

Respuesta del híbrido de mandarina “Ellendale” infestado con *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) al tratamiento con atmósfera insecticida y calor

M. ALONSO¹, M. A. DEL RÍO¹, J. JACAS²

Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) es una plaga de importancia cuarentenaria. Las exportaciones de cítricos españoles a determinados países están sujetas a un tratamiento obligatorio por frío. El híbrido de mandarina “Ellendale” produce una fruta de maduración tardía (Febrero-Marzo) que interesa comercializar lo antes posible. Para ello es importante disponer de tratamientos cuarentenarios alternativos que acorten la duración del periodo de cuarentena.

En este estudio, se ha comparado la cuarentena tradicional por frío con una atmósfera insecticida, con concentraciones de un 1,5% O₂ y un 0,5% CO₂, a 43°C y un 85% de HR, durante 3, 6 ó 9 horas. Bajo esas condiciones, se ha cuantificado tanto la mortalidad de los distintos estados/estadios de *C. capitata* en fruta infestada artificialmente, como la calidad de la fruta (parámetros físico-químicos y sensoriales). Aplicando el análisis Probit a los resultados de mortalidad, se ha comprobado que el tiempo máximo empleado (9 horas) no fue suficiente para asegurar el 99,9968 % de mortalidad requerido. Por otro lado, se ha visto también que ese tiempo máximo de exposición resultó en efectos negativos en la calidad de la fruta, evaluada tras 7 días a 20°C, simulando el período de comercialización. Por consiguiente, el tratamiento con esta atmósfera insecticida y calor, no ha resultado útil para los fines perseguidos, aunque deja la puerta abierta al ensayo de nuevas combinaciones de atmósferas y temperaturas.

¹ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias; Ctra. Montcada-Nàquera km5; 46113-Montcada. E-mail: mialva@ivia.es

² Universitat Jaume I; Campus del Riu Sec; 12071-Castelló de la Plana.

Palabras clave: *C. capitata*, cuarentena, atmósferas insecticidas, cítricos, híbrido de mandarina Ellendale.

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos cuarentenarios están establecidos para evitar la propagación de insectos, enfermedades y otras plagas de regiones infectadas/infestadas a libres de ellas (ISMAIL, 1986). Las exportaciones de cítricos españoles a determinados países como USA, Japón y Australia están sujetas a tratamientos cuarentenarios aprobados por frío (Tabla 1) (SOIVRE, 1994, 1997).

Algunas especies y/o variedades de cítricos son sensibles a estos tratamientos cuarentenarios por frío. La temperatura recomendada para el almacenamiento del híbrido “Ellendale” es de 5-6°C (MARTÍNEZ-JÁVEGA *et al.*, 1999), por lo que su calidad puede verse afectada negativamente con los tratamientos por frío. La atmósfera controlada puede ser una alternativa como se ha comprobado en cereales y frutos secos (RIPP *et al.*, 1984). Las variables que

Tabla 1.—Normativa para el tratamiento de cuarentena contra *C. capitata* en cítricos para Estados Unidos y Japón

	EE.UU.	Japón
Limones	No se exige	16 días a temperatura inferior a 2°C
Naranjas y mandarinas	10 días a 0°C	17 días con temperatura pulpa inferior a 2°C
	11 días a 0,5°C	Se inicia el tratamiento con temp. < 1,5°C
	12 días a 1,1 °C	
	14 días a 1,6°C	
	16 días a 2,2 °C	
	Si se sobrepasa una de estas temperaturas, se pasa a la siguiente	

