuando más de la mitad de los sensores marcaron 2°C o menos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de desinsectación en pequeña escala (determinación de la duración del tratamiento).

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *C. capitata* se muestran en las Tablas 1, 2 y 3 para pomelos, naranjas y mandarinas respectivamente. Los resultados para *A. fraterculus* en naranjas se muestran en la Tabla 4.

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *C. capitata* en pomelos mostraron que no se encontraron larvas vivas a partir de los 18 días de tratamiento.

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *C. capitata* en naranjas mostraron que no se encontraron larvas vivas a partir de los 20 días de tratamiento.

Tabla 1. Pruebas de desinsectación en pequeña escala. Larvas vivas de *C. capitata* en pomelos.

Repetición	Insectos viables	Tratamientos (días)					
		16	17	18	19	20	21
I	3.267	0	0	0	0	0	0
II	3.247	0	1	0	0	0	0
III	3.400	2	0	0	0	0	0

Tabla 2. Pruebas de desinsectación en pequeña escala. Larvas vivas de *C. capitata* en naranjas.

Repetición	Insectos viables	Tratamientos (días)					
		17	18	19	20	21	22
I	3.198	1	1	0	0	0	0
II	3.215	1	0	1	0	0	0
III	3.328	3	0	0	0	0	0

Tabla 3. Pruebas de desinsectación en pequeña escala. Larvas vivas de *C. capitata* en mandarinas.

Repetición	Insectos viables	Tratamientos (días)				
		20	21	22	23	24
I	3.451	2	1	0	0	0
II	3.377	1	0	0	0	0
III	3.419	1	0	0	0	0

Tabla 4. Pruebas de desinsectación en pequeña escala. Larvas vivas de *A. fraterculus* en naranjas.

Repetición	Insectos viables	Tratamientos (días)				
		18	19	20	21	22
I	3.266	0	1	0	0	0
II	3.121	4	1	0	0	0
III	3.304	1	1	0	0	0

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *C. capitata* en mandarinas mostraron que no se encontraron larvas vivas a partir de los 22 días de tratamiento.

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *A. fraterculus* en naranjas mostraron que no se encontraron larvas vivas a partir de los 20 días de tratamiento.

Pruebas de desinsectación en gran escala (confirmación de la duración del tratamiento).

Los resultados de las pruebas de desinsectación en pequeña escala para *C. capitata* se muestran en las Tablas 5, 6, y 7 para pomelos, naranjas y mandarinas respectivamente. Los resultados para *A. fraterculus* en naranjas se muestran en la Tabla 8.

Del análisis de los datos obtenidos en las pruebas de desinsectación en gran escala en pomelos, se observó que luego de tratar 36.052 larvas del tercer estadio a $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 19 días, no se encontraron larvas vivas. La eficacia del tratamiento fue del 99,99% con un nivel de confianza del 97,28%.

Del análisis de los datos obtenidos en las pruebas de desinsectación en gran escala en naranja, se observó que luego de tratar 35.781 larvas del tercer estadio a $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 21 días, no se encontraron larvas vivas. La eficacia del tratamiento fue del 99,99% con un nivel de confianza del 97,21%.

Del análisis de los datos obtenidos en las pruebas de desinsectación en gran escala en naranja, se observó que luego de tratar 36.240 larvas del tercer estadio a $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 23 días, no se encontra-

Tabla 5. Pruebas de desinsectación en gran escala. Determinación de la mortalidad de larvas del tercer estadio de *C. capitata* en pomelos.

Repetición	Duración del tratamiento (días)	Insectos viables	Insectos vivos pos tratamiento	% Mortalidad
I	19	11.592	0	100%
II	19	12.004	0	100%
III	19	12.456	0	100%
Total		36.052	0	100%

Tabla 6. Pruebas de desinsectación en gran escala. Determinación de la mortalidad de larvas del tercer estadio de *C. capitata* en naranjas.

Repetición	Duración del tratamiento (días)	Insectos viables	Insectos vivos pos tratamiento	% Mortalidad
I	21	11.731	0	100%
II	21	12.051	0	100%
III	21	11.999	0	100%
Total		35.781	0	100%

Tabla 7. Pruebas de desinsectación en gran escala. Determinación de la mortalidad de larvas del tercer estadio de *C. capitata* en mandarinas.

Repetición	Duración del tratamiento (días)	Insectos viables	Insectos vivos pos tratamiento	% Mortalidad
I	23	12.132	0	100%
II	23	12.060	0	100%
III	23	12.048	0	100%
Total		36.240	0	100%

Tabla 8. Pruebas de desinsectación en gran escala. Determinación de la mortalidad de larvas del tercer estadio de *A. fraterculus* en naranjas.

Repetición	Duración del tratamiento (días)	Insectos viables	Insectos vivos pos tratamiento	% Mortalidad
I	21	11.366	0	100%
II	21	10.042	0	100%
III	21	10.602	0	100%
Total		32.010	0	100%

ron larvas vivas. La eficacia del tratamiento fue del 99,99% con un nivel de confianza del 97,33%.

Del análisis de los datos obtenidos en las pruebas de desinsectación en gran escala en naranjas, se observó que luego de tratar 32.010 larvas del tercer estadio a $2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 21 días, no se encontraron larvas vivas. La eficacia del tratamiento fue del 99,99% con un nivel de confianza del 95,93%.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye:

A.- Un tratamiento de 19 días a 2°C o menos, garantiza la eliminación de todos los estados inmaduros de huevo y larvas de *C. capitata* en pomelos.

B.- Un tratamiento de 21 días a 2°C o menos, garantiza la eliminación de todos los estados inmaduros de huevo y larvas de

C. capitata y *A. fraterculus* en naranjas.

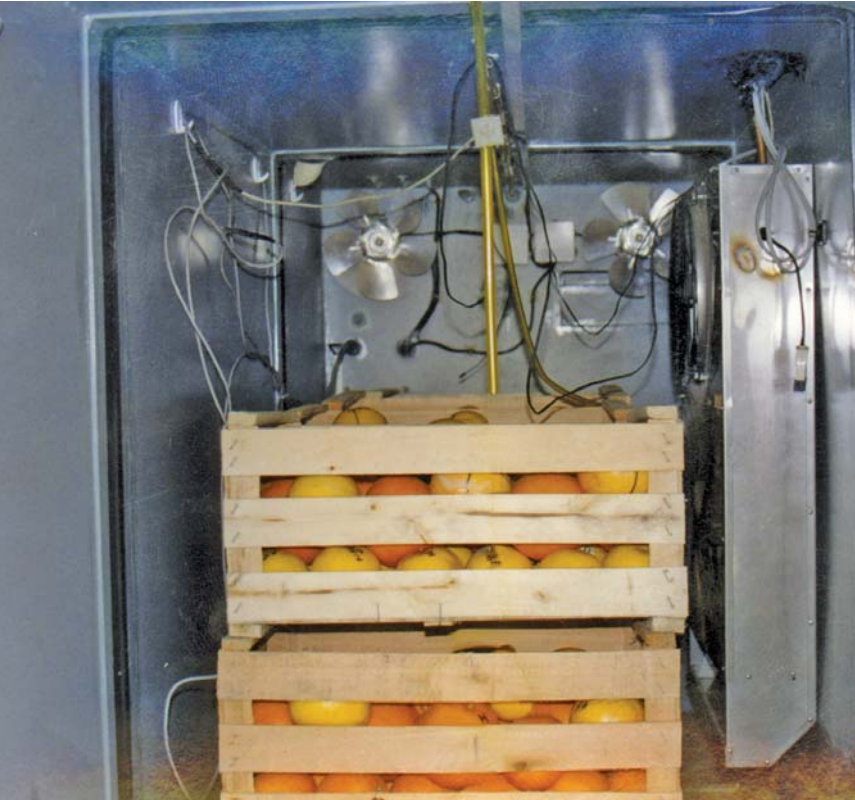
C.- Un tratamiento de 23 días a 2°C o menos, garantiza la eliminación de todos los estados inmaduros de huevo y larvas de *C. capitata* en mandarinas.

D.- Los tratamientos cuarentenarios con frío para *C. capitata* y *A. fraterculus*, en naranjas son iguales.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Animal and Plant Health Inspection Service - Plant Protection and Quarantine (APHIS-PPQ). Treatment manual. 2006.** [En línea]. Disponible en http://www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/online_manuals.html (Consultado Septiembre de 2006).
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF). 1996.** Cold treatment. En: MAFF (ed.), Textbook of plant quarantine treatments, Tokio, Japan, pp. 136 -144.





Tratamientos cuarentenarios con bromuro de metilo para el control de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en cítricos.

Willink, E.¹; B. Carrizo¹ y S. Toledo¹

Palabras clave: mosca sudamericana de los frutos, mosca del Mediterráneo.

INTRODUCCIÓN

La mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann.), y la mosca sudamericana de la fruta *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann.), son plagas importantes presentes en las regiones cítricas de Argentina, que afectan a los cítricos dulces como naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), pomelos (*C. paradisi* Macfadyn), mandarinas (*C. reticulata* Blanco) y naranja agria (*C. aurantium* L. (Rootstock)).

El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) de nuestro país, exige la aplicación de un tratamiento cuarentenario para la comercialización de aquellos cítricos producidos en regiones con *C. capitata* o *A. fraterculus* y con destino a las áreas libres o con programas de control y erradicación de moscas de los frutos en curso (regiones de Patagonia y Cuyo respectivamente). La resolución 601/01 del SENASA, estableció para los cítricos, un tratamiento con Bromuro de Metilo con una dosis de 40 g/m³, durante 2 horas, en un rango de temperatura de 21 a 29°C.

Diversos autores trabajaron en el desarrollo de tratamientos cuarentenarios con bromuro de metilo para *C. capitata* en diferentes especies frutales como cerezas, duraznos, nectarinas, peras y ciruelas, utilizando huevos como el estado de desarrollo de la mosca del Mediterráneo más toleran-

te al Bromuro de Metilo (Spitler y Couey, 1983; Armstrong y Couey, 1984). Para *A. fraterculus* no hay antecedentes respecto a su respuesta frente al Bromuro de Metilo.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un tratamiento con Bromuro de Metilo a 15°C para el control de *C. capitata* y *A. fraterculus* en cítricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico:

Se utilizaron los estados juveniles de huevos y larvas de *C. capitata* y *A. fraterculus*. Dicho material se obtuvo de las crías de laboratorio de la EEAOC, Tucumán Argentina. La cría de *C. capitata* se originó de la recolección de frutos infestados principalmente de naranjas y pomelos del Noroeste Argentino, mientras que la de *A. fraterculus* de la recolección principalmente de *Psidium guajava* L. de Tucumán, Argentina. Cada verano se incorporó a la cría de laboratorio sangre silvestre mediante cuatro cruzamientos consecutivos hasta que se alcanzó un 93,75% de sangre silvestre. Cada generación fue sometida a controles de calidad donde se evaluaron parámetros como viabilidad de huevos, recupero huevo/pupa, peso de pupas, relación macho:hembra, habilidad de vuelo, longevidad de adultos y fecundidad de las hembras.

¹Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: ewillink@eeaoc.org.ar

Especies y variedades cítricas:

Los ensayos se realizaron en tres especies cítricas: naranjas, pomelos y mandarinas y sus híbridos. Dentro de cada una de las especies cítricas se emplearon diferentes variedades.

Metodología de inoculación:

Para la inoculación de las frutas, se utilizaron diferentes metodologías según la especie de mosca. Para *A. fraterculus*, las frutas fueron inoculadas artificialmente con 50 huevos o larvas por fruta. A las frutas se les cortó la parte superior y se colocaron los huevos o larvas en la pulpa sellándose la fruta posteriormente con parafina. Las frutas inoculadas fueron colocadas en cámaras a 15°C durante 24 horas para alcanzar la adaptación de las larvas en el interior del fruto. Posteriormente se introdujeron las frutas en las cámaras de fumigación de Bromuro de Metilo. Para *C. capitata* la inoculación de larvas se realizó de la forma descrita anteriormente, mientras que los huevos se inoculaban en forma natural. Para ello se colocaron de 40 a 60 frutos durante dos horas en una jaula (0,7 m. de largo, 0,60 m. de ancho y 0,42 m. de alto) conteniendo 2.000 hembras grávidas. Las frutas a ser fumigadas con huevos se incubaron por 36 horas a 25°C.

Determinación de insectos viables:

Para determinar el número mínimo de individuos viables por tratamiento, se separó una muestra de los frutos inoculados antes de introducirlos en la cámara de fumigación. Se revisó la fruta y se contó el número de individuos vivos. En el caso de los huevos, se incubó la fruta por tres días antes de revisarla; solo los huevos de los que eclosionó una larva fueron considerados viables. El número total de insectos viables resultó de restar al total de insectos inoculados el número de insectos muertos. La mortalidad fue corregida con el método de Abbott's.

Desarrollo y confirmación del tratamiento:

Los tratamientos se desarrollaron en tres etapas. En la primera se realizaron las pruebas de sensibilidad para determinar el estado o estadio más tolerante al Bromuro de Metilo. En la segunda se determinaron las condiciones del tratamiento como ser dosis y tiempos de exposición (pruebas en pequeña escala). Por último en la tercera, se confirmó la dosis y duración del tratamiento analizando más individuos (pruebas a gran escala).

I.- Pruebas de sensibilidad para determinar el

estado y/o estadio de *C. capitata* y *A. fraterculus* más tolerante al Bromuro de Metilo.

Para determinar el estado y/o estadio de desarrollo más tolerante al bromuro de metilo de *C. capitata* y *A. fraterculus*, se realizaron ensayos de sensibilidad, comparando los mismos en una variedad por especie cítrica. En el caso de *A. fraterculus* se evaluaron los estados de huevo (con más de la mitad del período embrional cumplido), larvas inmaduras (larvas del primer y segundo estadio, L1+L2), larvas maduras jóvenes (larvas del tercer estadio recién mudadas L3j) y larvas maduras viejas (larvas del tercer estadio próximas a empujar L3v). En el caso de *C. capitata* se evaluaron huevos (con más de la mitad del período embrional cumplido), larvas inmaduras (larvas del primer y segundo estadio, L1+L2) y larvas maduras (larvas del tercer estadio, L3). Dentro de las larvas maduras no se diferenciaron entre larvas jóvenes y viejas. Se evaluaron más de 200 individuos viables de cada uno de los estados y/o estadios de desarrollo mencionados anteriormente por repetición. Cada ensayo se repitió tres veces. Para *C. capitata* se evaluaron cuatro dosis de bromuro de metilo (16, 24, 32, 40 g/m³), mientras que para *A. fraterculus* las dosis evaluadas fueron siete (8, 12, 16, 24, 32, 40 y 48 g/m³). El tiempo de exposición en todos los casos fue de dos horas.

II. Pruebas a pequeña escala:

Para determinar las condiciones de fumigación necesarias para el desarrollo de un tratamiento cuarentenario (dosis y tiempo de exposición) se realizaron las pruebas de desinsectación en pequeña escala. Se inoculaban frutos con individuos pertenecientes al estado y/o estadio de desarrollo más tolerante al Bromuro de Metilo los cuales se sometieron a distintas dosis y/o tiempos de exposición. Para el caso de *C. capitata* se evaluaron una dosis de 48 g/m³ con dos tiempos de exposición (3.5 y 4.0 horas) y una dosis de 56 g/m³ con tres tiempos de exposición (3.0, 3.5 y 4.5 horas). En *A. fraterculus* se evaluaron una dosis de 40 g/m³ con tres tiempos de exposición (2.0, 3.0 y 3.5 horas), una dosis de 48 g/m³ con cuatro tiempos de exposición (2.0, 3.0, 3.5 y 4.0 horas) y una dosis de 56 g/m³ con un tiempo de dos horas y media. Cada tratamiento se repitió tres veces con más de 3.000 insectos viables en cada una. Los ensayos se realizaron en una variedad por especie cítrica.

III. Pruebas a gran escala

Para confirmar la duración y la dosis del tratamiento cuarentenario se realizaron pruebas a gran escala para aquellos tratamientos en los que con el menor tiempo de exposición a una determinada dosis no se registraron individuos vivos. Las pruebas se repitieron tres veces y en cada repetición se evaluaron más de 10.000 individuos viables.

Temperatura de las pruebas

La temperatura de todos los ensayos realizados fue de $15 \pm 1^\circ\text{C}$.

Determinación de la efectividad de los tratamientos:

Después de realizada la fumigación, las frutas conteniendo las larvas inmaduras y maduras fueron colocadas en cámaras a 25°C y revisadas a las 72 horas. Las larvas que no presentaron movimientos fueron consideradas muertas. La fruta que contenía los huevos fue disectada y se sembraron los huevos en cámaras húmedas. Diariamente se contó el número de huevos de los que no habían emergido larvas hasta que se obtuvieron dos lecturas consecutivas iguales.

Análisis estadístico

Los datos de mortalidad para las pruebas de sensibilidad fueron analizados por el método Probit (Finney, 1971), comparando las dosis letales 50 (DL 50) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Si dichos intervalos no se superponían, fueron considerados diferentes. El estado y/o estadio más tolerante fue aquel que mostró la mayor dosis letal. En las pruebas para determinar la dosis y duración de los tratamientos (pruebas a pequeña y gran escala), no se realizaron análisis estadísticos ya que el objetivo fue lograr el 100 % de mortalidad.

Tabla 1. Sensibilidad al bromuro de metilo de los diferentes estados y/o estadios de desarrollo de *C. capitata* en pomelos, mandarinas y naranjas.

Especie cítrica	Repetición	Huevo		Larvas inmaduras (L1+L2)		Larvas maduras (L3)	
		DL50	IC 95%	DL50	IC 95%	DL50	IC 95%
Pomelo	I	22,14	16,78 - 28,63	8,56	7,30 - 9,64	12,20	11,17 - 13,24
	II	21,89	17,36 - 27,16	8,62	7,12 - 9,51	12,08	11,04 - 13,12
	III	20,98	16,89 - 25,46	8,25	7,80 - 8,68	12,24	11,20 - 13,29
Mandarina	I	21,19	16,06 - 27,18	9,14	7,80 - 10,33	11,59	10,32 - 12,86
	II	22,47	16,29 - 30,66	9,23	8,07 - 10,28	12,14	11,12 - 12,16
	III	20,84	15,91 - 29,19	8,88	8,18 - 9,53	11,50	10,63 - 12,40
Naranja	I	20,47	14,59 - 27,49	8,77	6,16 - 10,77	12,16	11,05 - 13,28
	II	30,34	14,51 - 27,21	8,90	7,33 - 10,23	12,12	10,85 - 13,39
	III	20,56	14,50 - 27,88	8,74	6,82 - 10,30	12,35	11,33 - 13,38

DL: dosis letal; IC: intervalo de confianza.

RESULTS

I.- Pruebas de sensibilidad para la determinación del estado y/o estadio más tolerante al bromuro de metilo.

Los resultados de las pruebas de sensibilidad con sus respectivos análisis Probit para la determinación de los diferentes estados y/o estadios de desarrollo de *C. capitata* y *A. fraterculus* más tolerantes al tratamiento en las tres especies cítricas evaluadas (naranja, pomelo y mandarina) se muestran en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

Los resultados de los ensayos de sensibilidad para los estados de desarrollo de *C. capitata* mostraron en todas las especies cítricas evaluadas, que los huevos presentaron el mayor valor de DL50 con diferencias estadísticas significativas respecto a las DL50 de larvas inmaduras y maduras. Por su parte, las larvas maduras presentaron una mayor DL50 que las larvas inmaduras. No se encontraron diferencias en las DL 50 de los huevos entre las tres especies cítricas.

Los resultados obtenidos en los ensayos de sensibilidad mostraron que los huevos de *A. fraterculus* fueron el estado de desarrollo más tolerante al bromuro de metilo en pomelos. En mandarinas, si bien la DL 50 de los huevos fue la de mayor valor, esta no difirió estadísticamente de la de las larvas maduras (jóvenes L3j y viejas L3v) Para naranjas no se encontraron diferencias entre las DL 50 de los huevos y larvas maduras viejas (L3v); sin embargo los huevos presentaron el mayor valor de DL 50. Al igual que en *C. capitata*, no se encontraron diferencias en las DL 50 de los huevos entre las tres especies cítricas evaluadas.

Los resultados obtenidos en *A. fraterculus* mostraron el mismo patrón de comportamiento que en *C. capitata*, donde los huevos fueron el estado de desarrollo más tolerante al bromuro de metilo.

Tabla 2. Sensibilidad al bromuro de metilo de los diferentes estados y/o estadios de desarrollo de *A. fraterculus* en pomelo, mandarina y naranja.

Especie cítrica	Repetición	Huevo		Larvas inmaduras (L1+L2)		Larvas maduras jóvenes (L3 j)		Larvas maduras viejas (L3 v)	
		DL50	IC 95%	DL50	IC 95%	DL50	IC 95%	LD50	CI 95%
Pomelo	I	16,1	12,92-19,81	9,11	8,72-9,49	7,88	6,62 - 8,83	6,04	4,04 - 7,45
	II	15,7	10,76-22,43	8,02	7,42-8,49	6,84	0,27-10,30	5,99	2,87 - 8,05
	III	15,7	13,48-18,14	7,89	7,04-8,54	6,62	2,11- 9,06	7,66	5,72 - 9,02
Mandarina	I	13,8	10,85-16,82	8,35	5,59- 9,87	11,6	8,29- 14,79	13,11	11,35-15,00
	II	14,2	10,99-17,47	7,82	5,11- 9,23	10,3	7,79- 12,27	11,62	10,23-12,93
	III	13,4	11,22-15,55	7,99	6,742-8,78	10,25	9,04- 11,34	12,35	10,94-13,76
Naranja	I	19,3	16,09-22,71	4,81	0,14- 6,33	12,3	9,81-14,50	16,47	13,46-19,71
	II	19	16,95-21,21	5,94	2,86 -6,89	11,2	8,42 - 13,54	16,45	14,82-18,14
	III	19	16,28-21,92	6,42	4,82- 7,14	11,7	9,49- 13,72	15,59	12,52-18,72

DL: dosis letal; IC: intervalo de confianza.