afectan a la eficacia del uso de atmósferas controladas incluyen la composición de la atmósfera, la temperatura, la humedad, el tiempo de exposición, la especie y el estado de desarrollo del insecto (SODERSTROM *et al.*, 1990). La viabilidad de este método cuarentenario se ha estudiado en diferentes frutas e insectos. BENSCHOSTER (1987) comprobó que la respuesta de *Anastrepha suspensa* (L.) (Diptera:Tephritidae) al tratamiento con atmósfera controlada estaba directamente relacionada con la concentración de CO₂ y con el tiempo de exposición. En *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) se ha constatado que concentraciones elevadas de CO₂ producen mortalidades superiores a las obtenidas con bajas concentraciones de O₂ en todos los estadios a excepción de las pupas (SODERSTROM *et al.*, 1990). El efecto insecticida de bajas concentraciones de O₂ y/o altas de CO₂ a diversas temperaturas así como la respuesta y tolerancia de frutos y hortalizas también ha sido estudiado (KE Y KADER, 1992). La tolerancia de los productos hortofrutícolas a 50-90% CO₂ está limitada por el daño que produce después de 3-8 días de tratamiento. Concentraciones de O₂<1% pueden originar malos sabores (KE Y KADER, 1992). Este efecto se ha estudiado en papayas sometidas a bajas concentraciones de O₂ y está relacionada con el incremento de la actividad de piruvato descarboxilasa y lactato dehidrogenasa pero no con la actividad de alcohol dehidrogenasa (YAHIA *et al.*, 1992). El efecto de atmósferas insecticidas ha sido estudiado en cítricos, la mortalidad de larvas LIII de *Anastrepha ludens* (L.) en po-

melos fue superior a 44°C con 1% O₂. Con esta concentración el tiempo de exposición para obtener el 100% de mortalidad se ha reducido en un 30% (SHELLIE *et al.*, 1997). Concentraciones del 0.5% O₂ y 30% CO₂ aplicadas durante 10 días a 15°C no fueron efectivas contra *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae) en híbrido de mandarina "Fortune" (FLORES-CANTILLANO *et al.*, 1997).

El híbrido de mandarina "Ellendale" es una fruta de maduración tardía y además puede sufrir daños por frío, por lo que se necesita conocer su comportamiento frente a tratamientos cuarentenarios alternativos distintos al frío que permitan reducir su período de comercialización. El objetivo de este estudio fue determinar la respuesta del híbrido "Ellendale" al tratamiento cuarentenario con atmósfera insecticida y calor.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para conseguir los objetivos previstos, se estudiaron los efectos de una atmósfera insecticida (1,5% de O₂, 0,5% de CO₂ y 43°C) aplicada durante distintos intervalos de tiempo (3, 6 y 9 horas) a mandarinas "Ellendale" infestadas con *C. capitata*.

La fruta utilizada en estos ensayos, de la variedad Ellendale, provenía de las parcelas experimentales del IVIA. El índice de madurez con que se recolectó la fruta fue 10,66, valor que se alcanzó el día 21 de marzo de 2001.

Tanto los métodos seguidos en la cría, como en la manipulación de *C. capitata* y su

inoculación en fruta, fueron los mismos descritos por ALONSO *et al.* (2002).

Una vez inoculada, la fruta se dejó evolucionar a 25°C hasta alcanzar el estadio larvario deseado para el estudio. Inoculando fruta en distintos momentos, se consiguió disponer de fruta infestada con los distintos estados/íos de *C. capitata* considerados para el día del tratamiento. En fruta inoculada el mismo día, se consiguió estudiar el efecto de la atmósfera controlada sobre huevos; en fruta inoculada dos días antes, el efecto sobre LI; en aquella inoculada una semana antes, sobre LII, y en la que recibió los huevos 10 días antes, sobre LIII. Para cada estado/ío, se tomaron 20 frutos, y se consideró cada mandarina como una repetición. Puesto que *C. capitata* pupa en el exterior de fruto MAITLAND (1992), el efecto de la atmósfera insecticida sobre este estado se midió directamente exponiendo a ésta pupas obtenidas de la cría artificial colocadas en placas de petri (140 mm diámetro). Se consideraron 5 placas con 100 pupas cada una, y se utilizaron pupas de 1, 3 y 7 días de edad. En todos los casos, se incluyó un testigo que se mantuvo a 25°C durante todo el ensayo. Al finalizar los períodos de exposición al tratamiento cuarentenario, se permitió que *C. capitata* completara su desarrollo a 25°C, y se evaluó el efecto insecticida del tratamiento, por recuento del número de pupas formadas y/o de adultos emergidos.