II. Pruebas a pequeña escala

Los resultados obtenidos en las pruebas de desinsectación a pequeña escala, se muestran en las Tablas 3, 4 y 5 para *C. capitata* y en la 6, 7 y 8 para *A. fraterculus*.

Los resultados obtenidos en las pruebas de desinsectación en pequeña escala mostraron que es posible matar todos los huevos de *C. capitata* en pomelos, naranjas y mandarinas luego de exponerlos a dosis de 48 g/m³ y 56 g/m³ durante cuatro y tres horas respectivamente.

Los resultados obtenidos en las pruebas de desinsectación en pequeña escala mostraron que es posible matar todos los huevos de *A. fraterculus* en pomelos, mandarinas y naranjas luego de exponerlos a dosis de 48 g/m³ y 56 g/m³ durante cuatro y dos horas y media respectivamente.

Tabla 3. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *C. capitata* en pomelo.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
48 g/m ³ 3.5 h	I	3.374	0
	II	3.756	2
	III	3.344	0
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.753	0
	II	3.564	0
	III	3.839	0
56g/m ³ 3.0 h	I	3.915	0
	II	3.608	0
	III	3.600	0
56 g/m ³ 3.5 h	I	3.817	0
	II	3.640	0
	III	3.648	0
56 g/m ³ 4.5 h	I	3.304	0
	II	4.050	0
	III	4.488	0

Tabla 4. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *C. capitata* en naranja.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.735	0
	II	3.942	0
	III	4.815	0
56g/m ³ 3.0 h	I	3.606	0
	II	3.745	0
	III	4.098	0

III. Pruebas a gran escala

En las Tablas 9 y 10 se presentan los resultados de las pruebas de desinsectación en gran escala realizadas para *C. capitata*, y *A. fraterculus* respectivamente en diferentes variedades de pomelos, naranjas y mandarinas.

Los resultados obtenidos en las pruebas de desinsectación a gran escala muestran que los tra-

Tabla 5. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *C. capitata* en mandarina.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
48 g/m ³ 3.5 h	I	3.242	2
	II	3.815	1
	III	3.615	3
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.685	0
	II	3.735	0
	III	3.447	0
56g/m ³ 3.0 h	I	3.645	0
	II	3.512	0
	III	3.773	0
56 g/m ³ 3.5 h	I	3.701	0
	II	3.451	0
	III	3.576	0
56 g/m ³ 4.5 h	I	3.680	0
	II	3.750	0
	III	3.780	0

Tabla 6. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *A. fraterculus* en pomelo.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
40 g/m ³ 2.0 h	I	3.800	91
40 g/m ³ 3.0 h	I	3.510	4
40 g/m ³ 3.5 h	I	3.034	487
48 g/m ³ 2.0 h	I	3.772	189
48 g/m ³ 3.0 h	I	3.397	509
48 g/m ³ 3.5 h	I	3.640	59
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.150	0
	II	3.230	0
	III	3.091	0
56 g/m ³ 2.5 h	I	3.256	0
	II	3.015	0
	III	3.276	0

Tabla 7. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *A. fraterculus* en mandarina.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
40 g/m ³ 2.0 h	I	3.028	77
40 g/m ³ 3.0 h	I	3.706	6
40 g/m ³ 3.5 h	I	3.036	56
48 g/m ³ 2.0 h	I	3.124	50
48 g/m ³ 3.0 h	I	3.225	574
48 g/m ³ 3.5 h	I	3.886	64
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.412	0
	II	3.047	0
	III	3.189	0
56 g/m ³ 2.5 h	I	3.600	0
	II	3.075	0
	III	3.036	0

Tabla 8. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a pequeña escala para *A. fraterculus* en naranja.

Tratamiento	Repetición	Individuos tratados	Individuos vivos
48 g/m ³ 4.0 h	I	3.412	0
	II	3.047	0
	III	3.189	0
56 g/m ³ 2.5 h	I	8.750	0
	II	6.300	0
	III	5.670	0
56 g/m ³ 3.0 h	I	3.600	0
	II	3.075	0
	III	3.036	0

Tabla 9. Individuos vivos obtenidos en las pruebas a gran escala para *C. capitata* en pomelo, naranja y mandarina.

Especie cítrica	Variedad	Tratamiento			
		48 g/m ³ - 4.0 h - 15° C		56 g/m ³ - 3.0 h - 15° C	
		Individuos tratados	Individuos vivos	Individuos tratados	Individuos vivos
Pomelo	Río Red	30.532	0	31.122	0
	Marsh Seedless	30.914	0	30.183	0
	Henninger's Ruby	30.888	0	31.484	0
Naranja	Washington Navel	31.095	0	30.841	0
	Pinneapple	30.564	0	30.660	0
	Hamlin	30.301	0	31.436	0
	Westin	30.748	0	31.282	0
	Salustiana	31.134	0	31.122	0
	Valencia	31.022	0	30.828	0
	Murcott	30.684	0	30.755	0
Mandarina	Hernandina	31350,000	0	31.130	0
	Clemenule	31.614	0	30.506	0
	Ellendale	31.641	0	31.466	0
	Satsuma	30.694	0	30.735	0
	Común	30.245	0	30.544	0

Tabla 10. Pruebas de desinsectación en gran escala para *Anastrepha fraterculus* en pomelos, naranjas y mandarinas.

Especie cítrica	Variedad	Tratamiento			
		48 g/m ³ - 4.0 h - 15° C		56 g/m ³ - 2.5 h - 15° C	
		Individuos tratados	Individuos vivos	Individuos tratados	Individuos vivos
Pomelo	Río Red	33.787	0	32.361	0
	Marsh Seedless	34.048	0	S/D	0
	Henninger's Ruby	31.548	0	S/D	0
	Rouge la Toma	33.083	0	S/D	0
	Star Ruby	32.331	0	S/D	0
	Shambar	31.812	0	S/D	0
Naranja	Valencia	30.858	0	35.250	0
Mandarina	Satsuma	31.050	0	38.156	0
	Común	32.016	0	S/D	0
	Clementina	31.050	0	40.260	0

N/D: no data.

tamientos a 15°C de 48 g/m³ durante cuatro horas y el de 56 g/m³ durante tres horas son efectivos para eliminar más de 30.000 individuos viables del estado de desarrollo de *C. capitata* más tolerante al Bromuro de Metilo para las tres especies cítricas evaluadas. Estos valores confieren a los tratamientos mencionados anteriormente una eficiencia del 99,99% con un nivel de confianza superior al 95,1% en todos los casos.

Los resultados obtenidos en las pruebas de desinsectación en gran escala muestran que los tratamientos a 15°C de 48 g/m³ durante cuatro horas y el de 56 g/m³ durante dos horas y media son efectivos para eliminar más de 30.000 individuos viables del estado de desarrollo de *A. fraterculus* más tolerante al Bromuro de Metilo para las tres especies cítricas evaluadas. Estos valores confieren a los tratamientos mencionados anteriormente una eficiencia del 99,99% con un nivel de confianza superior al 95,4% en todos los casos.

CONCLUSIONES

De los estados de desarrollo de *C. capitata* y *A. fraterculus* evaluados, el huevo es el más tolerante al Bromuro de Metilo.

Fumigaciones con Bromuro de Metilo a temperaturas de 15°C con dosis de 48 y 56 g/m³ duran-

te cuatro y tres horas respectivamente garantizan la eliminación de todos los estados inmaduros de huevo y larvas de *C. capitata*. Por lo que pueden ser usados como tratamientos cuarentenarios en pomelos, mandarinas y naranjas.

Fumigaciones con Bromuro de Metilo a temperaturas de 15°C con dosis de 48 y 56 g/m³ durante cuatro y dos horas y media respectivamente garantizan la eliminación de todos los estados inmaduros de huevo y larvas *A. fraterculus*. Por lo que pueden ser usados como tratamientos cuarentenarios en pomelos, mandarinas y naranjas.

La eficiencia de los tratamientos cuarentenarios desarrollados son independientes de las especies cítricas y sus variedades.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Armstrong, J. and M. Couey. 1984. Methyl Bromide Treatments at 30 °C for California Stonefruits Infested with the Mediterranean Fruit Fly. J. Econ. Entomol. 77: 1229-1232.

Spitler, G. H. and H. M. Couey. 1983. Methyl Bromide fumigation treatment of fruits infested by the Mediterranean fruit fly. J. Econ. Entomol. 76: 547 - 550.



Monitoreo de adultos de moscas de los frutos en cultivos de limón

L. Augier¹, G. Gastaminza¹,
M. E. Villagrán¹, M. F. Villagrán¹,
G. Zaia¹, E. Willink¹ y B. Stein²

Palabras clave: *Citrus limon*, mosca sudamericana de las frutas, mosca del Mediterráneo.

INTRODUCCIÓN

La fluctuación en la abundancia poblacional de las moscas de los frutos está íntimamente relacionada a las condiciones meteorológicas y a la diversidad, fenología, abundancia y grado de preferencia de los hospederos presentes (Aluja, 1984). Todos estos factores determinarán el movimiento de las mismas en busca de alimento, agua, refugios y sitios para oviponer.

El desarrollo y el daño que produzcan en un determinado fruto y/o cultivo dependerá de la susceptibilidad del hospedero (Morgante, 1991) y de los factores meteorológicos arriba mencionados.

Si bien el uso de trampas y sistemas de trapeo son útiles para analizar la dinámica y abundancia poblacional en moscas de los frutos hay que considerar que la captura de adultos provenientes de una trampa colocada en un determinado cultivo, no indica necesariamente una preferencia hacia dicha especie, ni que el mismo deba ser considerado como hospedero (Putruele, 1996). No existen antecedentes de estudios de la dinámica poblacional de moscas de los frutos en cultivos comerciales de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f.).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la fluctuación poblacional de *Ceratitis capitata*

(Wiedemann) y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) en el área limonera de la provincia de Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Localidades

El monitoreo de adultos se realizó en cuatro localidades representativas del área limonera de la provincia de Tucumán: El Rodeo, departamento Burruyacu (noreste); Los Nogales, departamento Tafí Viejo (noroeste); Famaillá, departamento Famaillá (centro) y Monte Bello, departamento Río Chico (sur) (Fig. 1). En cada localidad se eligió una quinta de limoneros.

b) Metodología del monitoreo

Para el monitoreo de adultos de mosca de los frutos se instalaron en cada una de las cuatro quintas de limonero, 10 trampas Jackson (1 por ha) con atrayente sexual para *C. capitata* (Fig. 2) y 10 trampas Mc Phail (1 por ha) con cebo alimenticio para *C. capitata* y *A. fraterculus* (Fig. 3). El monitoreo se realizó durante todo el año con una frecuencia semanal.

Los datos obtenidos fueron registrados en tablas, para calcular el índice moscas por trampa por día (MTD) para *C. capitata* y *A. fraterculus* en cada una de las localidades.

¹Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: lmaugier@eeaoc.org.ar

²Sección Fruticultura, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC).

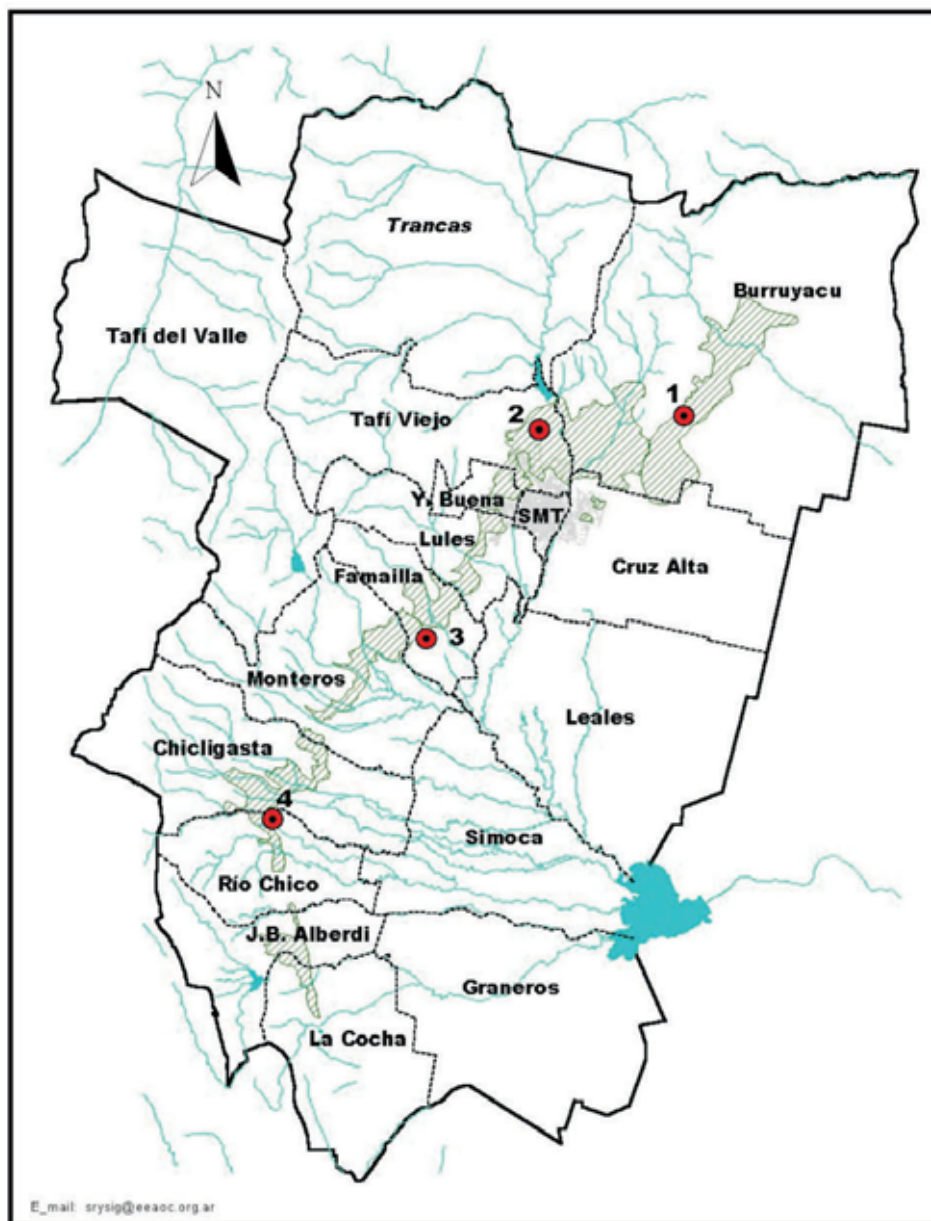


Figura 1. Sitios de monitoreo en el área citrícola de Tucumán.



Figura 2. Trampa Mc Phail en planta de limoneros.



Figura 3. Trampa Jackson en planta de limoneros.

Los MTD se calcularon, en cada año, para el período de exportación de frutos (abril - septiembre), que corresponde al otoño e invierno en el hemisferio sur, y para el período donde no se realizan exportaciones (octubre - marzo), que corresponde a la primavera y verano en el hemisferio sur.

RESULTADOS

Los resultados de los monitoreos de adultos de ambas especies de moscas fueron analizados por año.

A) Año 2004

Los MTD se calcularon para el período de exportación (mayo - septiembre) y de no exportación (octubre - diciembre).

En las Figuras 4 y 5 se muestran las fluctuaciones de los MTD semanales para *C. capitata* en trampas Jackson y Mc Phail respectivamente y en la Figura 6 para *A. fraterculus*.

Durante el período de exportación se obtuvieron niveles poblacionales muy bajos con un MTD máximo de 0,03 para Famaillá,

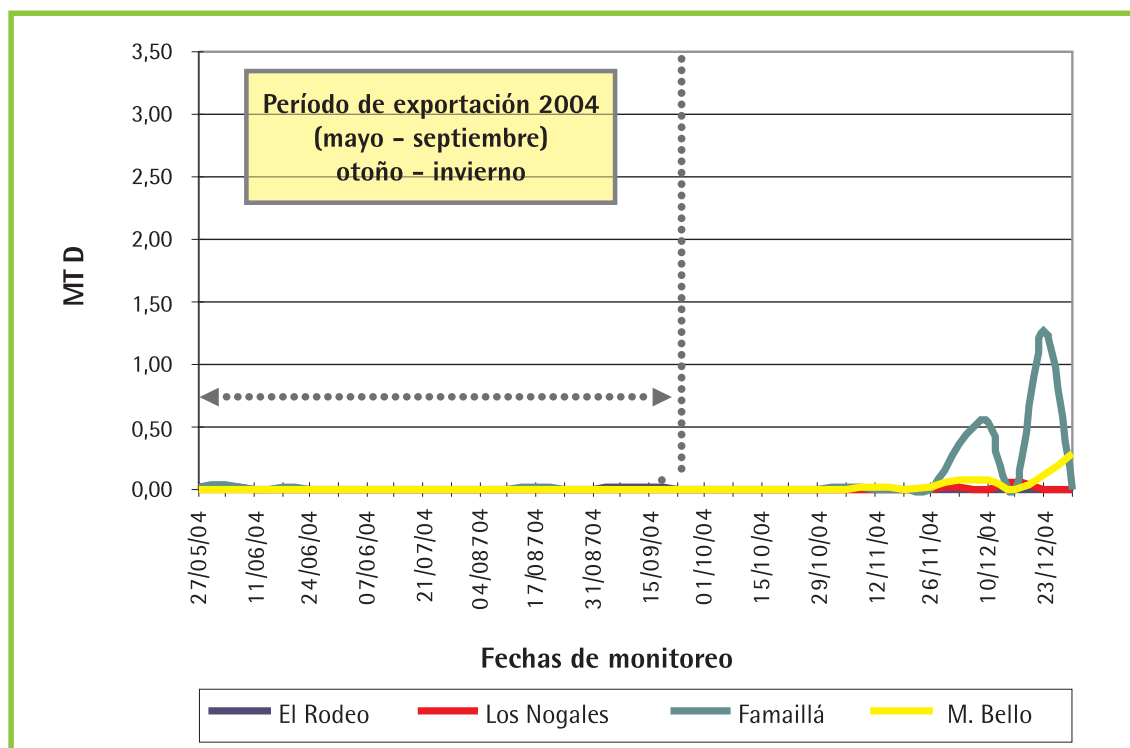


Figura 4. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Jackson durante el año 2004.

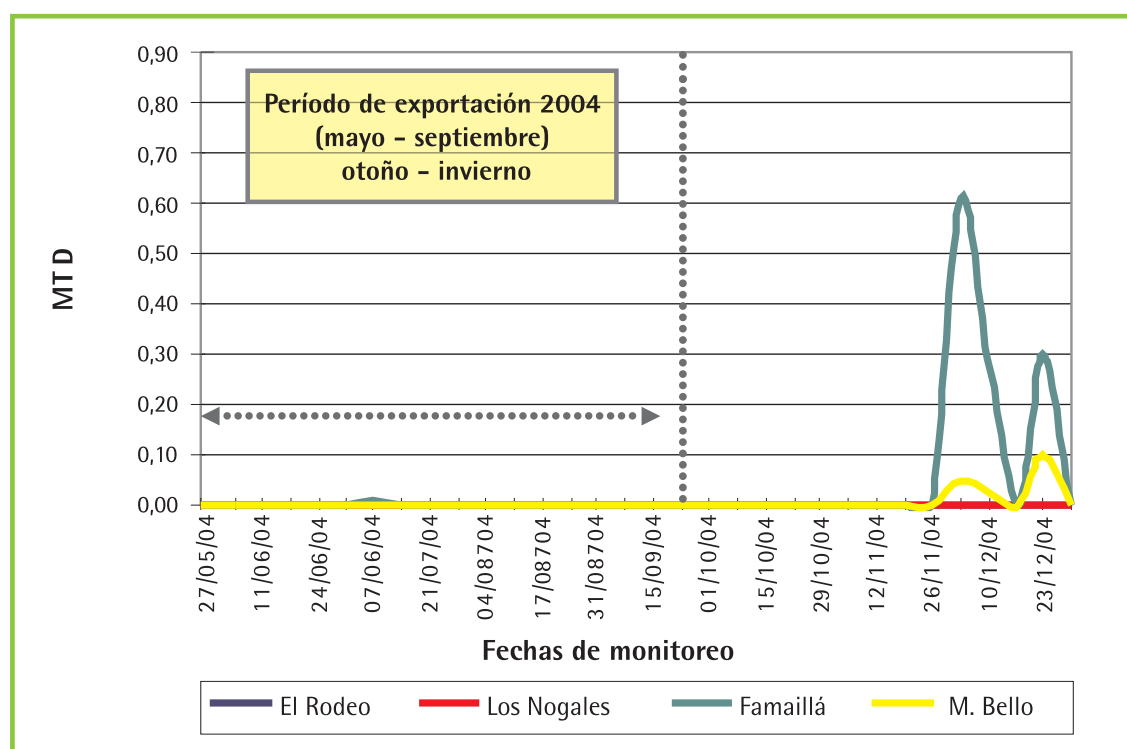


Figura 5. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampas Mc Phail durante el año 2004.