Para estudiar los efectos de la atmósfera controlada sobre la calidad de la fruta, junto con las mandarinas infestadas, se colocaron lotes de fruta sana. Para simular el periodo de comercialización que sufre la fruta después del tratamiento cuarentenario, una vez acabada la exposición a la atmósfera controlada, las mandarinas se transfirieron a una cámara a 20°C durante una semana (que simulan la estancia en comercio). Para comparar la calidad de esta fruta con la sometida a la cuarentena tradicional por frío (16 días a 1,2°C), se sometió otro lote a esas condiciones, pasándolas después a 11°C durante 14 ó 28 días (que simulan el

período de transporte en el país de destino), más los 7 días a 20°C de comercialización en ambos casos.

El tratamiento por atmósfera insecticida se aplicó en cámaras herméticas experimentales de metacrilato de 82 x 62 x 87 cm, a las que se inyectó N₂ y en las que permanentemente se monitorizó la evolución tanto de la composición gaseosa, como de la temperatura. Los tratamientos térmicos se aplicaron en cámaras frigoríficas de tipo industrial en las que se controló la temperatura y humedad en todo momento.

Los datos de mortalidad obtenidos se sometieron a análisis probit (FINNEY, 1971; ROBERTSON y PREISLER, 1992; Software Polo-LC), con el fin de determinar el probit 9 para el estado/ío más resistente.

Los parámetros de calidad estudiados fueron color, firmeza, sólidos solubles, acidez e índice de madurez, etanol y acetaldehído, porcentaje de zumo y evaluación sensorial (ALONSO *et al.* (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad

El efecto de la duración de la exposición a la atmósfera insecticida sobre la mortalidad de *C. capitata* puede verse en la Tabla 2. En ella se puede apreciar claramente cómo una corta exposición, de tan sólo 3 horas a la atmósfera considerada, resultó letal para todos los estados/íos de *C. capitata* excepto para LIII. Éste fue el estadio más resistente, ya que no se consiguió el 100% de mortalidad ni tras la más larga de las exposiciones estudiadas (9 horas). Por ello, los resultados obtenidos en este estadio a fueron sometidos a análisis probit con el fin de determinar la exposición necesaria con fines cuarentenarios (BURDITT, 1982). La recta obtenida fue la siguiente:

$$y = 2,6476 * \log t + 4,4551$$

donde: y = probit; t = tiempo en horas.

Tabla 2.—Efecto de la exposición a la atmósfera insecticida sobre la mortalidad (%) de *C. capitata*

Estado/fo	Tiempo (horas)							
	0		3		6		9	
	Pupas	Adultos	Pupas	Adultos	Pupas	Adultos	Pupas	Adultos
Huevo.....	40,1	48,5	100	100	100	100	100	100
LI.....	36,6	42,6	100	100	100	100	100	100
LII.....	52,4	59,7	100	100	100	100	100	100
LIII.....	45,8	55,4	80,7	79,0	96,9	97,9	97,4	98,5
Pupa 1 día.....	—	8,1	—	100	—	100	—	100
Pupa 3 días.....	—	8,5	—	100	—	100	—	100
Pupa 7 días.....	—	6,6	—	100	—	100	—	100

De esta recta, se estimó el tiempo de exposición necesario para obtener el 99,9968% de mortalidad (probit 9), que resultó ser de 52,07 horas (LF 95%: 49,94 - 54,20). Este periodo es muy inferior a los 16 días que la fruta debe pasar en frío (2,2°C o menos) para cumplir con las exigencias cuarentenarias actuales de exportación (ANÓNIMO, 1992), por lo que desde este punto de vista, sería una buena alternativa para nuestra citricultura.

Calidad

Los resultados de calidad de la fruta al final de los tratamientos se encuentran en la Tabla 3.