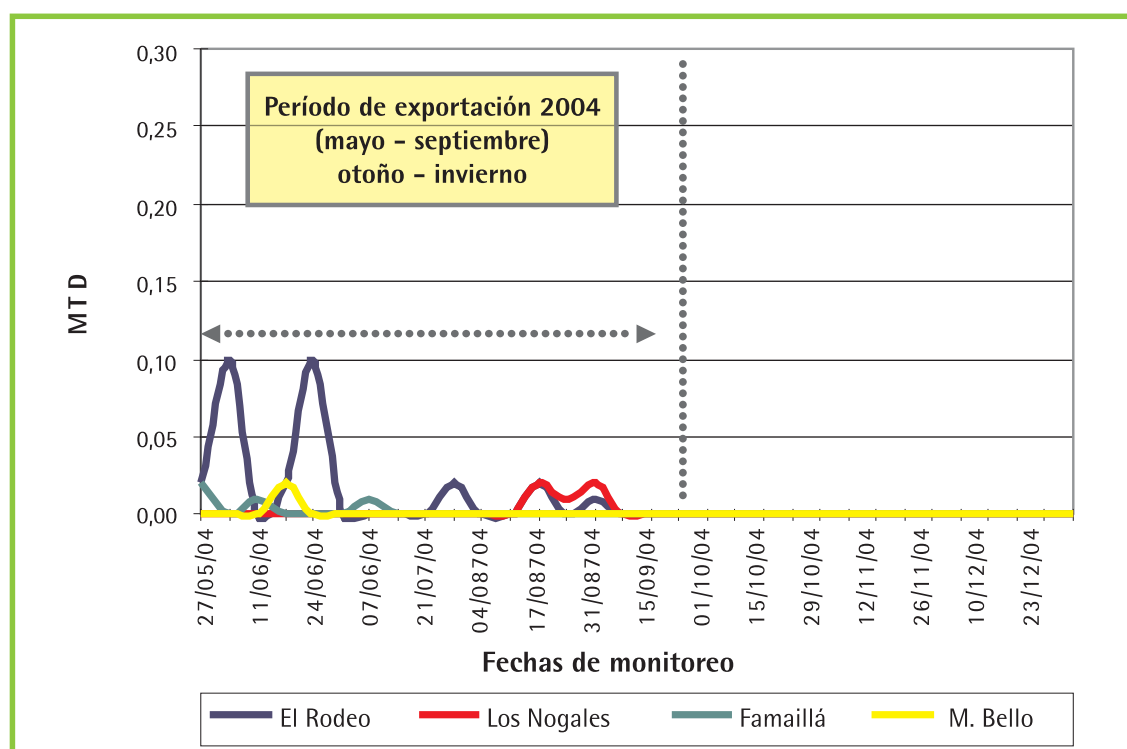


Figura 6. Fluctuación del índice MTD para *A. fraterculus* con trampa Mc Phail durante el año 2004.

mientras que en dos localidades no se registraron capturas de *C. capitata* (Fig. 4). El MTD máximo alcanzado para *A. fraterculus* fue de 0,10 en El Rodeo (Fig. 6).

Durante el período de no exportación, el

MTD máximo obtenido fue de 1,27 en la localidad Famaillá, mientras que en El Rodeo no se registraron capturas de *C. capitata* (Fig. 4). No hubo capturas de *A. fraterculus* en las cuatro localidades. (Fig. 6).

B) AÑO 2005

En las Figuras 7 y 8 se muestran las fluctuaciones de los MTD semanales para *C. capitata* en trampas Jackson y Mc Phail respectivamente y en la Figura 9 para *A. fraterculus*.

Durante el período de exportación se obtu-

vieron para *C. capitata*, MTD inferiores a 0,07 en tres localidades y en la cuarta localidad (Monte Bello), se registraron los MTD máximos con valores de 0,25 para *C. capitata* (Fig. 7) y 0,14 para *A. fraterculus* (Fig. 9).

Durante el período de no exportación

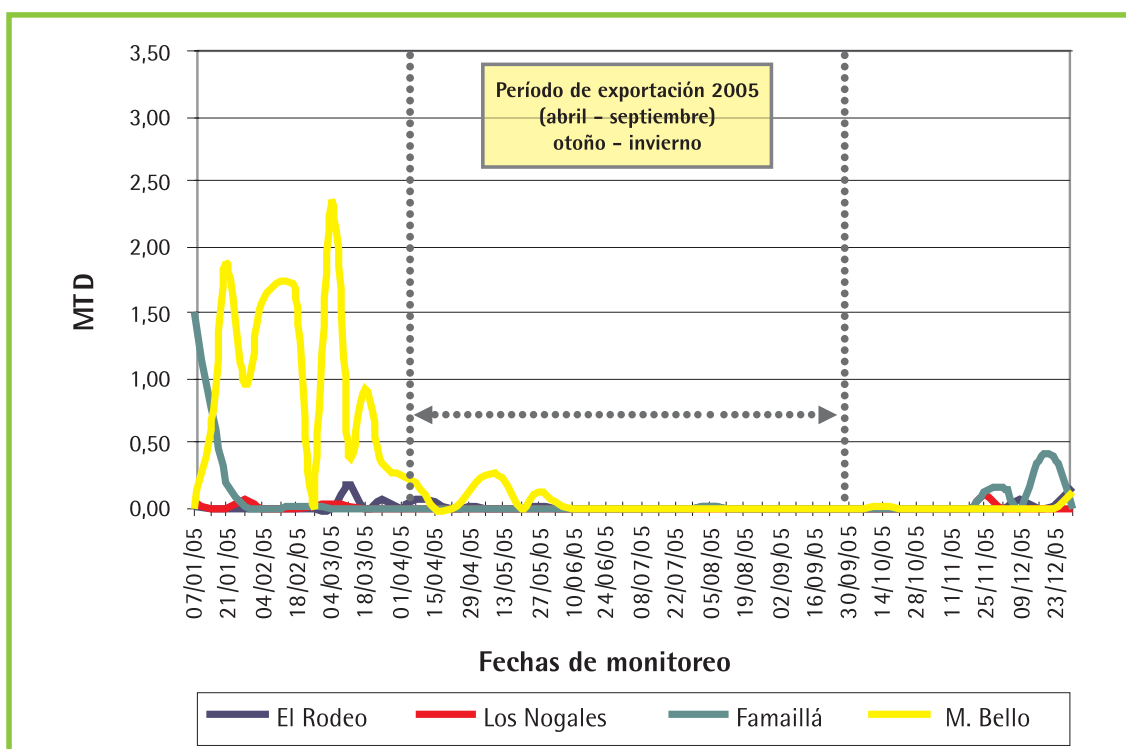


Figura 7. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Jackson durante el año 2005.

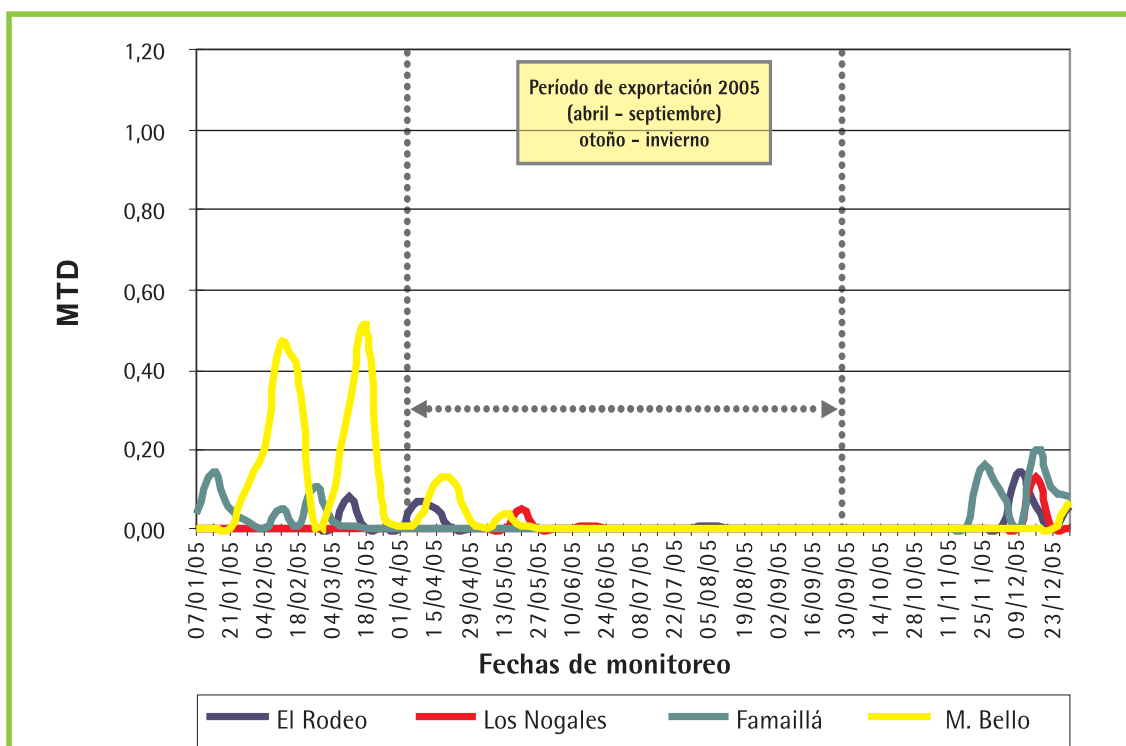


Figura 8. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Mc Phail durante el año 2005.

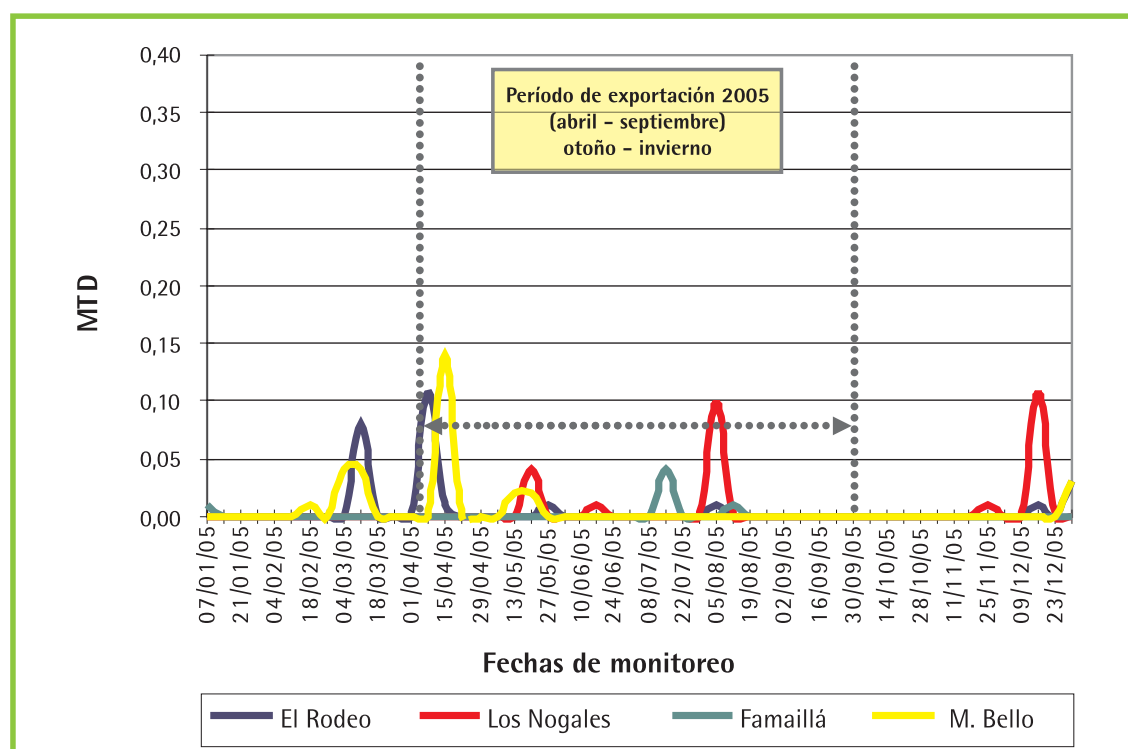


Figura 9. Fluctuación del índice MTD para *A. fraterculus* con trampa Mc Phail durante el año 2005.

(enero - marzo y octubre - diciembre), los MTD fueron altos en verano con un pico de 2,35 en Monte Bello para *C. capitata* (Fig. 7). El MTD máximo para *A. fraterculus* fue de 0,11 en Los Nogales (Fig. 9).

C) AÑO 2006

En las Figuras 10 y 11 se muestran las fluctuaciones de los MTD semanales para *C. capitata* en trampas Jackson y Mc Phail respectivamente y en la Figura 12 para *A. fraterculus*.

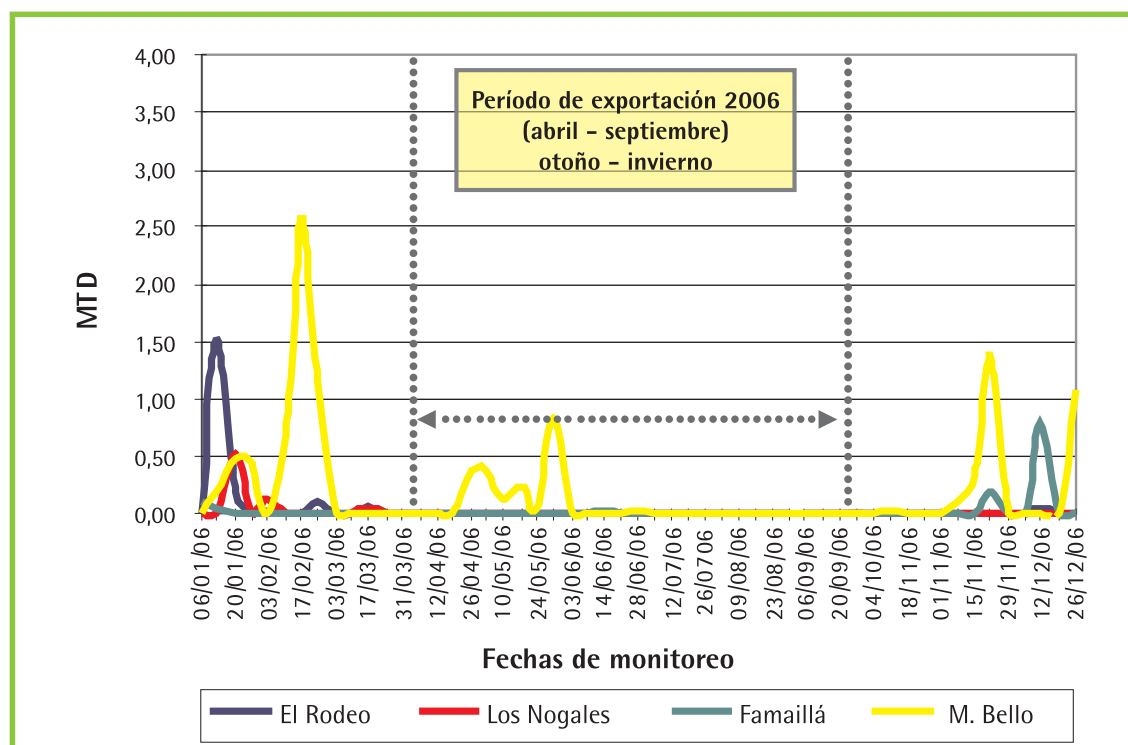


Figura 10. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Jackson durante el año 2006.

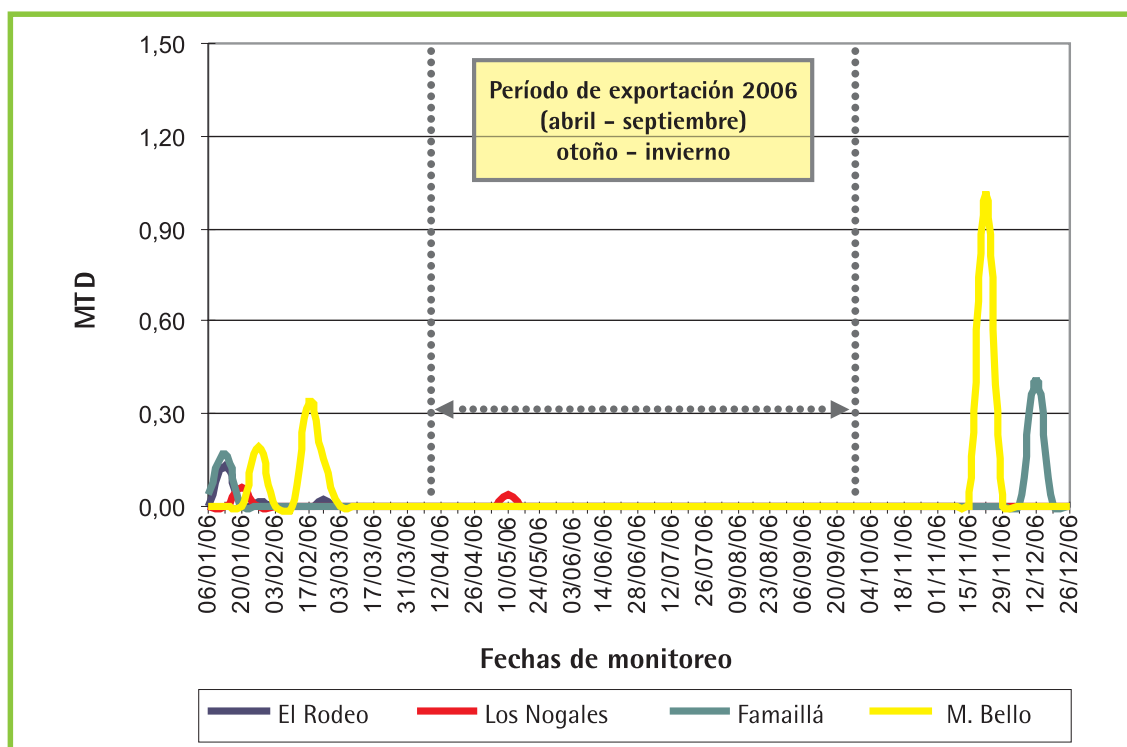


Figura 11. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Mc Phail durante el año 2006.

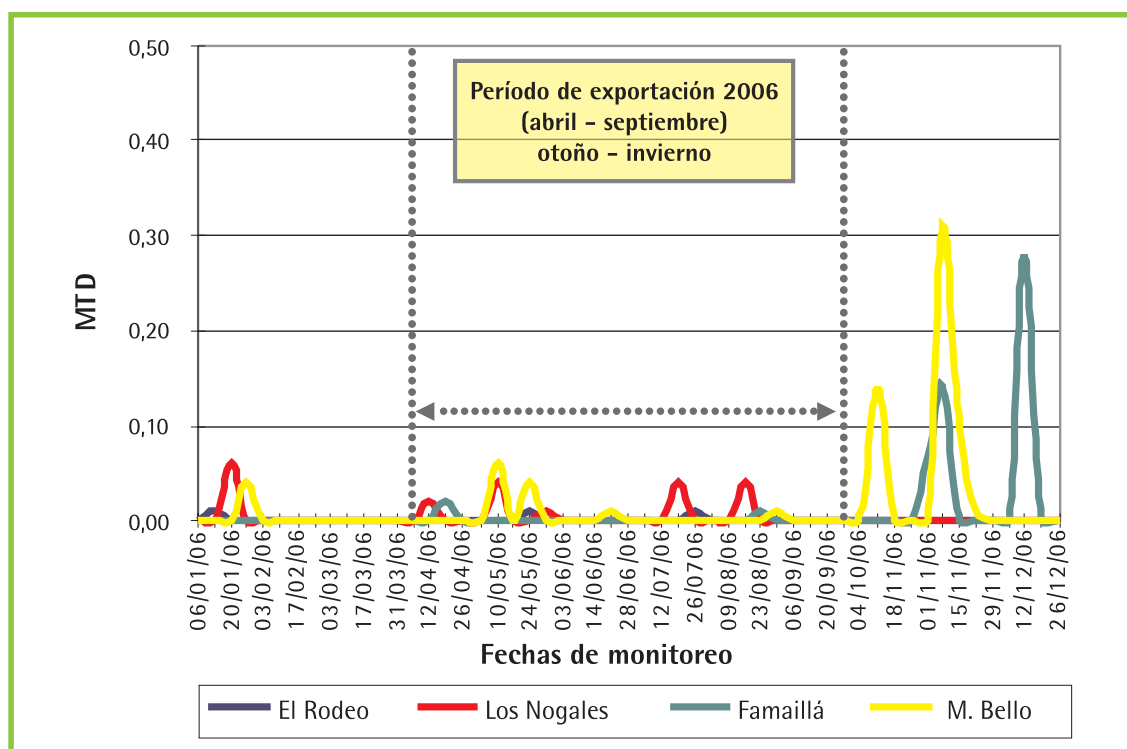


Figura 12. Fluctuación del índice MTD para *A. fraterculus* con trampa Mc Phail durante el año 2006.

Durante el período de exportación, no se registraron capturas en El Rodeo, mientras en Monte Bello se alcanzó un MTD máximo de 0,84 para *C. capitata* (Fig. 10) y 0,06 para *A. fraterculus* (Fig. 12).

Durante el período de no exportación (enero - marzo y octubre - diciembre), se obtuvieron MTD máximos en Monte Bello con valores de 2,58 para *C. capitata* (Fig. 10), y 0,31 para *A. fraterculus* (Fig. 12).

D) AÑO 2007

Los MTD se calcularon para el periodo de exportación (abril - septiembre) y de no exportación (enero - marzo).

En las Figuras 13 y 14 se muestran las fluctuaciones de los MTD semanales para *C. capitata* en trampas Jackson y Mc Phail respectivamente y en la Figura 15 para *A. fraterculus*.

Durante el periodo de exportación, no hubo capturas en tres localidades, mientras que en la cuarta (Monte Bello), el MTD máximo fue de 0,10 para *C. capitata* (Fig. 13). El MTD máximo para *A. fraterculus* fue de 0,08 en Los Nogales (Fig. 15).

Durante el periodo de no exportación, se alcanzó un MTD máximo de 1,91 en Monte Bello para *C. capitata* (fig. 13) y 0,31 para

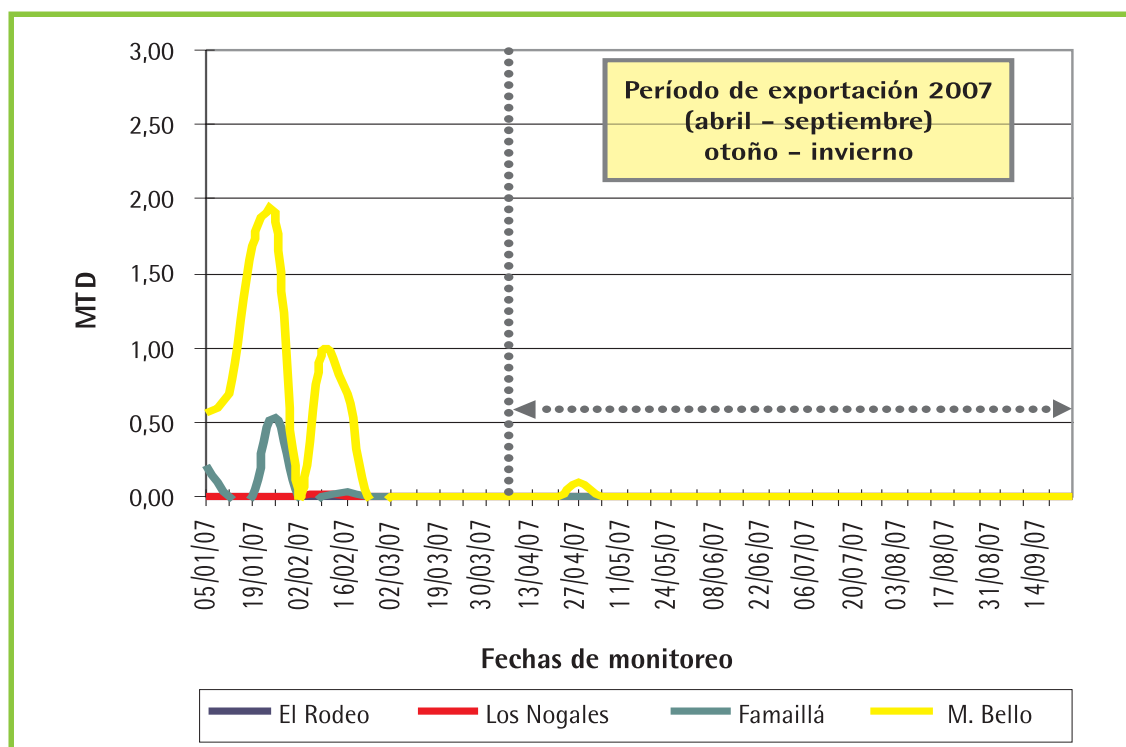


Figura 13. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Jackson durante el año 2007.

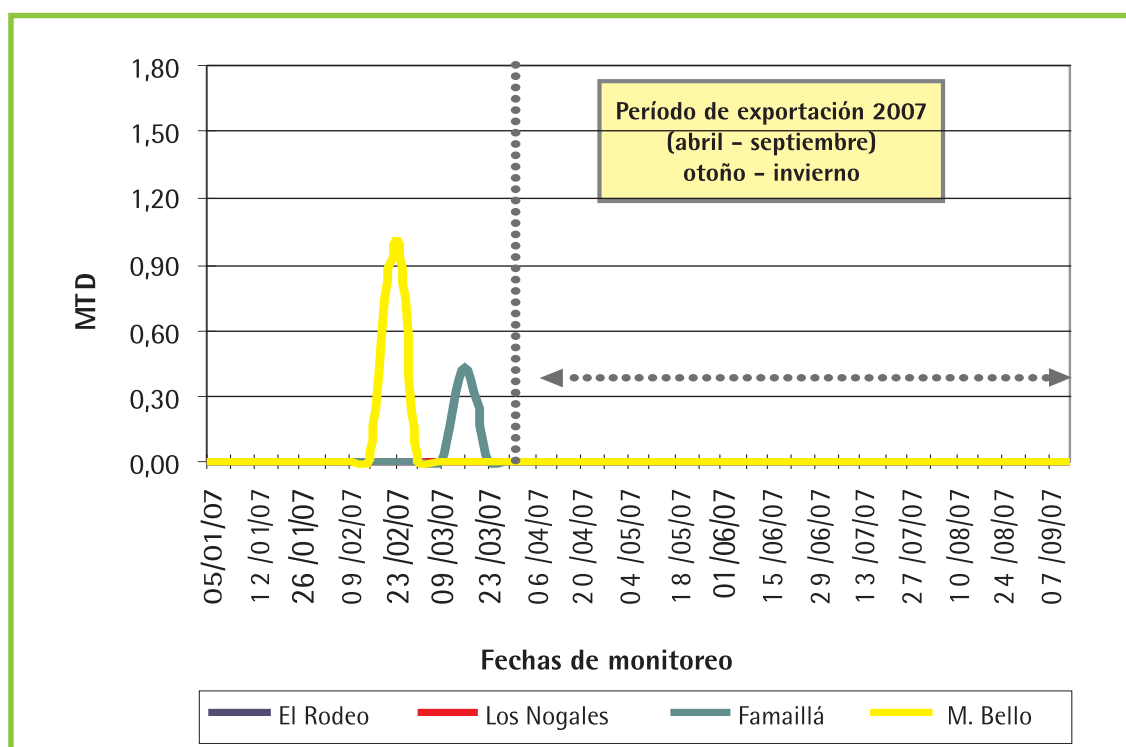


Figura 14. Fluctuación del índice MTD para *C. capitata* con trampa Mc Phail durante el año 2007.

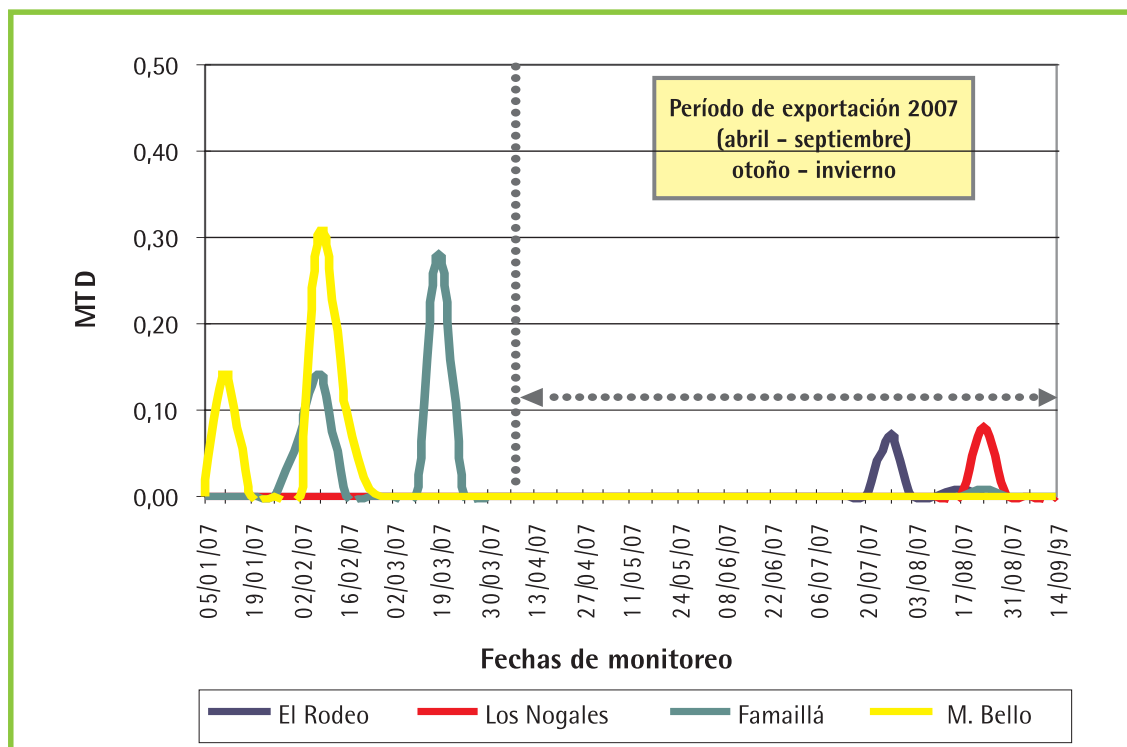


Figura 15. Fluctuación del índice MTD para *A. fraterculus* con trampa Mc Phail durante el año 2007.

A. fraterculus. (Fig. 15).

En las Tablas 1 y 2 se muestran a modo de resumen, los máximos valores de MTD regis-

trados para *C. capitata* y *A. fraterculus* respectivamente durante los períodos de exportación (otoño - invierno) 2004 - 2007.

Tabla 1. MTD máximos obtenidos durante el período de exportación 2004 - 2007 para *C. capitata*.

Años	LOCALIDADES			
	El Rodeo	Los Nogales	Famaillá	Monte Bello
2004	0,01	0,00	0,03	0,00
2005	0,07	0,05	0,01	0,25
2006	0,00	0,04	0,01	0,84
2007	0,00	0,00	0,00	0,10

Tabla 2. MTD máximos obtenidos durante el período de exportación 2004 - 2007 para *A. fraterculus*.

Años	LOCALIDADES			
	El Rodeo	Los Nogales	Famaillá	Monte Bello
2004	0,10	0,02	0,02	0,02
2005	0,11	0,10	0,04	0,14
2006	0,01	0,04	0,02	0,06
2007	0,07	0,08	0,01	0,00

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el monitoreo de adultos de las moscas de los frutos, se puede concluir:

1.- Las poblaciones de adultos de *C. capitata* en las quintas de limonero son bajas durante el período de exportación que corresponde a los meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

2.- Las poblaciones de adultos de *A. fraterculus* en las quintas de limonero son bajas durante el período de exportación que corresponde a los meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Aluja, M. 1984. Manejo Integrado de las Moscas de la Fruta. Talleres gráficos de la Nación, México.

Morgante, J. 1991. Moscas das frutas. Boletim Técnico de Recomendações para os perímetros irrigados do vale do São Francisco, 2, Brasília, pp. 18.

Putruele, M. T. G. 1996. Host for *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* in the Northeastern province of Entre Ríos, Argentina. En: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.), Fruit Fly Pests. A world assessment of their biology and management, Florida, pp. 343-345.





Detección de la presencia de los estados juveniles de *Ceratitidis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en frutos de limón

L. Augier¹, G. Gastaminza¹,
M. E. Villagrán¹, M. F. Villagrán¹,
G. Zaia¹, E. Willink¹ y B. Stein²

Palabras clave: *Citrus limon*, mosca sudamericana de las frutas, mosca del Mediterráneo.

INTRODUCCIÓN

El limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) no es considerado hospedero preferencial de la mosca del Mediterráneo *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). En el caso de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), Norrbom y Kim (1988) no reportan al limón como hospedero y en la actualización de dicho listado (Norrbom 2004), se incluye el trabajo de Salles (1995) donde se lo reportaría como hospedero alternativo. Sin embargo, esta mención genera controversia (ver capítulo II).

Back y Pemberton (1915) reportaron que *C. capitata* no se desarrolla en limón mientras este permanece en la planta, a menos que el fruto esté dañado.

Sin embargo existen algunos antecedentes aislados sobre la detección de larvas de *C. capitata* en frutos de limón. Quayle (1938), reportó en Sicilia frutos larvados en empaques; Liquido (1990), en frutos recolectados del suelo en Hawai y más recientemente la intercepción de Estados Unidos de limones con larvas procedentes de España.

Argentina exporta limones en contraestación desde hace 30 años a distintos mercados del mundo, con alrededor de 300.000 tn. de

limones comercializados anualmente. Hasta el momento no se han registrado frutos infestados con estados juveniles de *C. capitata* o *A. fraterculus*.

El objetivo del presente trabajo fue detectar la presencia de estados juveniles de *C. capitata* y *A. fraterculus* en frutos de limón tanto en quintas de limonero como en empaques.

MATERIALES Y MÉTODOS

1.- Muestreo de frutos a campo

a) Localidades

Los muestreos de frutos se llevaron a cabo en las mismas localidades donde se realizó el monitoreo de adultos de moscas de los frutos, El Rodeo, departamento Burruyacu (noreste); Los Nogales, departamento Tafi Viejo (noroeste); Famaillá, departamento Famaillá (centro) y Monte Bello, departamento Río Chico (sur) (ver Fig. 1 en cap. VI).

b) Metodología

En cada localidad se establecieron 10 sitios de muestreos (coincidentes con los árboles que presentaban trampas Jackson). Se cosecharon cinco frutos de limón de las plantas que presentaron un diámetro mayor a 60 mm y más de

¹ Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: lmaugier@eeaoc.org.ar

² Sección Fruticultura, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC).

35% de jugo (Fig. 1) y se recolectaron cinco limones del suelo por sitio de muestreo (Fig. 2); alcanzando un total de 50 limones de la planta y 50 limones del suelo por localidad. Los muestreos se realizaron durante todo el año con frecuencia semanal. Los limones fueron llevados al laboratorio donde se pesaron y colocaron en bandejas con arena esterilizada y se incubaron en cámaras a $25 \pm 2^\circ \text{C}$ (Fig. 3). Las 2/5 partes de los frutos fueron disectados a los 10 días para detectar la presencia de larvas (Fig. 4), mientras que el resto se revisó a los 20 días para detectar la presencia de larvas o pupas.

2.- Muestreo de frutos en empaque

a) Empaques

Los muestreos de frutos se realizaron durante el período de exportación (otoño - invierno), con una frecuencia semanal. Para ello se selec-

cionaron los cinco empaques más importantes de Tucumán (S. A. San Miguel, Citrusvil S. A., Citromax S. A., Vicente Trápani S. A. y Argenti-Lemon S. A.), los cuales procesan aproximadamente el 60 % de la producción total de limones.

b) Metodología

Semanalmente se muestrearon de 4.000 a 7.000 frutos provenientes de 40 a 60 cajas de exportación. La totalidad de los frutos fueron revisados en busca de estados juveniles vivos o muertos (Fig. 5). Las cajas con frutos muestreados llevaban códigos de identificación de las unidades productoras (UP) que permitían conocer entre otros parámetros, la localidad de producción de los frutos como así también la variedad.

Simultáneamente se muestrearon cada semana 500 frutos provenientes del primer descarte de la línea de empaque (Fig. 6).



Figura 1. Frutos cosechados de plantas de limonero.



Figura 2. Frutos de limón recolectados del suelo.



Figura 3. Limones en cámara de incubación.

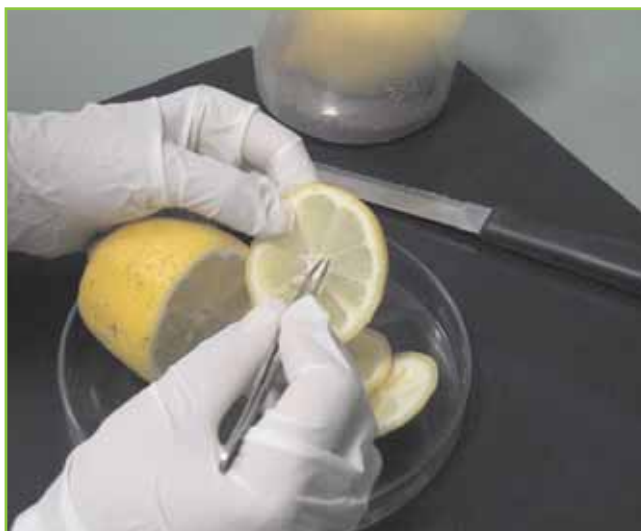


Figura 4. Disección de limón en busca de larvas.



Figura 5. Disección de frutos de limón de cajas terminadas en empaque.



Figura 6. Muestreo de frutos de limón de descarte en empaque.

RESULTADOS

1.- Muestreo de frutos a campo

Los resultados de los muestreos de campo se presentan en las Tablas 1 y 2 para el período de exportación (abril - septiembre) y de no exportación (octubre - marzo) respectivamente.

Después de analizar un total de 69.200 frutos (obtenidos en igual proporción de árbol y suelo) durante el período mayo 2004 - septiembre 2007,

no se encontraron estados juveniles de *C. capitata* o *A. fraterculus* vivos o muertos.

2.- Muestreo de frutos en empaque

Los resultados de los muestreos de frutos de empaques durante el período de exportación 2005 - 2007 se presentan en la Tabla 3 y la ubicación de las unidades productoras (UP) se muestra en la Figura 7.

Después de analizar un total de 403.220 fru-

Tabla 1. Muestreos de frutos de limón cosachados del árbol y recolectados del suelo en los períodos de exportación (otoño - invierno), 2004 - 2007.

Período de exportación (otoño - invierno)		ARBOL			SUELO		
		Peso (kg)	Número de Frutos	Larvas o pupas	Peso (kg)	Número de frutos	Larvas o pupas
2004	27/05 - 23/09	276,29	3.600	0	265,90	3.600	0
2005	01/04 - 30/09	263,75	5.400	0	221,33	5.400	0
2006	05/04 - 27/09	244,80	5.200	0	228,10	5.200	0
2007	06/04 - 14/09	288,80	4.800	0	246,50	4.800	0
TOTAL		1.073,64	19.000	0	961,83	19.000	0

Tabla 2. Muestreos de frutos de limón cosachados del árbol y recolectados del suelo en los períodos de no exportación (primavera - verano), 2004 - 2007.

Período primavera - verano		ARBOL			SUELO		
		Peso (kg)	Número de Frutos	Larvas o pupas	Peso (kg)	Número de frutos	Larvas o pupas
2004	01/10 - 30/12	158,29	2.800	0	174,49	2.800	0
2005	07/01 - 25/03	349,26	5.000	0	370,43	5.000	0
	07/10 - 30/12						
2006	06/01 - 31/03	249,07	5.200	0	248,47	5.200	0
	04/10 - 26/12						
2007	05/01 - 30/03	156,10	2.600	0	148,60	2.600	0
TOTAL		912,72	15.600	0	941,99	15.600	0

Tabla 3. Muestreos de frutos para exportación de cajas terminadas y frutos de descarte en empaques durante los períodos 2005 – 2007.

Año	Número de UP* muestreadas	Variedades	Frutos de exportación		Frutos de descarte	
			Nº de frutos de exportación	Larvas vivas o muertas	Nº de frutos de descarte	Larvas vivas o muertas
2005	80	Lisboa	48.511	0	10.000	0
		Limoneira 8 A	15.977	0		
		Genova	15.135	0		
		Eureka	32.485	0		
		Fino	600	0		
2006	31	Lisboa	33.559	0	11.500	0
		Limoneira 8 A	23.406	0		
		Genova	7.262	0		
		Eureka	62.520	0		
		Fino	11.818	0		
2007	72	Lisboa	28.463	0	11.500	0
		Limoneira 8 A	36.570	0		
		Genova	5.218	0		
		Eureka	81.696	0		
TOTAL			403.220	0	33.500	0

* Unidades Productoras.

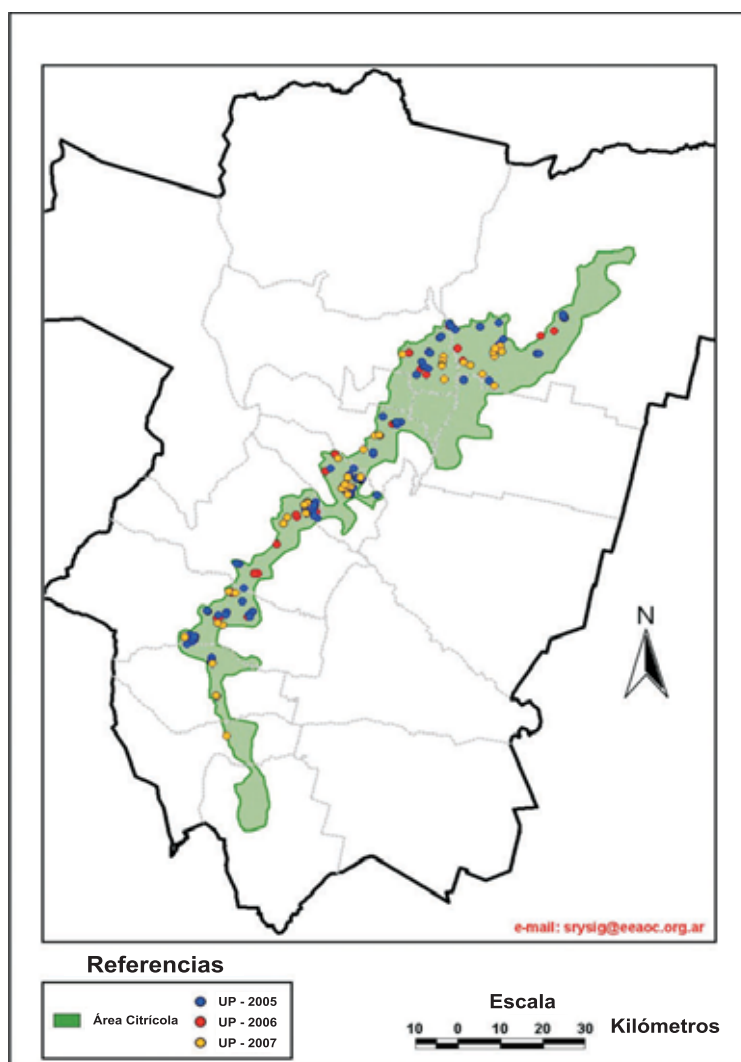


Figura 7. Ubicación de las Unidades Productoras muestreadas durante los períodos de exportación 2005 al 2007.

tos para exportación de cajas terminadas y 33.500 frutos de descarte muestreados durante el período de exportación 2005 - 2007, no se encontraron estados juveniles de *C. capitata* o *A. fraterculus*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los muestreos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- No se encontraron frutos de limón (cosechados del árbol o recolectados del suelo) infestados con estados juveniles de *C. capitata* o *A. fraterculus* durante el período mayo 2004 a septiembre 2007.