El máximo grado de firmeza se consiguió en la fruta expuesta a la atmósfera insecticida (AI) durante 9 horas. Significativamente inferior a ésta fue la conseguida, tanto en la cuarentena por frío, como en las otras dos exposiciones a la AI. En la fruta que, tras cuarentena fría se mantuvo en condiciones que simulaban su transporte y comercialización, la textura fue deteriorándose paulatinamente, y ésta fue significativamente distinta en ambos casos. En conjunto, la fruta sometida a cuarentena por frío, presentó mayor grado de deformación que la sometida a las AI. Ello es lógico, puesto que el prolongado tiempo de conservación a que se sometió a las primeras, suele producir estos efectos (MARTÍNEZ JÁVEGA *et al.* 1998). Además, en el caso de la papaya se había descrito con anterioridad, la

Tabla 3.—Calidad de la fruta al final de los tratamientos

	Textura (%) ^z	I.Color (1000a/Lb)	I.Mad. °Brix/Acid)	Zumo (%)	C ₂ H ₅ OH (mg/100 ml)	CH ₃ CHO (mg/100 ml)	Sabor (0-10)	Comest. (0-10)
3 horas.....	7,76 ±0,49 b ^y	10,52 ±0,22 b	11,54 ±0,47 a	48,34 ± 1,58 a	217,00 ±5,23 b	2,26 ±0,16 a	5,07 ±0,62 ab	5,00 ±0,65 abc
6 horas.....	7,48 ±0,25 b	9,40 ±0,30 a	14,82 ± 1,37 b	49,35 ±0,71 ab	215,68 ±4,37 b	2,15 ±0,08 a	3,71 ±0,57 ab	5,00 ±0,62 abc
9 horas.....	6,13 ±0,20 a	10,06 ±0,27 ab	14,88 ±0,65 b	49,31 ±1,38 ab	312,16 ±3,77 c	2,16 ±0,10 a	4,00 ±0,49 ab	5,42 ±0,48 bc
Cuarent. frío.....	7,73 ±0,28 b	9,99 ±0,25 ab	11,01 ±0,21 a	51,56 ±0,61 b	47,23 ±1,94 a	2,95 ±0,12 a	6,12 ±0,40 b	6,25 ±0,53 c
Cuarent. + 14 ^x	8,87 ±0,29 c	10,48 ±0,19 b	11,98 ±0,36 a	47,59 ±0,09 a	350,59 ±18,68 d	10,74 ±1,17 b	4,66 ±0,42 b	4,33 ±0,33 ab
Cuarent. + 28 ^x	11,33 ±0,31 d	9,68 ±0,21 a	14,62 ±0,56 b	50,06 ±0,15 ab	337,47 ±3,40 d	9,68 ±1,15 b	2,80 ±0,25 a	3,90 ±0,38 a

^z Un mayor porcentaje indica un menor grado de firmeza de la fruta.

^y Para cada columna, valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente (ANOVA, $p < 0,05$).

^x 14 días a 11°C + 7 días a 20°C / 28 días a 11°C + 7 días a 20°C.

menor pérdida de firmeza en fruta expuesta a niveles bajos de O₂ (YAHIA *et al.* 1992).

A pesar de que hubo diferencias significativas entre el color final de la fruta, este parámetro no mostró ninguna tendencia clara. A pesar de su significación estadística, pensamos que estas diferencias deberían atribuirse a la propia heterogeneidad de la fruta (las diferencias no son observables a simple vista), más que a un efecto de los tratamientos.

Los índices de madurez aumentaron al aumentar el tiempo de exposición a ambos tipos de tratamiento. Seis horas de exposición a la AI bastaron para que se produjera un efecto equiparable al provocado por exposición de 28 días a frío. Para AI, en pomelos, se ha constatado un ligero aumento en el índice de madurez respecto a los frutos no tratados (SHELLIE *et al.* 1997). En el caso del frío, este aumento responde tanto a una deshidratación, por la propia respiración de la fruta, como a una pérdida de acidez.

El rendimiento en zumo varió poco entre los distintos tratamientos, y las diferencias observadas, aunque estadísticamente significativas, fueron muy cortas. Estas pérdidas hay que atribuir las también a la propia respiración de la fruta. En cualquier caso, el rendimiento fue siempre superior al umbral del 33-40%, marcado por la normativa europea para mandarinas (ANÓNIMO 1989).