2.- No se encontraron frutos de limón provenientes de cajas terminadas para exportación o de descarte, infestados con estados juveniles de *C. capitata* o *A. fraterculus* durante los períodos de exportación 2005 - 2007.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Back, E. A. and C. E. Pemberton. 1915. Susceptibility of citrous fruits to the attack of the

Mediterranean fruit fly. Journal of Agricultural Research U.S. Dep. Agric. 3 (4): 311-330.

Liquido, N. J.; L. A. Shinoda and R. T. Cunningham. 1990. Host Plants of the mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on The Island of Hawaii. J. Econ. Entomol. 85 (5): 1863-1878.

Norrbom, A. L. and K. Chung Kim. 1988. A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). U. S. Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Plant Protection and Quarantine, USA.

Norrbom, A. L. 2004. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). [En línea]. Disponible en: <http://www.sel.barc.usda.gov:591/diptera/Tephritidae/TephIntro.html> (Consultado noviembre 2007).

Quayle, H. J. 1938. Insects of Citrus and Other subtropical Fruits. Comstock Publishing Company, Inc. New York. 583 p.

Salles, L. A. B. 1995. Bioecologia e Control da Moscas das Frutas Sul-Americanas. EMBRAPA-CPACT, Pelotas, Brasil.





Mecanismos de resistencia química ofrecidos por el limón al ataque de *Ceratitidis capitata*

Salvatore, A.¹; S. Borkosky²; E. Willink¹ y A. Bardón².

Palabras clave: Glándulas de aceite, componentes volátiles, toxicidad, resistencia.

INTRODUCCIÓN

Los cítricos son considerados por muchos autores como malos hospederos para las moscas de los frutos. Estudios en campo permitieron proponer al limonero (*Citrus limon* (L.) Burman) como especie prácticamente inmune al ataque la mosca del Mediterráneo, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), (Quayle, 1914; Bodenheimer, 1951), llegando incluso a cuestionarse su condición de hospedero.

Back y Pemberton (1915) sugirieron que la resistencia ofrecida por los cítricos estaba relacionada, entre otras causas, a diversos componentes de las glándulas de aceite esencial presentes en la cáscara (albedo y flabedo). Estas, al romperse liberan compuestos tóxicos para los huevos y larvas de los primeros estadios. Los principales responsables de la mortalidad observada son los componentes volátiles, especialmente los monoterpenoides oxigenados, como el citral (Greany *et al.*, 1983). En el caso de los limones, la mayor toxicidad estaría relacionada a una mayor concentración de dichos compuestos. No hay estudios que evalúen la toxicidad de otros compuestos también presentes en la cáscara.

Se observó también que la susceptibilidad de los cítricos al ataque de *C. capitata* varía de acuer-

do al grado de senescencia de los frutos y a la especie frutal; siendo posible el desarrollo en limones sobremaduros (Quayle, 1914). Aún no hay estudios que permitan explicar la disminución de la resistencia ofrecida.

El presente trabajo tuvo como principales objetivos identificar la presencia de compuestos tóxicos en el aceite esencial de las glándulas de la cáscara del limón y analizar el efecto del tiempo de estacionamiento poscosecha en la resistencia que ofrece esta fruta al ataque de *C. capitata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La toxicidad de los compuestos presentes en el aceite esencial de las glándulas de la cáscara de limón, se evaluó mediante bioensayos sobre huevos y larvas extrayendo el aceite con diferentes solventes. Además, se evaluó la mortalidad de huevos y larvas con el extracto de aceite esencial de la cáscara del limón con mayor efecto biocida obtenido a partir de limones con diferentes días de estacionamiento. Posteriormente se determinó la composición porcentual de ciertos compuestos y su fluctuación a medida que pasaban los días de poscosecha. Finalmente, se adicionaron algunos de dichos compuestos a

¹Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: arsalvatore@eeaoc.org.ar

²Instituto de Química Orgánica, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad nacional de Tucumán Ayacucho 471, 4000, Tucumán, Argentina.

los extractos obtenidos de limones con distintas fechas de estacionamiento y se determinó el agente causal de la mortalidad larvaria.

Extracciones

Para extraer el aceite esencial de la cáscara de limón se utilizaron dos metodologías. En la primera se obtuvieron dos fracciones mediante arrastre de vapor: una fracción soluble y una insoluble. Para ello, se extrajo la cáscara de un kilo de frutos recién cosechados, se la cortó en trozos pequeños y colocó en un destilador durante dos horas y media, recuperándose aceite y agua. Se separó el aceite del agua con éter etílico monodestilado y sales de sulfato de sodio anhidro, logrando separar las dos fases, agua - aceite más éter etílico; esta última mezcla se colocó en un rotavapor para separar el aceite del solvente, colocándose el mismo en un frasco con sales de sulfato de sodio anhidro hasta completar la deshidratación y así se conservó en el freezer. En el otro caso, las extracciones se realizaron mediante arrastre con solventes de polaridad decreciente (exano, acetato de etilo y metanol), obteniéndose tres fases, una correspondiente a cada solvente. Para ello, se cosechó un kilogramo de frutos, se ralló la cáscara y se la colocó en exano por una semana. Cumplido el tiempo, se filtró la maceración, y por un lado, se recuperó el exano de la maceración por rotavapor y la fracción extraída se conservó a -20 °C. Por otro lado, se tomó la maceración y se la colocó en campana de desecación durante 3 horas para permitir la evaporación de los vestigios de exano que hubiesen quedado. Luego se la colocó con acetato de etilo y se dejó macerar una semana. Cumplido este tiempo, se filtró el producto, se recuperó el solvente y se lo conservó. Por último, se utilizó metanol para agotar la muestra, separando las sustancias químicas de mayor peso molecular, siguiendo el mismo procedimiento.

Bioensayos

Una vez obtenidas las distintas extracciones se procedió a evaluar la actividad biológica de cada una de ellas, impregnando rebanadas de limones y colocando huevos con 24 horas de desarrollo embrionario sobre las mismas. Se trabajó con una concen-

tración de 250 ppm. en los diferentes extractos. Las rebanadas se colocaron individualmente en cajas de Petri tapadas con papel film perforado, las cuales se llevaron a desecador por 30 minutos para evaporar el solvente. En cada rebanada se sembraron 20 huevos. El testigo fue tratado sólo con el solvente, sembrándose también 20 huevos por rebanada. Las rebanadas con huevos se incubaron a 25 °C durante seis días, para favorecer el desarrollo embrionario y larvario. Pasado ese tiempo, se revisaron las rebanadas bajo microscopio estereoscópico y, con la ayuda de alfileres entomológicos, se contó el número de huevos en los cuales no emergieron larvas, el número de coriones (i.e. huevos de los que emergieron larvas) y las larvas vivas y muertas. Cada rebanada de limón se tomó como una repetición, realizándose diez repeticiones para cada extracto y cinco repeticiones para el testigo.

Efecto del estacionamiento de los frutos en la toxicidad del aceite esencial

Para determinar el efecto del poder larvícida del extracto etéreo de limones con diferentes tiempos de estacionamiento desde la cosecha, se cosecharon limones y se los estacionaron a 25 °C. Semanalmente y durante dos meses, se realizaron extracciones y con la fracción soluble se procedió a evaluar la toxicidad mediante bioensayos con el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Identificación de los compuestos responsables de la toxicidad

Con el interés de determinar cuál o cuáles de los constituyentes que componen el aceite esencial son biológicamente activos en relación a la mortalidad de huevos y larvas, se procedió a realizar un análisis con espectrometría de GC-MASA de las fracciones solubles extraídas en limones con distintos tiempos de estacionamiento. De esta forma se identificaron distintos compuestos, se estimó la concentración de cada uno de ellos y se determinó la fluctuación en función del tiempo de estacionamiento poscosecha. Posteriormente se realizaron extracciones en limones con distintos tiempos de estacionamiento poscosecha y se les adicionaron compuestos presentes en el aceite esencial para determinar si ello lograba recuperar la toxicidad observada en los extractos de limones recién cosechados.

Análisis de datos

Las variables analizadas fueron viabilidad de huevos y mortalidad de larvas. La primera se calculó como el número de huevos de los que emergieron larvas dividido el total de huevos sembrados por rebanada (es decir 20). La mortalidad de larvas se estimó como el número de larvas muertas dividido el total de larvas presentes por rebanada. El efecto de las distintas fracciones sobre ambas variables fue analizado mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA resultó significativo las comparaciones entre grupos se realizaron mediante la prueba de Tukey. Para cumplir con el supuesto de homogeneidad de varianza, se transformaron los datos mediante la raíz del arcoseno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los distintos extractos de las glándulas de aceite esencial sobre eclosión y viabilidad larvaria.

En la Tabla 1 se presenta la viabilidad de huevos y la mortalidad de larvas de *C. capitata* causada por los diferentes extractos del aceite esencial del limón y el testigo. En ambos casos se encontraron diferencias significativas entre los distintos extractos y el control ($F = 8,20$; $gl = 5$; $P < 0,0001$ para viabilidad de huevos y $F = 80,3$; $gl = 5$; $P < 0,0001$ para mortalidad de larvas). Si bien ambos estados de desarrollo fueron sensibles a los distintos extractos, la mortalidad fue mucho mayor en larvas, llegando a superar en la fracción soluble el 95%.

Viabilidad de huevos y mortalidad larvaria según el tiempo de estacionamiento poscosecha de los limones.

Cuando se evaluó la mortalidad en huevos y larvas en la fracción soluble de limones con distintos tiempos de estacionamiento poscosecha se observó que el efecto tóxico sobre las larvas

disminuía a medida que transcurría el tiempo de estacionamiento poscosecha (Tabla 2, Fig 1). Los extractos realizados en limones recién cosechados mostraron una mortalidad de larvas de un 98,1 % mientras que los extractos de limones con siete semanas de estacionamiento poscosecha mostraron una mortalidad de larvas de un 22,5 %, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($F = 189,5$; $gl = 8$; $P < 0,0001$).

Fluctuación de los distintos compuestos presentes en el aceite esencial del limón en función del tiempo de estacionamiento poscosecha de los frutos.

Se observó que ciertos compuestos disminuían a medida que pasaba el tiempo (Tabla 3). El neral, geranial y las cumarinas llegaron a valores menores al 50% de la concentración inicial (Fig. 2), mientras que los otros compuestos no disminuyeron en forma tan pronunciada. A su vez, se pudo ver que esta disminución se dio principalmente entre la primera y la segunda semana de estacionamiento.

Análisis y confirmación de los compuestos responsables de la mortalidad larvaria

Para confirmar si el neral, el geranial y la cumarina eran los responsables de la mortalidad observada en las larvas, se realizaron extracciones a limones con distintas fechas de estacionamiento, se les adicionó cumarina y citral (mezcla natural de los isómeros neral + geranial) y se evaluó la toxicidad mediante bioensayos como los realizados anteriormente. En vistas del potencial efecto sinérgico del linalol, se evaluó también el efecto de este compuesto junto con la cumarina. La adición de los compuestos recuperó la capacidad larvicida de los extractos en limones con más de dos semanas de poscosecha (Tabla 4). Asimismo, el linalol potenció el efecto de las cumarinas.

Tabla 1: Efecto de los distintos extractos del aceite de la glándula esencial de limón sobre la viabilidad de huevos y larvas de *C. capitata*.

Extracto	Viabilidad huevos (%)	Mortalidad larvaria (%)
Acetato de etilo	85,50 $\pm$ 1,57 a	93,08 $\pm$ 1,84 c
Exano	84,00 $\pm$ 1,63 a	71,18 $\pm$ 6,60 b
Metanol	85,00 $\pm$ 1,29 a	94,11 $\pm$ 1,73 c
Fracción insoluble	77,00 $\pm$ 3,67 a	93,78 $\pm$ 2,12 c
Fracción soluble	84,50 $\pm$ 2,03 a	97,49 $\pm$ 1,68 c
Testigo	94,00 $\pm$ 1,63 b	2,64 $\pm$ 1,15 a

Media $\pm$ error estándar. Para cada extracto se analizaron diez repeticiones con 20 huevos cada una de ellas. Los valores seguidos de una misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $P < 0,05$).

Tabla 2: Efecto del extracto etéreo de limones con distintos tiempos de estacionamiento poscosecha sobre la viabilidad de huevos y larvas de *C. capitata*.

Estacionamiento (semanas)	Viabilidad huevos (%)	Mortalidad larvaria (%)
0	92,33 ± 1,45 ab	98,95 ± 0,56 f
1	93,33 ± 1,16 ab	95,77 ± 1,38 f
2	88,00 ± 1,36 a	81,91 ± 2,44 e
3	88,67 ± 2,21 a	68,54 ± 2,42 d
4	88,00 ± 2,06 a	74,75 ± 2,30 de
5	92,33 ± 0,67 ab	61,66 ± 3,27 d
6	90,33 ± 1,03 a	36,18 ± 2,24 c
7	90,33 ± 1,03 a	22,50 ± 2,78 b
Testigo	95,33 ± 1,14 b	3,46 ± 1,21 a

Media ± error estándar. Para cada extracto se analizaron diez repeticiones con 20 huevos cada una de ellas. Los valores seguidos de una misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, P < 0,05).

Tabla 3: Constituyentes del aceite esencial del limón y sus concentraciones en limones con distintos tiempos de poscosecha.

Compuesto	Semanas poscosecha							
	0	1	2	3	4	5	6	7
α-bergamoteno	0,56	0,67	0,45	0,54	0,51	0,43	0,61	0,48
α-pineno	1,02	0,92	1,16	1,03	1,31	1,42	1,08	1,30
α-terpinol	0,33	0,36	0,24	0,28	0,27	0,25	0,30	0,25
β-bisaboleno	0,71	0,84	0,52	0,63	0,61	0,51	0,79	0,60
β-mirceno	0,97	0,97	0,98	1,01	1,01	0,98	0,95	0,96
β-pineno	8,72	8,68	9,25	8,74	10,53	12,12	9,93	11,28
3-careno	8,43	8,34	7,42	7,88	8,28	8,35	9,05	8,24
Cariofileno	0,36	0,37	0,22	0,28	0,28	0,24	0,36	0,24
Cumarina	0,22	0,21	0,04	0,05	0,05	0,05	0,11	0,09
Geranial	1,49	1,28	0,60	0,78	0,78	0,78	0,74	0,78
Geraniol	0,09	0,16	0,06	0,10	0,09	0,07	0,14	0,08
Limoneno	74,28	73,93	76,73	75,89	73,50	72,02	72,98	72,97
Linalol	0,09	0,10	0,07	0,08	0,09	0,07	0,11	0,07
Neral	1,11	0,90	0,47	0,59	0,63	0,59	0,54	0,63
Nerol	0,45	0,62	0,41	0,48	0,45	0,40	0,66	0,45

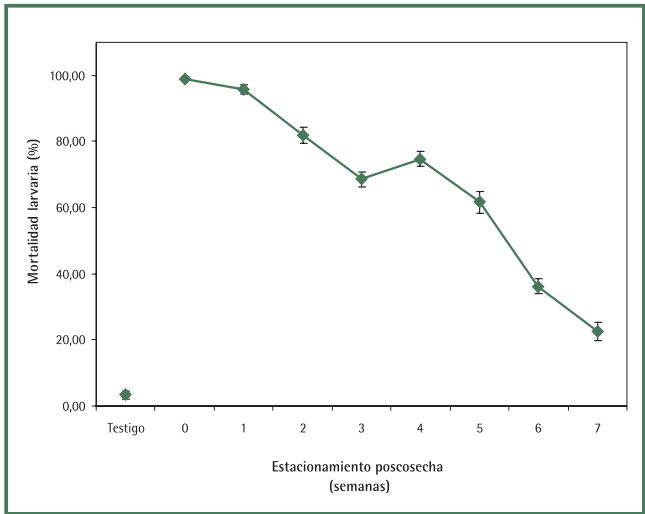


Figura 1: Mortalidad larvaria evaluada del extracto soluble del aceite de la glándula esencial de limones con distintos tiempos de estacionamiento poscosecha.

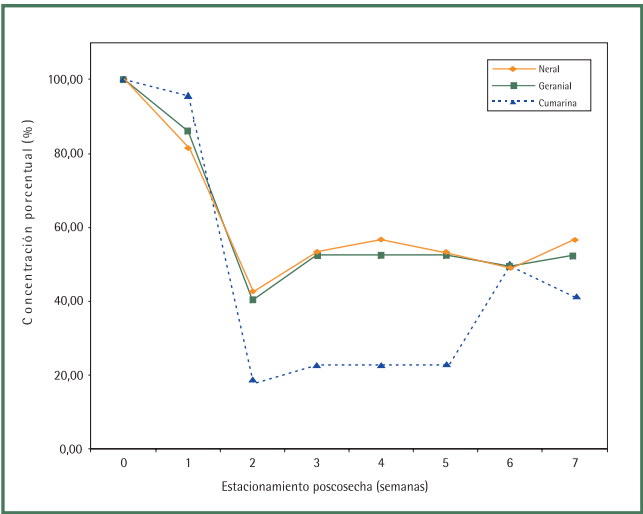


Figura 2: Concentración porcentual del neral, geranial y cumarinal en el aceite de limones en función del tiempo de estacionamiento poscosecha.

Tabla 4. Efecto de la adición de distintos compuestos en el extracto etéreo de limones con distintos tiempos de estacionamiento poscosecha sobre la mortalidad larvaria de *Ceratitis capitata*.

Estacionamiento (semanas)	Mortalidad larvaria (%)					
	EE	EE + cumarina	EE + cumarina + linalol	EE + citral	EE + cumarina + citral (T5)	Testigo
0	97,9 ± 0,7 aA	96,2 ± 1,1 aA	98,9 ± 0,6 aA	95,3 ± 1,1 aA	98,2 ± 0,6 aA	3,3 ± 1,0 g
1	95,8 ± 1,4 aA	93,6 ± 1,8 aA	97,5 ± 0,9 aA	93,5 ± 1,4 aA	96,5 ± 0,7 aA	2,4 ± 0,7 g
2	79,9 ± 2,7 bB	93,0 ± 1,2 aA	98,2 ± 1,0 aA	93,1 ± 1,0 aA	98,2 ± 0,6 aA	2,8 ± 0,9 g
3	63,9 ± 2,6 cD	88,5 ± 1,9 aC	98,2 ± 0,7 aA	92,3 ± 1,8 aA	98,5 ± 0,6 aA	2,3 ± 0,9 g
4	66,7 ± 2,2 cC	78,6 ± 2,3 bB	98,9 ± 0,6 aA	93,8 ± 1,4 aA	97,5 ± 0,6 aA	2,7 ± 0,8 g
5	50,9 ± 3,2 dC	77,8 ± 2,1 bB	98,6 ± 0,8 aA	91,4 ± 1,9 aA	97,2 ± 0,8 aA	3,1 ± 0,7 g
6	36,2 ± 2,2 eC	68,6 ± 2,2 cB	98,5 ± 0,8 aA	92,9 ± 1,2 aA	96,1 ± 1,3 aA	3,1 ± 0,9 g
7	20,5 ± 1,7 fC	54,6 ± 2,3 dB	97,2 ± 1,0 aA	89,9 ± 1,3 aA	95,6 ± 1,1 aA	2,7 ± 0,8 g

Media ± error estándar. Para cada extracto se analizaron 15 repeticiones con 20 huevos cada una de ellas.

EE: Extracto etéreo.

Los valores seguidos de una misma letra minúscula no difieren estadísticamente (Prueba de Tukey, $P < 0,05$). Las letras mayúsculas corresponden a las comparaciones múltiples realizadas para cada extracto.

Tomado de Salvatore, A., S. Borkosky, E. Willink and A. Bardón. 2004. Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. J. Chem Ecol. 30: 323-333.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este capítulo permiten concluir que:

1. Los componentes de la cáscara de limón tienen un efecto tóxico sobre huevos y larvas.
2. Este efecto es más fuerte en larvas que en huevos.
3. En los extractos de limones estacionados por varias semanas luego de la cosecha la mortalidad larvaria disminuye.
4. Ciertos aldehídos, como el citral (neral y geranial), y cumarinas disminuyen su concentración a medida que pasa el tiempo de estacionamiento de la fruta.
5. La adición de citral, cumarina y linalol recupera el efecto larvicida en extractos realizados en limones con varias semanas de poscosecha.
6. Estos compuestos son los agentes causales de la mortalidad en las larvas.