Fue en el caso del etanol, donde se observaron los cambios más notables. Desde un nivel bajo, conseguido en la fruta tras la cuarentena por frío, éste se disparó, tanto en la fruta expuesta a las AI, como en las conservadas en frío. El etanol es una de las sustancias que más contribuye a la pérdida de calidad organoléptica de la fruta en conservación (CHALUTZ *et al.* 1981; CUQUERELLA *et al.* 1981 y NORMAN 1977). HAGENMAIER y BAKER (1994) dan un nivel de 200 mg de etanol

/ 100 ml de zumo, como suficiente para conferir mal sabor a la fruta. Toda la fruta de este estudio, a excepción de la que pasó cuarentena por frío, superó estos niveles. Éstos, junto con los de acetaldehído, que también aumentaron de forma significativa en la fruta conservada tras la cuarentena por frío, provocaron la baja palatabilidad conseguida en estos ensayos. Únicamente la fruta sometida a cuarentena por frío consiguió una calificación medianamente aceptable (6 = me gusta ligeramente) en los paneles de cata. El gran solapamiento obtenido en los resultados de sabor y comestibilidad, es un fenómeno no extraño en este tipo de ensayos, y otros investigadores han detectado también este hecho en cítricos (SHELLIE *et al.* 1997).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que las atmósferas insecticidas, con bajos niveles de O₂ y temperatura alta, pueden ser una buena alternativa con el fin de acortar significativamente la duración de los tratamientos cuarentenarios contra *C. capitata*. Sin embargo, los efectos de la atmósfera estudiada sobre la calidad de la fruta, la hacen totalmente inviable. Habrá que seguir investigando nuevas combinaciones de gases y temperaturas que, asegurando los requerimientos de la cuarentena, permitan conservar la calidad de la fruta tratada durante su transporte y comercialización.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado, en parte, por la CICYT, con fondos FEDER, proyecto 1FD97-1005-C04-04.

ABSTRACT

ALONSO M., M. A. DEL RÍO, J. JACAS. Respuesta del híbrido de mandarina "Ellendale" infestado con *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae) al tratamiento con atmósfera insecticida y calor. *Bol. San. Veg. Plagas.* 28: 427-433.

Ceratitis capitata is a quarantine pest. Spanish citrus exports to countries such as the USA or Japan are subjected to a mandatory quarantine treatment consisting of exposure of fruits to low temperature. Both early and late maturing varieties should be marketed as soon as possible after harvesting. Therefore, alternative methods, which could shorten the duration of the quarantine treatment would be very interesting. The effects of an insecticidal modified atmosphere against *C. capitata* in late "Ellendale" mandarins were compared to mandarins subjected to a cold quarantine.

"Ellendale" mandarins were artificially infested with different instars (egg to LIII) of *C. capitata*. These (as well as pupae of different ages in petri dishes) were exposed to an atmosphere containing 1.5% O₂, 0.5% CO₂ at 43°C during different periods of time (3, 6 and 9 hr) and compared to a control. A 3 hr exposure resulted in 100% mortality in all stages except for LIII. The longer the duration of exposure to the insecticidal atmosphere the more severe quality effects resulted. Therefore, modified atmospheres could be a good alternative to cold quarantine treatments against *C. capitata*, but further investigations are necessary.

Key words: *Ceratitis capitata*, quarantine, insecticidal atmospheres, citrus, "Ellendale" hybrid.