7. Lo expuesto demuestra que el limón presenta mecanismos naturales de resistencia química al ataque de *C. capitata*.

REFERENCIAS

- Back, E. A. y C. E. Pemberton. 1915. Suceptibility of citrous fruits to the attack of the Mediterranean fruit fly. J. Agric. Res. 3: 311-330.
- Bodenheimer, F. S. 1951. Citrus Entomology in the Middle East. W. Junk Pub. Co., The Hague: 102- 111.
- Greany, P. D.; S. C. Styer; P. L. Davis; P. E. Shaw and D. L. Chambers. 1983. Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. Ent. Exp. Appl. 34: 40-50.
- Quayle, H. J. 1914. Citrus fruit insects in Mediterranean countries. U. S. Dep. Agric. Bull: 134 p.
- Salvatore, A., S. Borkosky, E. Willink and A. Bardón. 2004. Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. J. Chem Ecol. 30: 323-333.



Determinación de la condición del limón como hospedero de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*

G. Gastaminza¹, L. Augier¹,

M. E. Villagrán¹, M. F. Villagrán¹

y E. Willink¹

Palabras clave: mosca sudamericana de la fruta, mosca del Mediterráneo, infestación natural forzada

INTRODUCCIÓN

Se define como hospedero de moscas de los frutos al fruto u hortaliza en el cual el adulto puede oviponer bajo condiciones naturales, las larvas eclosionan, pasan al estado de pupa del cual emerge un adulto capaz de reproducirse (Armstrong, 1986). Así mismo Cowley *et al.* (1992) establecieron que si no se obtiene la emergencia del adulto, el fruto no debe ser considerado hospedero.

El estatus del limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) como hospedero de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) es un ejemplo de controversias entre diferentes organismos fitosanitarios. El Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE), considera al limón como no hospedero, Estados Unidos tampoco lo consideraba, criterio que modificó recientemente. Por el contrario, Japón considera al limón como hospedero.

A nivel internacional, existen diferentes trabajos y lineamientos que describen los requerimientos generales y específicos para determinar el estatus de hospedero de frutos u hortalizas a diferentes especies de tefrítidos. Cowley *et al.* (1992), propusieron como metodología el desarrollo de ensayos de infestación forzada en laboratorio y ensayos complementarios a

campo, que incluyen el trampeo de adultos, muestreo de frutos y ensayos de infestación (Fig. 1). Los lineamientos establecidos por la Regional Standards for Phytosanitary Measures (RSPM) N° 4 (2005) de la Asia and Pacific Plant Protection Commission (APPPC), incluyen pruebas de infestación en laboratorio con frutos heridos artificialmente y pruebas de infestación en laboratorio y campo con frutos sin heridas (Fig. 2).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la condición del limón como hospedero de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos para la determinación del estatus de hospedero del limón se realizaron en laboratorio y a campo en diferentes períodos del año que comprendían el período otoño / invierno (abril a septiembre del hemisferio sur) que se corresponde con el período de exportación de limones y el período primavera / estival (octubre a marzo del hemisferio sur) época en la cual no se realizan exportaciones. Para todos los casos se siguieron las metodologías propuestas por Cowley *et al.* (1992) y los lineamientos de la RSPM N° 4 de la APPPC (2005).

¹ Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán Argentina. E-mail: lmaugier@eeaoc.org.ar

² Sección Fruticultura, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC).

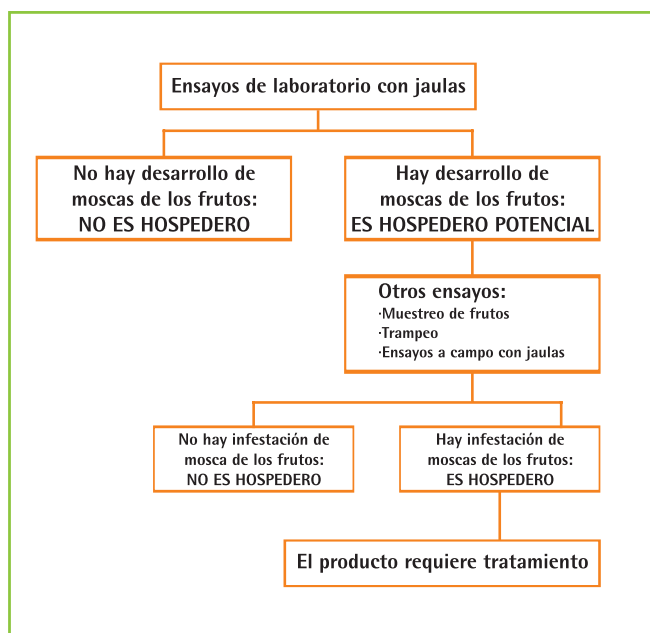


Figura 1. Esquema de la metodología propuesta por Cowley *et al.* (1992), para determinar el estatus de hospedero a especies multivoltinas de moscas de los frutos.

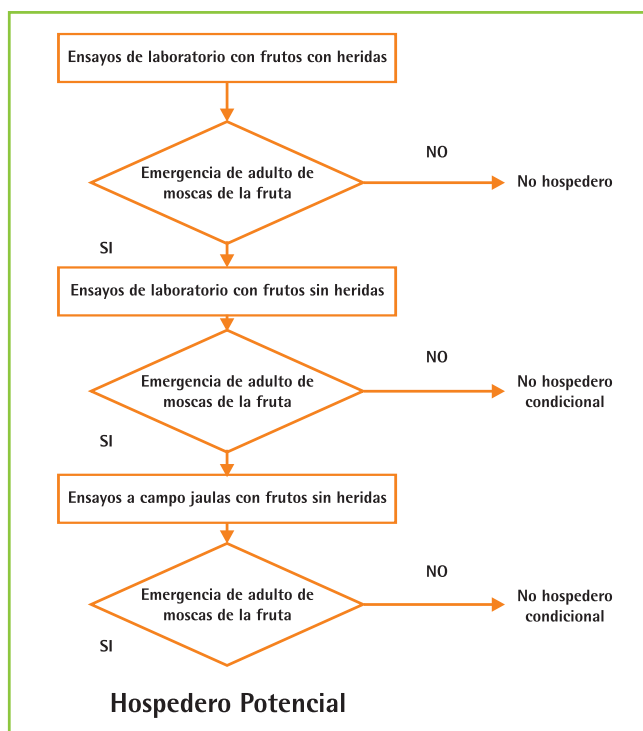


Figura 2. Diagrama propuesto en la RSPM N° 4, 2005 de la APPPC para determinar el estatus de hospedero de una especie vegetal a moscas de los frutos.

PRUEBAS REALIZADAS CON *Ceratitis Capitata*

Los frutos de limón utilizados para las pruebas de infestación en laboratorio y a campo provenían de quintas de limonero que no habían recibido aplicaciones de agroquímicos por lo menos en los últimos 30 días. En todas las pruebas se emplearon frutos de limón maduros (60 mm o más de diámetro y porcentaje de jugo de 35% o más) sin tratamientos de empaque.

I.- Ensayos de infestación natural forzada de limón a *C. Capitata*

A. 1. - Ensayos de laboratorio con frutos heridos

A. 1. a - Materiales:

Las infestaciones naturales forzadas en laboratorio con frutos heridos, se realizaron en jaulas de estructura de metal de 70 cm de profundidad, 40 cm de ancho y 60 cm de alto (Fig. 3). Se emplearon adultos de *C. capitata* obtenidos de la cría desarrollada en el laboratorio de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, la cual se somete en forma rutinaria a controles de calidad de acuerdo a estándares internacionales.

A. 1. b - Metodología:

Los frutos de limón utilizados en los ensayos, fueron heridos en toda su superficie de forma artificial 50 veces con un alfiler entomológico N° 3, (Fig. 4). Se colocaron grupos de 35 limones con 175 hembras grávidas (cinco hem-

bras por fruto) por jaula, con agua y alimento durante 24 horas. Al cabo de dicho período, se contabilizaron las moscas vivas y si la mortalidad superaba el 10%, la jaula era descartada. Posteriormente los limones fueron colocados individualmente en recipientes con arena esterilizada y llevados a cámara de incubación a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. (Fig. 5). La mitad de los frutos fueron disecados a los 10 días para detectar presencia de larvas vivas y la mitad restante a los 20 días para detectar la presencia de larvas o pupas. Se realizaron 13 ensayos en el año 2007 y se infestaron un total de 70 limones por ensayo.

A. 1. c - Testigos: estimación de oviposición y viabilidad de huevos

Para cada ensayo se estimó el número de huevos viables (se entiende por huevo viable a aquel del cual eclosiona una larva) colocados por hembras de mosca del Mediterráneo bajo condiciones de laboratorio. Para ello, se colocaron hembras de *C. capitata* de la misma filial con hospederos preferenciales, los que variaron en función de la época del año (duraznos, ciruelas, kiwis, etc.) y / o sustratos artificiales de oviposición (en base a agar y jugos de frutas, recubiertos por parafilm) (Figs. 6, 7, 8 y 9). Se realizaron cinco repeticiones, cada una de las cuales consistió en colocar en jaulas de infestación, 10 frutos heridos (con el mismo procedimiento descrito en A. 1. b), con hembras grávidas (5 moscas por



Figura 3. Frutos de limón en jaula de infestación de laboratorio.



Figura 4. Frutos de limón heridos con alfiler entomológico Nº 3.



Figura 5. Cámara de incubación con frutos de limón.



Figura 6. Kiwis heridos con alfiler entomológico Nº 3.



Figura 7. Infestación de frutos de kiwi.



Figura 8. Incubación de frutos de kiwi.



Figura 9. Infestación de hospederos artificiales.

fruto), agua y alimento. Transcurridas 24 horas, los frutos fueron sacados de las jaulas, se contabilizaron los huevos, se extrajeron los mismos y se colocaron en cámaras de incubación durante 96 horas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ para determinar la viabilidad (Figs. 10 y 11). Con esos datos se determinó el número de huevos viables por hembra.

A. 2. - Ensayos de laboratorio con frutos sin heridas

A. 2.- a Metodología:

Las pruebas en laboratorio se realizaron durante los años 2004, 2005 y 2006 con una fre-



Figura 10. Estimación de huevos viables con frutos de kiwis.

cuencia mensual aproximadamente. Las mismas consistieron en colocar grupos de 35 frutos de limón sin heridas con 175 hembras grávidas (5 hembras por fruto) agua y alimento en jaulas de infestación durante 48 horas. Transcurrido ese tiempo, se contabilizó el número de moscas vivas y si la mortalidad superaba el 10%, la jaula era descartada. Los limones fueron individualmente colocados en recipientes con arena para su incubación a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. En cada ensayo se trabajó con



Figura 11. Estimación de huevos viables con panes de agar.

70 frutos por cada uno de los tiempos de estacionamiento (de dos, cuatro y seis días de cosechados previos a la realización de las infestaciones), alcanzando un total de 210 frutos.

En la Figura 12 se describe la secuencia de las diferentes etapas que constituyen las pruebas de infestación en laboratorio con frutos sin heridas. En todos los casos los frutos utilizados en un ensayo, están representados como X_2 , X_4 y X_6 , que corresponden a frutos de dos, cuatro y seis

Actividades	Días															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9-11	12	13-17	18	19-27	28	
A	X ₆		X ₄		X ₂											
B							X ₂ X ₄ X ₆ T									
C								X ₂ X ₄ X ₆ T								
D									X ₂ X ₄ X ₆ T	X ₂ X ₄ X ₆	X ₂ X ₄ X ₆	X ₂ X ₄ X ₆	X ₂ X ₄ X ₆			
E											T					
F													X ₂ X ₄ X ₆			
G															X ₂ X ₄ X ₆	

Figura 12. Diagrama de la secuencia de los pasos en las pruebas de infestaciones naturales forzadas en laboratorio con frutos con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previos a la infestación.

A. Cosecha de frutos; B. Inicio de infestación de frutos de limón (X) y testigos (T); C. Finalización de infestación de frutos y testigos; D. Incubación de frutos y testigos; E. Determinación de viabilidad de testigos; F. Revisión del 50% de frutos, detección de larvas; G. Revisión del 50% restante de frutos, detección de larvas y pupas.

días de estacionamiento previos al inicio de las pruebas de infestaciones. Los frutos utilizados como testigos se representan con la letra T.

A. 2.- b Testigos: estimación de oviposición y viabilidad de huevos

Se realizaron los controles siguiendo la misma metodología descrita en el punto A.1. c, con la salvedad que los frutos y/o hospederos artificiales empleados no recibieron heridas y el período de exposición a las moscas fue de 48 hs.

B.- Ensayos a campo con frutos sin heridas

B. 1. - Materiales

Las infestaciones naturales forzadas a campo se realizaron en jaulas de marco de alambre de aproximadamente 40 cm de longitud x 30 cm de diámetro, recubierta de una tela "voile".

Los ensayos fueron realizados en quintas de que no habían recibido aplicación de agroquímicos al menos 30 días.

B. 2. - Metodología

Las pruebas a campo se realizaron durante los años 2004, 2005 y 2006 con una frecuencia mensual aproximadamente. Para ello se seleccionaron ramas con cuatro o cinco limones que fueron recubiertas con jaulas conteniendo en su interior hembras grávidas de *C. capitata* a razón de cinco moscas por fruto, agua y alimento. Transcurridas 48 horas de exposición de los frutos a las moscas, se cortaron las ramas con los frutos y se llevaron al laboratorio, para realizar el recuento de las moscas vivas. Si la mortalidad era mayor al 10%, la jaula era descartada. Posteriormente los frutos fueron colocados en recipientes individuales con arena esterilizada e incubados a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. A los diez días de incubación, se disectó la mitad de los frutos en busca de larvas, mientras que a los 20 días se disectó la mitad restante en busca de larvas o pupas de *C. capitata* (ver fig. 4 en cap.VII). Por ensayo se infestaron un total de 70 limones.

B. 3. - Testigos: estimación de oviposición y viabilidad de huevos

Para cada ensayo se estimó el número de huevos viables colocados por hembra de moscas del Mediterráneo bajo condiciones de campo. Para ello, se realizaron ensayos utilizando hospederos preferenciales de *C. capitata* y/o hospederos artificiales (panes de agar saborizados con jugos de fruta y recubiertos por parafilm). Los mismos, se colocaron en jaulas que se colgaban de ramas de limoneros (sin frutos) en grupos de cinco junto con las moscas, agua y alimento. Se

realizaron cinco repeticiones con diez frutos (a razón de cinco hembras grávidas por fruto). Transcurridas 48 horas, los frutos fueron llevados al laboratorio donde se extrajeron los huevos de los frutos, se contabilizaron y se incubaron a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 96 horas para determinar el número de huevos viables por hembra.

RESULTADOS

A. 1. - Ensayos de laboratorio con frutos sin heridas

Durante el año 2007 se realizaron 13 ensayos de infestación natural forzada en laboratorio. De los 13 ensayos, tres se llevaron a cabo durante el período estival (donde no se realizan exportaciones) en los que se infestaron 210 limones con 1.050 moscas con un estimado de 25.658 huevos viables y se obtuvieron 267 pupas de las que emergieron 115 adultos de *C. capitata* (Tabla 1).

Los diez ensayos restantes se realizaron durante el período de exportación (abril a septiembre). Se infestaron 700 frutos de limón con 3.550 hembras grávidas con un estimado de 81.074 huevos viables y se obtuvieron 17 pupas de las que emergieron siete adultos de *C. capitata* (Tabla 1).

A. 2.- Resultados de ensayos de laboratorio con frutos sin heridas

Durante el año 2004 se realizaron ocho ensayos en laboratorio en los cuales se infestaron un total de 1.680 frutos de limón (con 2, 4 y 6 días de estacionamiento) con 8.400 hembras grávidas y un estimado de 116.970 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 2).

Durante el año 2005 se realizaron 13 ensayos en laboratorio en los cuales se infestaron un total de 2.730 frutos de limón (de 2, 4 y 6 días de estacionamiento) con 13.650 hembras grávidas y un estimado de 189.231 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 3).

Durante el año 2006 se realizaron 12 ensayos en laboratorio en los cuales se infestaron un total de 2.520 frutos de limón (de 2, 4 y 6 días de estacionamiento) con 12.600 hembras grávidas y un estimado de 169.498 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 4).

B.- Ensayos a campo con frutos sin heridas

Durante el año 2004 se realizaron ocho ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 560 frutos de limón con 2.800 hembras grávidas y un estimado de 84.224 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* (Tabla 5).

Tabla 1. Cantidad de pupas y adultos de *C. capitata* obtenidos en los ensayos de infestación natural forzada en laboratorio con frutos heridos artificialmente y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2007.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN						TESTIGOS				
Periodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos	Nº de hembras	Nº de pupas obtenidas	Nº de adultos obtenidos	Nº de huevos/ moscas/ día	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	17/01/2007	70	350	156	5	26	9.100	93	8.463	Panes de agar
	21/02/2007	70	350	111	110	25	8.750	95	8.312	Ciruelas
	26/03/2007	70	350	0	0	27	9.450	94	8.883	Ciruelas
Subtotal		210	1.050	267	115	27.300		25.658		
Exportación (abril – agosto) ++	23/04/2007	70	350	0	0	25	8.750	96	8.400	Ciruelas
	04/06/2007	70	350	0	0	23	8.050	93	7.486	Ciruelas
	27/06/2007	70	350	17	7	26	9.100	94	8.554	Kiwis
	23/07/2007	70	350	0	0	25	8.750	92	8.050	Kiwis
	25/07/2007	70	350	0	0	26	9.100	96	8.736	Kiwis
	06/08/2007	70	350	0	0	24	8.400	95	7.980	Kiwis
	07/08/2007	70	350	0	0	25	8.750	98	8.575	Kiwis
	07/08/2007	70	350	0	0	23	8.050	97	7.808	Kiwis
	09/08/2007	70	350	0	0	22	7.700	92	7.084	Kiwis
	15/08/2007	70	350	0	0	25	8.750	96	8.400	Kiwis
Subtotal		700	3.500	17	7	85.400		81.074		
TOTAL		910	4.550	284	122	112.700		106.732		

+ Enero – marzo corresponde a meses de verano en el hemisferio sur.

++ Abril – agosto corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

Tabla 2. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2004.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Periodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
Exportación (may – sep) +	21/04/2004	210	1.050	0	48	16.800	92	15.456	Panes de agar
	26/05/2004	210	1.050	0	50	17.500	89	15.575	Panes de agar
	30/06/2004	210	1.050	0	40	14.000	91	12.740	Panes de agar
	28/07/2004	210	1.050	0	46	16.100	90	15.295	Panes de agar
	24/08/2004	210	1.050	0	42	14.700	94	13.818	Panes de agar
	15/09/2004	210	1.050	0	42	14.700	93	13.671	Panes de agar
No exportación (oct – dic) ++	06/10/2004	210	1.050	0	46	16.100	90	14.490	Ciruelas
	23/11/2004	210	1.050	0	50	17.500	91	15.925	Ciruelas
TOTAL		1.680	8.400	0	127.400		116.970		

*210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos / día de estacionamiento).

**1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

***Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Mayo – septiembre corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

++ Octubre – diciembre corresponde a meses de primavera en el hemisferio sur.

Tabla 3. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2005.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo)	04/01/2005	210	1.050	0	48	16.800	93	15.624	Ciruelas
	23/02/2005	210	1.050	0	52	18.200	91	16.562	Ciruelas
	+ 28/03/2005	210	1.050	0	44	15.400	95	14.630	Panes de agar
Exportación (abril – sep)++	06/04/2005	210	1.050	0	46	16.100	92	14.812	Panes de agar
	27/04/2005	210	1.050	0	48	16.800	92	15.456	Panes de agar
	18/05/2005	210	1.050	0	42	14.700	94	13.818	Panes de agar
	14/06/2005	210	1.050	0	50	17.500	90	15.750	Panes de agar
	11/07/2005	210	1.050	0	44	15.400	91	11.011	Panes de agar
	08/08/2005	210	1.050	0	40	14.000	96	13.44	Panes de agar
	05/09/2005	210	1.050	0	46	16.100	94	15.134	Níspero
No exportación (oct – dic) +++	14/10/2005	210	1.050	0	44	15.400	92	14.168	Ciruelas
	15/11/2005	210	1.050	0	44	15.400	91	14.014	Ciruelas
	21/12/2005	210	1.050	0	46	16.100	92	14.812	Duraznos
TOTAL		2.730	13.650	0	207.900		189.231		

*210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos/ día de estacionamiento).

**1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

***Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Enero – marzo corresponden a verano del hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponden a primavera en el hemisferio sur.

Tabla 4. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2006.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo)	09/01/2006	210	1.050	0	42	14.700	92	13.524	Ciruelas
	+ 02/02/2006	210	1.050	0	44	15.400	91	14.014	Ciruelas
Exportación (abril – sep)++	03/04/2006	210	1.050	0	44	15.400	93	14.322	Duraznos
	24/05/2006	210	1.050	0	46	16.100	90	14.490	Kiwis
	13/06/2006	210	1.050	0	42	14.700	91	13.377	Kiwis
	05/07/2006	210	1.050	0	48	16.800	90	15.120	Kiwis
	26/07/2006	210	1.050	0	44	15.400	95	14.630	Kiwis
	29/08/2006	210	1.050	0	42	14.700	93	13.671	Ciruelas
	27/09/2006	210	1.050	0	44	15.400	90	13.860	Nísperos
No exportación (oct – dic) +++	24/10/2006	210	1.050	0	42	14.700	91	13.377	Duraznos
	26/11/2006	210	1.050	0	42	14.700	94	13.818	Duraznos
	21/12/2006	210	1.050	0	46	16.100	95	15.295	Ciruelas
TOTAL		2.520	12.600	0	184.100		169.498		

*210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos/ día de estacionamiento).

**1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

***Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Enero – marzo corresponden a verano del hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno del hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponden a primavera del hemisferio sur.