REFERENCIAS

- ALONSO M., DEL RÍO M., JACAS J. 2002. Ionización con electrones acelerados como tratamientos de cuarentena contra *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) en cítricos. *Bol. San. Veg. Plagas*: **28**: 419-426.
- ANÓNIMO. 1989. Reglamento CEE nº 920/89. Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas.
- ANÓNIMO. 1992. Animal and Plant Health Inspection Service. Plant protection and quarantine treatment manual. T-107-Cold treatment. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- BENSCHOTER C.A. 1987. Effects of modified atmospheres in refrigeration temperatures on survival of eggs and larvae of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in laboratory diet. *J. Econ. Entomol.* **80**:1223-1225.
- BURDITT A.K. 1982. Food irradiation as a quarantine treatment of fruits. *Food Technology* **36** (11):51-62.
- CUQUERELLA J., MARTÍNEZ JÁVEGA J.M., JIMÉNEZ CUESTA M. 1981. Some physiological effects of different wax treatments on Spanish citrus fruit during cold storage. *Proc. Intl. Soc. Citriculture* **2**: 734-737.
- CHALUTZ E., WAKS J., SCHIFFMANN-NADEL M. 1981. The different responses of several citrus fruit cultivars to low temperatures. *Proc. Intl. Soc. Citriculture* **2**: 773-774.
- FINNEY D.J. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press, London & NY.
- FLORES-CANTILLANO F., DEL RÍO M.A., CAROT J.M., DEL PINO A., PUTRUELO G. 1997. Estudio univariante y multivariante sobre los efectos de los tratamientos cuarentenarios con atmósfera insecticida, frío y pre-acondicionado en la calidad de mandarinas cv. "Fortune". En "Medición de la calidad en frutos tropicales y subtropicales con tratamientos físicos de cuarentena. CYTED. Proyecto XI.10. pp: 47-57.
- HAGENMAIER R.D., BAKER R.A. 1994. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. *J. Agric. Food Chem.* **42**: 899-902.
- ISMAIL M.A. 1986. Quarantine Treatments: An Update from Florida. *Citrograph* **June**: 160-162.
- KE D., KADER A.A. 1992. Potential of controlled atmospheres for postharvest insect desinfestation of fruits and vegetables. *Postharvest News and Information* **3**: 31-37.
- MITTLAND D.P. 1992. Locomotion by jumping in the Mediterranean fruit fly larva *Ceratitis capitata*. *Nature* **355**: 159-161.
- MARTÍNEZ-JÁVEGA J.M., MAZZUZ C.F., NAVARRO P. 1998. Quality of Spanish citrus fruits following quarantine cold treatment. Madrid 98-Cost 915. Conference "Physiological and Technological Aspects of gaseous and thermal treatment of fresh fruits and vegetables" 6 pp.
- MARTÍNEZ-JÁVEGA J.M., NAVARRO P., CUQUERELLA J., DEL RÍO M.A. 1999. Aplicación del frío en postcosecha de cítricos: Panorama actual. *Levante Agrícola. Especial postcosecha* **348**:253-262.
- MAZZUZ C.F., DEL RÍO M.A. 1997. Aplicación del análisis sensorial al control de calidad de frutos cítricos sometidos a tratamientos cuarentenarios. Workshop "Medición de la calidad en frutos tropicales y subtropicales con tratamientos de cuarentena". CYTED. Subprograma XI. Proyecto XI.10 (Ed) C. Saucedo y J.M. Martínez-Jávega, 16-28p.
- NORMAN S.M. 1977. The role of volatiles in storage of citrus fruits. *Proc. Intl. Soc. Citriculture* **1**: 238-242.
- RIPP B.E., BANKS H.J., BOND E.J., CALVERLEY D.J., JAY E.G., NAVARRO, S. 1984. Controlled atmosphere and fumigation in grain storages. Ed. Elsevier, Amsterdam.
- ROBERTSON J.L., PREISLER H. 1992. Pesticides Bioassays with Arthropods. CRC. Press, EE.UU.
- SHELLIE K.C., MANGAN R.L., INGLE S.J. 1997. Tolerance of grapefruit and Mexican fruit fly larvae to heated controlled atmospheres. *Postharvest Biol. Tech.* **10**:179-186.
- SODERSTROM E.L., BRANDL D.G., MACKAY B. 1990. Responses of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae)

Life Stages to High Carbon Dioxide or Low Oxygen Atmospheres. *J. Econ. Entomol.* **83**: 472-475.

SOIVRE, 1994. Informe del programa de colaboración USA-España. Exportación de clementinas. Campaña 1994-95. Ministerio de Economía y Hacienda. Secretaría de Estado de Comercio, Turismo y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Comercio Exterior. Valencia. España.

SOIVRE, 1997. Informe SOIVRE. Exportación de naranjas a Japón. Ministerio de Economía y Hacienda. Se-

cretaría de Estado de Comercio, Turismo y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Comercio Exterior. Valencia. España.

YAHIA E.M., RIVERA M., HERNANDEZ O. 1992. Responses of papaya to short-term insecticidal atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **117**:96-99.

(Recepción: 9 enero 2002)
(Aceptación: 24 mayo 2002)