Tabla 5. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2004.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
Exportación (may – sep) +	21/04/2004	70	350	0	30	10.500	90	9.450	Panes de agar
	26/05/2004	70	350	0	32	11.200	92	10.304	Panes de agar
	30/06/2004	70	350	0	34	11.900	89	10.591	Panes de agar
	28/07/2004	70	350	0	34	11.900	94	11.186	Panes de agar
	24/08/2004	70	350	0	30	10.500	91	9.555	Panes de agar
	15/09/2004	70	350	0	32	11.200	90	10.080	Panes de agar
No exportación (oct – dic)	06/10/2004	70	350	0	36	12.600	91	11.466	Ciruelas
	23/11/2004	70	350	0	36	12.600	92	11.592	Ciruelas
TOTAL		560	2.800	0	92.400		84.224		

+ Mayo – septiembre corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

++ Octubre – diciembre corresponde a meses de primavera en el hemisferio sur.

Durante el año 2005 se realizaron 13 ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 910 frutos de limón con 4.550 hembras grávidas y un estimado de 138.481 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* (Tabla 6).

Durante el año 2006 se realizaron 12 ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 840 fru-

tos de limón con 4.200 hembras grávidas y un estimado de 121.527 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *C. capitata* (Tabla 7).

Resumen de los resultados de las infestaciones a campo y en laboratorio con frutos de limón sin heridas para *C. capitata*.

Tabla 6. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2005.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	04/01/2005	70	350	0	34	11.900	93	11.067	Ciruelas
	23/02/2005	70	350	0	30	10.500	94	9.870	Ciruelas
	28/03/2005	70	350	0	36	12.600	95	11.970	Panes de agar
Exportación (abril – sep)++	06/04/2005	70	350	0	32	11.200	91	10.192	Panes de agar
	27/04/2005	70	350	0	36	12.600	90	11.340	Panes de agar
	18/05/2005	70	350	0	34	11.900	90	10.710	Panes de agar
	14/06/2005	70	350	0	40	14.000	87	12.180	Panes de agar
	11/07/2005	70	350	0	30	10.500	94	9.870	Panes de agar
	08/08/2005	70	350	0	32	11.200	93	10.416	Panes de agar
	05/09/2005	70	350	0	30	10.500	91	9.555	Níspero
No exportación (oct – dic) +++	14/10/2005	70	350	0	32	11.200	90	10.080	Ciruelas
	15/11/2005	70	350	0	34	11.900	89	10.591	Ciruelas
	21/12/2005	70	350	0	32	11.200	95	10.640	Duraznos
TOTAL		910	4.550	0	151.200		138.481		

+ Enero – marzo corresponden a verano del hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponden a primavera en el hemisferio sur.

Tabla 7. Cantidad de larvas o pupas de *C. capitata* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2006.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	09/01/2006	70	350	0	34	11.900	91	10.829	Ciruelas
	02/02/2006	70	350	0	36	12.600	94	11.844	Ciruelas
Exportación (abril – sep)++	03/04/2006	70	350	0	32	11.200	94	10.528	Duraznos
	24/05/2006	70	350	0	30	10.500	93	9.765	Kiwis
	13/06/2006	70	350	0	30	10.500	90	9.450	Kiwis
	05/07/2006	70	350	0	28	9.800	89	8.722	Kiwis
	26/07/2006	70	350	0	26	9.100	94	8.554	Kiwis
	29/08/2006	70	350	0	32	11.200	93	10.416	Ciruelas
	27/09/2006	70	350	0	30	10.500	95	9.975	Nísperos
No exportación (oct – dic) +++	24/10/2006	70	350	0	32	11.200	90	10.080	Duraznos
	26/11/2006	70	350	0	34	11.900	92	10.948	Duraznos
	21/12/2006	70	350	0	32	11.200	93	10.416	Ciruelas
TOTAL		840	4.200	0	131.600		121.527		

+ Enero – marzo corresponden a verano en el hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponden a primavera en el hemisferio sur.

En la Tabla 8 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos a campo y en laboratorio con frutos sin heridas, realizados durante los años 2004, 2005 y 2006 para *C. capitata* discriminados por período de exportación (abril - septiembre) que corresponde al otoño e invierno en el hemisferio sur y de no exportación (octubre - marzo) que corresponde a la primavera y verano en el hemisferio sur.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la condición del limón como hospedero de *C. capitata*, se llegó a las

siguientes conclusiones:

1.- *C. capitata* se desarrolla en frutos de limón heridos artificialmente y sometidos a infestación natural forzada en laboratorio.

2.- *C. capitata* no se desarrolla en frutos de limón sin heridas con 2, 4 y 6 días de estacionamiento sometidos a infestación natural forzada en laboratorio.

3.- *C. capitata* no se desarrolla en frutos de limón sin heridas sometidos a infestación natural forzada a campo.

4.- El limón es un no hospedero condicional (conditional non host) de *C. capitata* según la RSPM N° 4, de la APPPC, 2005.

5.- El limón no es hospedero de *C. capitata* según Cowley *et al* (1992).

Tabla 8. Resumen de las infestaciones naturales forzadas a campo y en laboratorio con frutos sin heridas para *C. capitata* durante los años 2004, 2005 y 2006.

Tipo de ensayos	Períodos	Número de ensayos	Número de frutos	Número de hembras	Nº de larvas o pupas obtenidas	Total de huevos viables en los testigos
Laboratorio (frutos sin heridas)	Exportación	20	4.150	21.000	0	285.446
	No exportación	13	2.730	13.650	0	190.253
Subtotal		33	6.880	34.650	0	475.699
Campo (frutos sin heridas)	Exportación	20	1.400	7.000	0	202.839
	No exportación	13	910	4.550	0	141.393
Subtotal		33	2.310	11.550	0	344.232
TOTAL		66	9.190	46.200	0	819.931

PRUEBAS REALIZADAS CON *Anastrepha fraterculus*

II.- Ensayos de infestación forzada de limón a *A. fraterculus*

Estos ensayos se realizaron siguiendo la misma metodología descrita para *C. capitata* (punto I). Los resultados se muestran a continuación.

RESULTADOS

A.1.- Resultados de ensayos de laboratorio con frutos heridos

Durante el año 2007 se realizaron 13 ensayos de infestación natural forzada en laboratorio. Tres ensayos se llevaron a cabo durante el período estival (donde no se realizan exportaciones) en los que se infestaron 210 limones con 1.050 moscas con un estimado de 14.297 huevos viables, mientras que los diez ensayos restantes se realizaron durante el período de exportación (abril a septiembre) en los que se infestaron 700 frutos de limón con 3.550 hembras grávidas con un estimado de 43.736 huevos viables. De los 13 ensayos realizados en laboratorio con frutos de limón con heridas, no se obtuvieron larvas o pupas de *A. fraterculus* (Tabla 9).

A. 2.- Resultados de ensayos de laboratorio con frutos sin heridas

Durante el año 2004 se realizaron ocho

ensayos en laboratorio en los cuales se infestaron un total de 1.680 frutos de limón de 2, 4 y 6 días de estacionamiento con 8.400 hembras grávidas y un estimado de 68.733 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 10).

Durante el año 2005 se realizaron 13 ensayos en laboratorio en los cuales se infestaron un total de 2.730 frutos de limón con 2, 4 y 6 días de estacionamiento con 13.650 hembras grávidas y un estimado de 117.244 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 11).

Durante el año 2006 se realizaron 12 ensayos en laboratorio, en los cuales se infestaron un total de 2.520 frutos de limón con 2, 4 y 6 días de estacionamiento con 12.600 hembras grávidas y un estimado de 114.178 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* para los distintos días de estacionamiento del limón (Tabla 12).

B.- Resultados de ensayos a campo con frutos sin heridas

Durante el año 2004 se realizaron ocho ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 560 frutos de limón con 2.800 hembras grávidas y un estimado de 40.627 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* (Tabla 13).

Tabla 9. Cantidad de pupas y adultos de *A. fraterculus* obtenidos en los ensayos de infestación natural forzada con frutos heridos artificialmente y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2007.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN						TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos	Nº de hembras	Nº de pupas obtenidas	Nº de adultos obtenidos	Nº de huevos/ moscas/ día	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	17/01/2007	70	350	0	0	17	5.950	85	5.057	Panes de agar
	21/02/2007	70	350	0	0	16	5.600	88	4.928	Ciruelas
	26/03/2007	70	350	0	0	16	5.600	77	4.312	Ciruelas
Subtotal		210	1.050	0	0	17.150		14.297		
Exportación (abril – septiembre) ++	23/04/2007	70	350	0	0	17	5.950	83	4.938	Ciruelas
	04/06/2007	70	350	0	0	15	5.250	80	4.2	Ciruelas
	27/06/2007	70	350	0	0	15	5.250	84	4.41	Kivis
	23/07/2007	70	350	0	0	16	5.600	83	4.648	Kiwis
	25/07/2007	70	350	0	0	14	4.900	82	4.018	Kiwis
	06/08/2007	70	350	0	0	17	5.950	84	4.998	Kiwis
	07/08/2007	70	350	0	0	15	5.250	79	4.147	Kiwis
	07/08/2007	70	350	0	0	14	4.900	85	4.165	Kiwis
	09/08/2007	70	350	0	0	13	4.550	82	3.731	Kiwis
	15/08/2007	70	350	0	0	16	5.600	80	4.480	Kiwis
Subtotal		700	3.500	0	0	53.200		43.736		
TOTAL		910	4.550	0	0	70.350		58.033		

+ Enero – marzo corresponde a meses de verano en el hemisferio sur.

++ Abril – agosto corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

Tabla 10. Cantidad de larvas o pupas de *A. fraterculus* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2004.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
Exportación (may – sep) +	21/04/2004	210	1.050	0	48	10.500	81	8.505	Panes de agar
	26/05/2004	210	1.050	0	50	9.800	85	8.330	Panes de agar
	30/06/2004	210	1.050	0	40	11.900	83	9.877	Panes de agar
	28/07/2004	210	1.050	0	46	9.100	84	7.644	Panes de agar
	24/08/2004	210	1.050	0	42	10.500	82	8.610	Panes de agar
	15/09/2004	210	1.050	0	42	9.100	85	7.735	Panes de agar
No exportación (oct – dic) ++	06/10/2004	210	1.050	0	32	11.200	84	9.408	Ciruela
	23/11/2004	210	1.050	0	28	9.800	88	8.624	Ciruela
TOTAL		1.680	8.400	0	81.900		68.733		

*210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos / día de estacionamiento).

**1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

***Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Mayo – septiembre corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

++ Octubre – diciembre corresponde a meses de primavera en el hemisferio sur.

Tabla 11. Cantidad de larvas o pupas de *A. fraterculus* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2005.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	04/01/2005	210	1.050	0	30	10.500	85	8.925	Ciruelas
	23/02/2005	210	1.050	0	32	11.200	86	9.632	Ciruelas
	28/03/2005	210	1.050	0	26	9.100	89	8.009	Panes de agar
Exportación (abril – sep)++	06/04/2005	210	1.050	0	28	9.800	84	8.232	Panes de agar
	27/04/2005	210	1.050	0	34	11.900	87	10.353	Panes de agar
	18/05/2005	210	1.050	0	30	10.500	85	8.925	Panes de agar
	14/06/2005	210	1.050	0	30	10.500	82	8.610	Panes de agar
	11/07/2005	210	1.050	0	28	9.800	84	8.232	Panes de agar
	08/08/2005	210	1.050	0	30	10.500	82	8.61	Panes de agar
	05/09/2005	210	1.050	0	32	11.200	89	9.968	Níspero
No exportación (oct – dic) +++	14/10/2005	210	1.050	0	30	10.500	82	8.61	Ciruelas
	15/11/2005	210	1.050	0	28	9.800	86	8.428	Ciruelas
	21/12/2005	210	1.050	0	34	11.900	90	10.71	Duraznos
TOTAL		2.730	13.650	0	137.200		117.244		

* 210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos/ día de estacionamiento).

** 1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

*** Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Enero – marzo corresponden a verano en el hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponde a primavera en el hemisferio sur.

Tabla 12. Cantidad de larvas o pupas de *A. fraterculus* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2006.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos*	Nº de hembras**	Nº de larvas o pupas obtenidas***	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo) +	09/01/2006	210	1.050	0	36	12.600	87	10.962	Ciruelas
	02/02/2006	210	1.050	0	32	11.200	85	9.520	Ciruelas
Exportación (abril – sep)++	03/04/2006	210	1.050	0	34	11.900	87	10.353	Duraznos
	24/05/2006	210	1.050	0	30	10.500	84	8.820	Kiwis
	13/06/2006	210	1.050	0	28	9.800	83	8.134	Kiwis
	05/07/2006	210	1.050	0	32	11.200	80	8.960	Kiwis
	26/07/2006	210	1.050	0	30	10.500	85	8.925	Kiwis
	29/08/2006	210	1.050	0	34	11.900	85	10.115	Ciruelas
	27/09/2006	210	1.050	0	32	11.200	83	9.269	Nisperos
No exportación (oct – dic) +++	24/10/2006	210	1.050	0	30	10.500	88	9.240	Duraznos
	26/11/2006	210	1.050	0	34	11.900	88	10.472	Duraznos
	21/12/2006	210	1.050	0	32	11.200	84	9.408	Ciruelas
TOTAL		2.520	12.600	0	134.400		114.178		

*210 corresponde a los frutos sometidos a infestación forzada con 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (70 frutos/ día de estacionamiento).

**1.050 corresponde a las hembras de moscas para los ensayos con limones de 2, 4 y 6 días de estacionamiento previo a la infestación (350 hembras/ día de estacionamiento).

***Larvas o pupas obtenidas en frutos cosechados 2, 4 y 6 días previos a las infestaciones.

+ Enero – marzo corresponden a verano en el hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponde a primavera en el hemisferio sur.

Tabla 13. Cantidad de larvas o pupas de *A. fraterculus* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2004.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos	Nº de hembras	Nº de larvas o pupas obtenidas	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
Exportación (may – sep) +	21/04/2004	70	350	0	22	7.700	85	6.545	Panes de agar
	26/05/2004	70	350	0	18	6.300	80	5.040	Panes de agar
	30/06/2004	70	350	0	20	7.000	83	5.810	Panes de agar
	28/07/2004	70	350	0	18	6.300	79	4.997	Panes de agar
	24/08/2004	70	350	0	16	5.600	84	4.704	Panes de agar
	15/09/2004	70	350	0	22	7.700	83	6.391	Panes de agar
No exportación (oct – dic) ++	06/10/2004	70	350	0	24	8.400	85	7.140	Ciruelas
	23/11/2004	70	350	0	22	7.700	86	6.622	Ciruelas
TOTAL		560	2.800	0	56.700		40.627		

+ Mayo – septiembre corresponde a meses de otoño e invierno en el hemisferio sur.

++ Octubre – diciembre corresponde a meses de primavera en el hemisferio sur.

Durante el año 2005 se realizaron 13 ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 910 frutos de limón con 4.550 hembras grávidas y un estimado de 85.428 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* (Tabla 14).

Durante el año 2006 se realizaron 12 ensayos a campo en los cuales se infestaron un total de 840 frutos de limón con 4.200 hembras grávidas y un estimado de 78.971 huevos viables sin obtener larvas o pupas de *A. fraterculus* (Tabla 15).

Tabla 14. Larvas o pupas de *A. fraterculus*, encontradas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2005.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos	Nº de hembras	Nº de larvas o pupas obtenidas	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo)	04/01/2005	70	350	0	26	9.100	82	7.462	Ciruelas
	23/02/2005	70	350	0	24	8.400	83	6.972	Ciruelas
	+ 28/03/2005	70	350	0	28	9.800	83	8.134	Panes de agar
Exportación (abril – sep)++	06/04/2005	70	350	0	22	7.700	78	6.006	Panes de agar
	27/04/2005	70	350	0	24	8.400	84	7.056	Panes de agar
	18/05/2005	70	350	0	20	7.000	81	5.670	Panes de agar
	14/06/2005	70	350	0	18	6.300	80	5.040	Panes de agar
	11/07/2005	70	350	0	20	7.000	81	5.670	Panes de agar
	08/08/2005	70	350	0	20	7.000	83	5.810	Panes de agar
	05/09/2005	70	350	0	22	7.700	85	6.545	Níspero
No exportación (oct - dic) +++	14/10/2005	70	350	0	24	8.400	87	7.308	Ciruelas
	15/11/2005	70	350	0	24	8.400	84	7.056	Ciruelas
	21/12/2005	70	350	0	22	7.700	87	6.699	Duraznos
TOTAL		910	4.550	0	102.900		85.428		

+ Enero – marzo corresponden a verano en el hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponde a primavera en el hemisferio sur.

Tabla 15. Cantidad de larvas o pupas de *A. fraterculus* obtenidas en los ensayos de infestación natural forzada a campo con frutos sin heridas y estimación de huevos viables obtenidos en los testigos durante el año 2006.

INFESTACIÓN DE FRUTOS DE LIMÓN					TESTIGOS				
Períodos (meses)	Fechas	Nº de Frutos	Nº de hembras	Nº de larvas o pupas obtenidas	Nº de huevos/ moscas/ 2 días	Total de huevos	Huevos viables (%)	Total huevos viables	Fruto/ sustrato artificial
No exportación (enero – marzo)	09/01/2006	70	350	0	26	9.100	86	7.826	Ciruelas
	+ 02/02/2006	70	350	0	28	9.800	83	8.134	Ciruelas
Exportación (abril – sep)++	03/04/2006	70	350	0	24	8.400	82	6.888	Duraznos
	24/05/2006	70	350	0	22	7.700	80	6.160	Kiwis
	13/06/2006	70	350	0	18	6.300	79	4.997	Kiwis
	05/07/2006	70	350	0	20	7.000	81	5.670	Kiwis
	26/07/2006	70	350	0	20	7.000	82	5.740	Kiwis
	29/08/2006	70	350	0	18	6.300	84	5.292	Ciruelas
	27/09/2006	70	350	0	22	7.700	86	6.622	Nísperos
No exportación (oct - dic) +++	24/10/2006	70	350	0	24	8.400	83	6.972	Duraznos
	26/11/2006	70	350	0	24	8.400	87	7.208	Duraznos
	21/12/2006	70	350	0	26	9.100	82	7.462	Ciruelas
TOTAL		840	4.200	0	95.200		78.971		

+ Enero – marzo corresponden a verano en el hemisferio sur.

++ Abril – septiembre corresponden a otoño e invierno en el hemisferio sur.

+++ Octubre – diciembre corresponde a primavera en el hemisferio sur.

Resumen de los resultados de las infestaciones a campo y en laboratorio con frutos de limón heridos y sin heridas para *A. fraterculus*.

En la Tabla 16 se presenta, a modo de resumen, los resultados obtenidos en los ensayos en laboratorio con frutos heridos, realizados durante el año 2007 para *A. fraterculus*, discriminados por período de exportación (abril - septiembre) que corres-

ponde a otoño e invierno en el hemisferio sur y de no exportación (octubre - marzo) que corresponde a primavera y verano en el hemisferio sur. En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos en los ensayos a campo y en laboratorio con frutos sin heridas, realizados durante los años 2004, 2005 y 2006 para *A. fraterculus* discriminados por período de exportación y de no exportación.

Tabla.16. Resumen de las infestaciones naturales forzadas en laboratorio para *A. fraterculus* durante el 2007.

Tipo de ensayos	Períodos	Número de ensayos	Número de frutos	Número de hembras	Nº de adultos obtenidos	Total de huevos viables en los testigos
Laboratorio (frutos con heridas)	Exportación	10	700	3.500	0	43.736
	No exportación	3	210	1.050	0	14.297
TOTAL		13	910	4.550	0	58.033

Tabla.17. Resumen de las infestaciones naturales forzadas a campo y en laboratorio para *A. fraterculus* durante los años 2004, 2005 y 2006.

Tipo de ensayos	Períodos	Número de ensayos	Número de frutos	Número de hembras	Nº de adultos obtenidos	Total de huevos viables en los testigos
Laboratorio (frutos sin heridas)	Exportación	20	4.150	21.000	0	178.207
	No exportación	13	2.730	13.650	0	121.948
Subtotal		33	6.880	34.650	0	300.155
Campo (frutos sin heridas)	Exportación	20	1.400	7.000	0	116.653
	No exportación	13	910	4.550	0	94.995
Subtotal		33	2.310	11.550	0	211.648
TOTAL		66	9.190	46.200	0	511.803

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos para la determinación de la condición del limón como hospedero de *A. fraterculus*, se puede concluir:

1.- *A. fraterculus* no se desarrolla en frutos de limón heridos artificialmente sometidos a infestación natural forzada en laboratorio.

2.- *A. fraterculus* no se desarrolla en frutos de limón sin heridas con 2, 4 y 6 días de estacionamiento sometidos a infestación natural forzada en laboratorio.

3.- *A. fraterculus* no se desarrolla en frutos de limón sin heridas sometidos a infestación natural forzada a campo.

4.- El limón no es hospedero de *A. fraterculus*, según la RSPM N° 4 de la APPPC (2005) y Cowley *et al.* (1992).

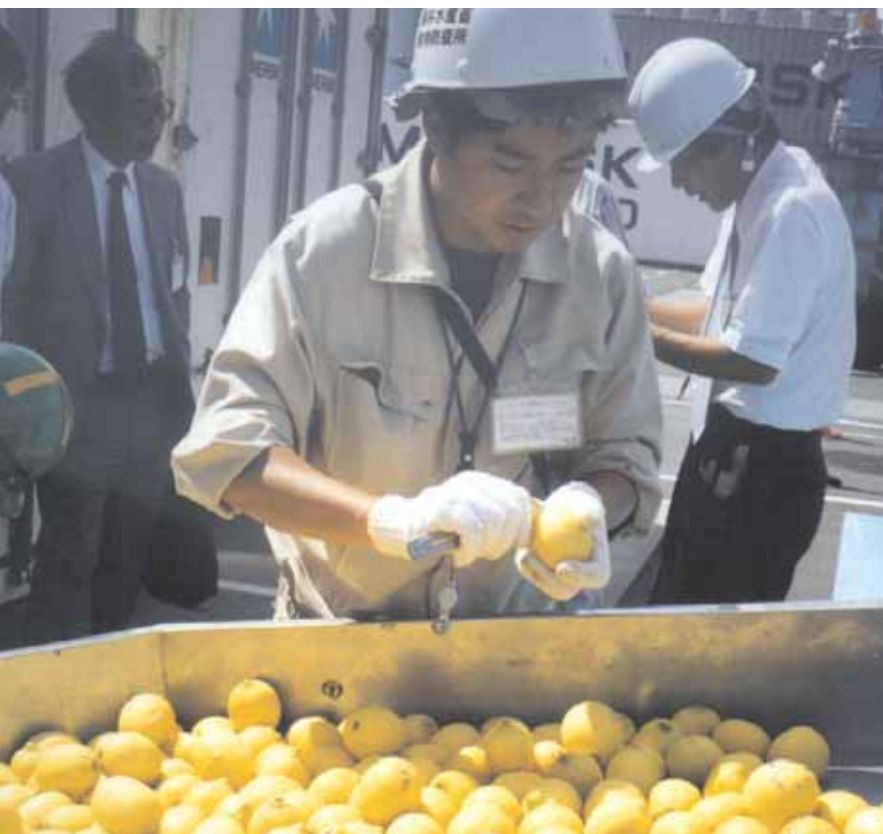
BIBLIOGRAFÍA CITADA

Armstrong, J. W. 1986. Pest organism response to potencial quarantine treatments. In: Proceedings, 1985 ASEAN PLANT Regional Conference on Quarantine Support for Agricultural Development. ASEAN Plant Quarantine Center and Training Institute, Serdang, Selangor, Malaysia 1, pp. 25-30.

Cowley, J. M.; R. T. Backer and D. S. Harte. 1992. Definition and determination of host status for multi-voltine fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. J Econ. Entomol. 85 (2): 312-317.

Asia and Pacific Plant Protection Commission (APPPC). 2005. Guidelines for the confirmation of non-host status of fruit and vegetables to tephritid fruit flies. Regional Standards for Phytosanitary Measures, N° 4, APPPC, Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.





Riesgo de introducción de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* en limones del Noroeste Argentino

E. Willink¹, G. Gastaminza¹,

L. Augier¹, B. Stein²

M.E. Gatti³ y N. Larrea³

Palabras clave: Restricciones cuarentenarias, moscas de los frutos, análisis de riesgo.

INTRODUCCIÓN

Tucumán exporta cerca de 300.000 tn de limones (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) frescos por año, que representan el 87% de las exportaciones nacionales. La temporada de cosecha para el mercado exportador es generalmente de abril a finales de septiembre (otoño e invierno en el hemisferio sur). La calidad de la fruta debe ser excelente para poder llegar a destino en buenas condiciones y cumplir con las exigencias de los mercados, algunos de ellos muy lejanos.

Basándonos en los resultados obtenidos en los últimos años, detallados en los capítulos previos, discutiremos el riesgo de introducción de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en limones provenientes del Noroeste Argentino. Este análisis se realizará considerando: el estatus de hospedero para ambas moscas de los frutos, la presencia natural de las poblaciones de adultos en el campo durante el período de exportación y las características de los limones a exportar.

Japón y China consideran al limón hospedero de *C. capitata* basados en los trabajos de Quayle (1938), Liquido *et al.* (1990) y otros. A raíz de las intercepciones de limones Verna de España infestados por moscas en el año 2006, Estados Unidos

incorporó recientemente al limón como hospedero de la mosca del Mediterráneo (PPQ-APHIS, Treatment Manual, 2007).

A los fines cuarentenarios, se define como hospedero de moscas de los frutos a cualquier fruta u hortaliza en la cual la mosca deposita sus huevos bajo condiciones de campo, eclosionan las larvas, éstas adquieren suficiente alimento para pupar y de ellas emerge el adulto capaz de reproducirse (Armstrong, 1986)

Cowley *et al.* (1992) establecieron los pasos a seguir para la determinación de la condición de hospedero a especies multivoltinas de moscas de los frutos. Estos consisten en realizar pruebas en laboratorio con frutos heridos artificialmente y expuestos a hembras grávidas. Si no hay desarrollo de adulto de la mosca, el fruto no es hospedero. Si por el contrario, hay desarrollo, podría ser un hospedero, pero para confirmarlo serán necesarios ensayos adicionales. Estos consisten en la recolección de frutos (al menos 1.000 frutos por región), trapeo (trampas con atrayentes apropiados cada 400 mts.) y pruebas a campo (frutos con hembras grávidas en jaulas colgadas de la planta). Estas pruebas definirán si es un hospedero o no a los fines cuarentenarios. Follett y Neven (2006), establecieron que el nivel de confianza sobre el cual

¹Centro de Investigaciones Cuarentenarias, Sección Zoología Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). William Cross 3150, 4101, Las Talitas, Tucumán. E-mail: ewillink@eeaoc.org.ar

²Sección Fruticultura, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC).

³Dirección Nacional de Cuarentena Vegetal-SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASA).

Cowley *et al.* (1992) basaron sus evaluaciones para establecer el estatus de no hospedero, fue de 22,1% con ningún sobreviviente en 30.000 individuos.

The Asian and Pacific Plant Protection Commission (APPPC) publicó en el año 2005, la Regional Standards for Phytosanitary Measures (RSPM) N° 4, que son los lineamientos para la confirmación de la condición de frutos y hortalizas como no hospederos de las moscas de los frutos. Estos se basan en los mismos procedimientos que establecieron Cowley *et al.* (1992) y que consisten en pruebas de laboratorio con frutos heridos artificialmente y frutos sin heridas, y pruebas a campo con frutos sin heridas expuestos a hembras grávidas en jaulas de infestación. La secuencia de pasos establece que los frutos con heridas deben ser testeados en laboratorio y si no muestran signo de infestación son considerados un "no hospedero", pero si hay signos de infestación, los frutos sin heridas deberán ser testeados en laboratorio y a campo. Si entonces no hay infestación alguna, el producto es considerado un "no hospedero" condicional, mientras que si se infestaran, serán considerados hospederos potenciales.

Follett y Hennessey (2007), revisaron y discutieron los límites de confianza y el tamaño de las muestras para determinar la condición de frutos y hortalizas como no hospederos de tefritidos como medida cuarentenaria. Ellos concluyeron que los "investigadores deberían realizar estudios de infestación bajo condiciones definidas y con un número suficiente de frutos e insectos para determinar convincentemente el estatus de hospedero de un producto" y además, que métodos cuantitativos deberían ser usados para establecer la eficacia que dará consistencia a los datos. También establecieron que los niveles de confianza estimados para un 99,99% o un nivel de 99,9968% (probit 9) de eficacia, deben ser calculados usando la ecuación suministrada por Couey and Chew (1996): $C = 1 - (1-p)^n$ donde p es el nivel aceptado de sobrevivientes y n es el número de individuos tratados. De acuerdo a estos autores, un estudio de hospedero ideal debe incluir pruebas de infestación natural con jaulas tanto en laboratorio como a campo.

Considerando que el limón puede ser un hospedero de mosca de los frutos bajo condiciones muy especiales, trataremos de establecer el estatus de hospedero y el riesgo de introducción de moscas de los frutos en limones exportados del Noroeste Argentino.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar

el riesgo de introducción de *A. fraterculus* y *C. capitata* en limones procedentes del noroeste argentino.

Anastrepha fraterculus

Estatus de hospedero

Para establecer la condición del limón como hospedero de la mosca sudamericana de los frutos y el riesgo de introducción de la plaga a un área, se siguieron los lineamientos propuestos por Cowley *et al.* (1992) y la RSPM N°4 de la APPPC (2005) y se analizaron la eficacia y la confianza de los datos.

A. fraterculus, la mosca sudamericana de los frutos, que se distribuye en América desde el sur de los Estados Unidos a Argentina, no ha sido reportada atacando limones.

Pruebas de laboratorio con frutos heridos artificialmente

La primera prueba decisiva para establecer el estatus de hospedero consiste en infestar con moscas, frutos heridos artificialmente en el laboratorio. En nuestro laboratorio, después de realizar 13 pruebas de infestación forzadas, empleando 910 frutos de limón maduros comercialmente que presentaban heridas artificiales, no se obtuvo desarrollo de *A. fraterculus* (ver capítulo IX). De acuerdo con los lineamientos establecidos por RSPM N° 4 de la APPPC, el limón es un no hospedero de *A. fraterculus*.

Se realizaron además, pruebas de resistencia a campo y en laboratorio con el fin de tener seguridad adicional de que el limón no es hospedero de *A. fraterculus*. Luego de realizar 33 ensayos de infestaciones forzadas a campo exponiendo 2.310 frutos de limón maduros sin heridas a 11.550 hembras grávidas de *A. fraterculus* en jaulas colocadas en plantas de limonero, no se obtuvieron larvas o pupas vivas o muertas de la mosca. De la misma manera, luego de realizar 33 pruebas de infestación forzada en laboratorio sometiendo limones con 2, 4 y 6 días de estacionamiento, a infestación de moscas de la fruta (6.880 limones expuestos a 34.650 hembras grávidas de *A. fraterculus*), no se obtuvieron larvas o pupas vivas o muertas de la mosca. De acuerdo con los lineamientos establecidos por la RSPM N° 4 de la APPPC estos resultados refuerzan el hecho de que el limón no es hospedero de *A. fraterculus*.

De acuerdo a Follett y Hennessey (2007), se calculó la eficacia de los datos para las pruebas de resistencia:

a) considerando la cantidad de insectos: al exponer 9.190 frutos a 46.200 hembras de *A. fraterculus* sin obtener ningún sobreviviente, resulta un 99,01% de confianza que la resistencia es un 99,99% efectiva, y 77,20% de confianza que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

b) considerando la cantidad de huevos: con un estimado de 511.803 huevos depositados por 46.200 hembras de *A. fraterculus* en 9.190 frutos, resulta un 100% de confianza que la resistencia es un 99,99% efectiva y 99,9999% de confianza de que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

Cowley *et al.* (1992), mencionan la recolección de frutos como otro paso en el procedimiento para determinar el estatus de hospedero. Siguiendo esos lineamientos, no se obtuvo infestación de *A. fraterculus* en 102.700 limones (que comprenden frutos recolectados del suelo, frutos cosechados de las plantas en quintas de limonero y frutos de descarte de empaques). Siguiendo a Follett y Hennessey (2007), obtenemos un 99,99% de confianza de que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 96,26% de confianza que la resistencia es un 99,9968% efectiva. Además 403.220 limones (frutos de exportación en cajas terminadas) fueron muestreados en empaques sin que se obtengan frutos infestados con *A. fraterculus*. Siguiendo nuevamente a Follett y Hennessey (2007), obtenemos un 100% de confianza de que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 99,99% de confianza de que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

CONSIDERACIONES FINALES

Considerando que las infestaciones artificiales y naturales no se producen bajo condiciones definidas en el laboratorio y en el campo, y que no hay registros del limón como un hospedero de *A. fraterculus*, concluimos que el limón no es hospedero de *A. fraterculus* y por lo tanto no implica riesgo alguno de introducción de la mosca.

Ceratitis capitata

Estatus de hospedero

A fin de establecer el estatus de hospedero y el riesgo de introducción de la mosca del Mediterráneo en limones a un área, se siguieron los lineamientos propuestos por Cowley *et al.* (1992) y de la RSPM N° 4 de la APPPC (2005). Se analizaron también la eficiencia y los niveles de confianza de los datos.

Registros de hospedero

C. capitata, una mosca de la fruta introducida a América, fue reportada atacando limones bajo circunstancias muy especiales. El estatus del limón como hospedero de *C. capitata* es un ejemplo de controversias entre diferentes organismos fitosanitarios. Por ejemplo, el Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE), no lo considera hospedero, mientras que Japón sí. Por otro lado, Quayle (1938) reportó frutos con larvas en empaques de Sicilia y Liquidó (1990) en frutos recolectados del suelo en Hawái; recientemente Estados Unidos interceptó limones Verna procedentes de España infestados con larvas de *C. capitata* (APHIS, 2006).

Pruebas de laboratorio con frutos heridos artificialmente

La primera prueba decisiva para establecer el estatus de hospedero consiste en infestar en el laboratorio frutos heridos artificialmente. Luego de realizar 13 pruebas de infestación forzadas en laboratorio, empleando 910 frutos de limón maduros comercialmente, a los que se les produjo heridas artificiales, se obtuvieron 122 adultos de *C. capitata*, 115 de los cuales se desarrollaron en limones cosechados en el verano, (ver capítulo IX).

De acuerdo a las pautas de la RSPM N° 4 de la APPPC, el limón puede ser un hospedero potencial o un no hospedero condicional (conditional non host), dependiendo de los resultados de otras pruebas.

Resistencia química

La resistencia de los limones a la mosca de los frutos, es generada por una barrera química de la piel del limón. Los principales componentes del aceite esencial de la cáscara del limón como el citral, linalol y cumarinas, son responsables de la muerte de las larvas y eventualmente de los huevos de la mosca de la fruta (Salvatore *et al.*, 2004). En coincidencia con esto, Back y Perbenton (1915), Greany *et al.* (1985), sugirieron que los componentes de las glándulas del aceite esencial son responsables de los mecanismos de resistencia del limón. Estos componentes corresponden a la parte volátil del aceite esencial, razón por la cual su presencia en la piel del limón disminuye con el paso del tiempo desde la cosecha (Salvatore *et al.*, 2004). El endurecimiento de tejido alrededor del sitio de oviposición (encapsulamiento), es otro factor

que interviene en lo que se considera resistencia mecánica ofrecida por el limón (Back y Perbenton, 1915; Greany *et al.*, 1985 y Spitler *et al.*, 1984).

Teniendo en cuenta estos mecanismos de resistencia, la posibilidad de infestación puede lograrse sólo si el fruto está sobremaduro o tiene muchos días de estacionamiento, al igual que los factores responsables de la resistencia como ha sido probado por Salvatore *et al.* (2004). La otra posibilidad de infestación es mediante frutos con heridas o dañados, ya que *C. capitata* busca depositar sus huevos en orificios, diferente de *A. fraterculus* que necesita algún tipo de resistencia para oviponer.

Pruebas de laboratorio en jaulas con frutos sin heridas

Luego de 33 pruebas de infestación forzada en laboratorio con moscas de los frutos realizadas con limones con 2, 4 y 6 días de estacionamiento, exponiendo 6.880 frutos de limón maduros comercialmente a 34.650 hembras grávidas de *C. capitata*, no se obtuvieron larvas o pupas vivas o muertas de las moscas. De acuerdo a las pautas establecidas por la RSPM N° 4, de la APPPC, estos resultados muestran que el limón es un no hospedero condicional (conditional non host) de *C. capitata*.

Pruebas a campo en jaulas con frutos sin heridas

Luego de 33 pruebas de infestación forzada a campo, exponiendo 2.310 frutos de limón maduros comercialmente sin heridas a 11.550 hembras grávidas de *C. capitata* en jaulas colocadas en las plantas, no se obtuvieron larvas o pupas vivas o muertas de la mosca. De acuerdo a las pautas establecidas por la RSPM N° 4 de la APPPC, estos resultados muestran que el limón es un no hospedero condicional (conditional non host) de *C. capitata*.

Tras exponer 9.190 frutos de limón a 46.200 hembras grávidas de *C. capitata*, sin desarrollo de la mosca, siguiendo a Follett y Hennessey (2007) obtenemos un 99,01% de confianza en que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 77,20% de confianza en que la resistencia es un 99,9968% efectiva. Además, considerando un estimado de 819.931 huevos depositados por 46.200 hembras de *C. capitata* en 9.190 frutos, obtenemos un 100% de confianza que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 100% de confianza en que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

Muestreos de frutos

Luego de muestrear 102.700 frutos de limón (que incluyen frutos del árbol como del suelo y frutos de descarte de empaques) sin infestación de *C. capitata*, siguiendo a Follett y Hennessey (2007) obtenemos un 99,99% de confianza en que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 96,26% de confianza en que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

Muestreo de frutos en empaques

Luego de muestrear 403.220 frutos de limón de empaques (frutos para exportación de cajas terminadas) sin infestación de *C. capitata*, siguiendo a Follett y Hennessey (2007) obtenemos un 100% de confianza en que la resistencia es un 99,99% efectiva, y un 99,99% de confianza en que la resistencia es un 99,9968% efectiva.

Considerando que:

1) Existen pocos antecedentes internacionales de infestación natural de limones por *C. capitata* y los mismos ocurrieron bajo condiciones muy especiales.

2) Sólo se obtuvo desarrollo de adultos de *C. capitata* en condiciones de laboratorio extremas con frutos de limón heridos artificialmente, que no representan las condiciones naturales de producción.

3) Los componentes químicos de la piel del limón ofrecen resistencia a la infestación de *C. capitata*. Los mismos comienzan a decrecer dos semanas después que el limón es cosechado y los frutos se tornan susceptibles a la infestación de la mosca del Mediterráneo.

4) Pruebas de infestación a campo y en laboratorio con limones sin heridas con 8 días de estacionamiento previo a la prueba de infestación, no muestran infestación de la mosca.

5) Limones muestreados en el campo y en empaques, no muestran infestaciones de la mosca.

De acuerdo a:

Cowley *et al.* (1992): el limón es un no hospedero de *C. capitata* porque no se ha obtenido desarrollo en ninguna infestación, en muestreos de fruta, en pruebas a campo con jaulas y además las trampas muestran que las poblaciones de adultos de moscas de los frutos son bajas durante la temporada de exportación.

APPPC N° 4 (2005): el limón es un no hospedero condicional porque se obtiene desarrollo de la mosca en las pruebas en laboratorio con frutos de limón herido artificialmente, pero no

se obtiene desarrollo de adultos en las pruebas de infestación forzadas a campo y en laboratorio con frutos de limón sin heridas.

Follett y Hennessey (2007): el riesgo es despreciable como se expone en los muestreos de frutos en el campo y en empaques con una eficacia para un probit 9, con un nivel de confianza de un 99,95% y un 99,99% respectivamente. Lo mismo se muestra para las pruebas de resistencia, considerando el número de moscas de la fruta o el número estimado de huevos, alcanzando una efectividad de probit 9, con un nivel de confianza de 99,02 y 100% respectivamente.

CONCLUSIONES FINALES

Considerando todo lo expuesto, podemos concluir que el limón exportado del Noroeste Argentino representa un riesgo despreciable de introducción de *C. capitata*.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Armstrong, J. W. 1986.** Pest organism response to potential quarantine treatments. En: Proceedings, 1985 ASEAN PLANTI Regional Conference on Quarantine Support for Agricultural Development. ASEAN Plant Quarantine Center and Training Institute, Serdang, Selangor, Malaysia 1, pp. 25-30.
- Asia and Pacific Plant Protection Commission (APPPC). 2005.** Guidelines for the confirmation of non-host status of fruit and vegetables to tephritid fruit flies. Regional Standards for Phytosanitary Measures, N° 4, APPPC, Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Back, E. A. and C. E. Pemberton. 1915.** Susceptibility of citrus fruits to the attack of the Mediterranean fruit fly. J. Agric. Res. 3: 311-330.
- Couey, H. M. & V. Chew. 1986.** Confidence limits and sample in quarantine research. J. Econ. Entomol. 79: 887-890.
- Cowley, J. M.; R. T. Backer and D. S. Harte. 1992.** Definition and determination of host status for multivoltine fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. J. Econ. Entomol. 85 (2): 312-317.
- Follett, P. A. and L. G. Neven. 2006.** Current Trends in Quarantine Entomology. Annual Review of Entomology 51: 359-385.
- Follett, P. A. & M. K. Hennessey. 2007.** Confidence limits and sample size determining nonhost status of fruits and vegetables to tephritid fruit flies as a quarantine measure. J. Econ. Entomol. 100 (2): 251-257.
- Greany, P. D.; S. C. Styer; P. L. Davis; P. E. Shaw and D. L. Chambers. 1983.** Biochemical resistance of citrus to fruit flies. Demonstration and elucidation of resistance to the Caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. Ent. Exp. Appl. 34: 40-50.
- Liquido, N. J.; L. A. Shinoda and R. T. Cunningham. 1990.** Host Plants of the mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on The Island of Hawaii. J. Econ. Entomol. 85 (5): 1863-1878.
- Plant Protection and Quarantine - Animal and Plant Health Inspection Service (PPQ-APHIS). 2007.** Treatment Manual. [On line]. Available in http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/index.shtml (Last accessed November 2007).
- Quayle, H. J. 1938.** Insects of Citrus and Other subtropical Fruits. Comstock Publishing Company, Inc. New York.
- Salvatore, A.; S. Borkosky; E. Willink and A. Bardón. 2004.** Toxic effects of lemon peel constituents on *Ceratitis capitata*. J. Chem Ecol. 30: 323-333.
- Spitler, G.H.; J.W. Armstrong and H.M. Couey. 1984.** Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host Status of Commercial Lemon. J. Econ. Entomol. 77: 1441-1444.