



Biología de la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) en dos variedades de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) en el nordeste brasileño

Maylen Gómez¹, B. J. Paranhos³, I. Damasceno², R. Castro², D. Campo², K. Andrade², M. Silva², A. S. Nascimento⁴ y A. Malavasi²

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ave 7^{ma}, No 3005, e/ 30 y 32, Miramar, Playa, La Habana, Cuba.

Email: ecologia@iift.cu.

²Biofábrica Moscamed Brasil.

³Centro de Pesquisa para la Agricultura no Tropic Semi-Arido, Embrapa. Brasil.

⁴Centro de Pesquisa Mandioca e Fruticultura. Embrapa. Brasil

RESUMEN

La mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann se considera una de las plagas de mayor importancia para la fruticultura mundial debido a su marcado carácter polífago y cosmopolita. Se estudió el comportamiento biológico de *C. capitata* en las variedades de uva de mesa 'Benitaka' y 'Festival'. Se seleccionaron frutos en fase de cosecha, los que fueron expuestos a infestación forzada por hembras de moscamed provenientes de una colonia silvestre. Los frutos infestados fueron individualizados en frascos plásticos, identificados y mantenidos en una incubadora refrigerada, a una temperatura de 25°C y fotoperíodo de 12 horas. Los parámetros biológicos evaluados fueron: duración de los períodos huevo-pupa y pupa-adulto, número de oviposiciones por fruto, número de pupas por fruto, viabilidad pupal y cociente sexual de la progenie. Los resultados obtenidos mostraron que la duración media de los períodos huevo-pupa y pupa-adulto fueron de 19,1 y 11,2 días en 'Benitaka'. Para la variedad 'Festival', estos parámetros alcanzaron valores de 18,8 y 10,5 días, respectivamente. La frecuencia de oviposiciones por fruto se comportó para 'Benitaka' entre 1-18 oviposiciones por fruto, con media de 4,4. Para 'Festival' este parámetro osciló entre 1-11, y la media fue de 3,4. El índice de infestación expresado en pupas por fruto fue: 0.6 y 0.7 para 'Benitaka' y 'Festival', respectivamente. La viabilidad pupal alcanzó valores de 80 % ('Benitaka') y 55 % ('Festival'). El cociente sexual de la progenie fue de 0.53, en ambas variedades. Los resultados presentados sugieren que las variedades estudiadas no constituyen sustratos favorables para el desarrollo de los estados inmaduros de moscamed.

Palabras clave: *Ceratitis capitata*, uva, comportamiento biológico.

ABSTRACT

The Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann is considered one of the most important fruit crops pest all over the world, because of the serious damages they cause. The biological behavior of *Ceratitis capitata* Wied, on 'Benitaka' and 'Festival' varieties of grape table was studied. 45 fruits by variety were selected, at harvest stage, and were exposed to forced infestation by moscamed female from a wild colony. The infested fruits were individualized in plastic flasks, identified and kepted in refrigerate incubator, at 25 °C and 12 hours of photoperiod. The biological parameters evaluated were: egg-pupae and pupae-adult development time, oviposition number for fruit, pupa number/fruit, pupal viability, and progeny sexual ratio. The results showed that the mean durations of egg-pupae and pupae-adults periods were 19,1 and 11,2 days for 'Benitaka'. For 'Festival' variety, these parameters showed values of 18,8 and 10,5 days, respectively. Oviposition frequency/fruit for 'Benitaka' was among 1 and 18 ovipositions/fruit with a mean of 4.4. For 'Festival' this parameter oscillated between 1 and 11 with a mean of 3.4. The infestations index, expressed in pupae/fruit was 0.6 and 0.7 for 'Benitaka' and 'Festival'. The pupal viability was 80 % (Benitaka) and 55 % ('Festival'). The sexual ratio was 0.53 for both studied varieties. The results show that 'Benitaka' and 'Festival' grape varieties apparently, don't constitute favorable substrates for the development of larval stages of medfly.

Key words: *Ceratitis capitata*, biological behavior, grape.

INTRODUCCIÓN

La mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann, conocida comúnmente como moscamed, representa una de las plagas de mayor importancia para la fruticultura mundial debido a su marcado ca-

rácter polífago y cosmopolita. Se ha reportado atacando a más de trescientas especies de plantas diferentes, incluyendo especies de alto valor comercial, como es el caso de los cultivos: café (*Coffea arabica* L.), cítricos (*Citrus* spp), mango (*Mangifera*

indica L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), entre otros (Liquido *et al.*, 1991; Martínez-Ferrer *et al.*, 2007).

La uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) es uno de los cultivos que presenta un alto valor comercial en el mercado internacional. En este cultivo también se ha reportado la presencia de *C. capitata*, aunque la información disponible es escasa. Trabajos recientes desarrollados en Brasil reportan a moscamed infestando variedades de uva de mesa, como es el caso de la variedad 'Italia', en la región del Valle de San Francisco (Carvalho, 2003, Botton *et al.*, 2005, Tuffi *et al.*, 2008), ubicado en el nordeste brasileño, aunque el nivel de infestación detectado es bajo (0,05 pupa por fruto). En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo estudiar el desarrollo del ciclo de vida de *C. capitata* en dos variedades de uva de mesa: 'Benitaka' y 'Festival', cultivadas en el Valle de San Francisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en el laboratorio piloto de la Biofábrica Moscamed Brasil, a una temperatura de 25±

2 °C y 55 % de humedad relativa. Se utilizaron 45 frutos en fase de cosecha de las variedades de uva de mesa, 'Benitaka' y 'Festival', los que fueron expuestos a infestación forzada por moscamed durante 3 horas. Para ello, se colocaron 5 frutos por jaula (3.5L) y 5 hembras entre 15- 20 días de edad, sin previa experiencia de oviposición. Posterior a la infestación los frutos fueron individualizados en frascos plásticos cerrados, debidamente identificados y colocados en bandejas, dentro de una incubadora refrigerada, a 25°C y fotoperíodo de 12 horas de luz: 12 horas de oscuridad.

Se realizaron observaciones diarias para determinar la duración de los periodos huevo - pupa y pupa-adulto. Una vez obtenidas las pupas, éstas fueron individualizadas en frascos de vidrios con vermiculita hasta aguardar la emergencia de los adultos. Los resultados de las observaciones fueron registrados diariamente en el modelo que se describe a continuación (Tabla I). Se determinó además la viabilidad del estado de desarrollo pupal, así como el cociente sexual de la progenie.

Tabla I

Modelo de registro de observaciones para el estudio del ciclo de vida de *C. capitata* en uva.

Fruto	No. ovoposiciones	No. pupas	Huevo-pupa	pupa-adulto	Ad. Emerg.	Ad. emerg.		Viab. pupal
			(días)	(días)		Fem.	Masc.	

Huevo-pupa: duración del período huevo-pupa; **pupa-adulto:** duración del período pupa-adulto; **Ad. emerg.:** adultos emergidos; **Viab. pupal:** viabilidad pupal.

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Los datos obtenidos fueron analizados a través del test de Student ($p < 0.05$, con 5% de probabilidad). Previamente se comprobó la normalidad utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sigarroa, 1995). Cuando los datos no cumplieron esta premisa fueron transformados con la función $\sqrt{x+1}$.

Se realizó un análisis de frecuencia para los parámetros: No. de oviposiciones por fruto y No. de pupas por fruto. Para el procesamiento de todos los datos experimentales, se empleó el paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 (StatSoft, Inc. 2001). Para los parámetros: duración media de los periodos huevo-pupa, pupa-adulto y huevo-adulto, se calcularon las medias con su desviación estándar mediante la utilización del mismo programa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio mostraron que se obtuvo un mayor número de oviposiciones de *C. capitata* en la variedad 'Benitaka'. Del total de frutos expuestos a infestación para ambas variedades, se obtuvieron oviposiciones en el 100 % de los frutos de 'Benitaka' ofrecidos, no siendo así para la variedad 'Festival', donde un 9 % de los frutos no presentaron oviposiciones. La media de oviposiciones por fruto, alcanzó valores de 4,4 (± 2.82) y 3,4 (± 3.50) en las variedades 'Benitaka' y Festival, respectivamente existiendo diferencia significativa en relación a este parámetro entre ambas variedades (test-t, $p < 0.05$).

El índice de infestación expresado en pupas por fruto fue bajo en las dos variedades (Tabla II). En relación a

los frutos con síntomas de infestación (= frutos con oviposiciones), para la variedad 'Festival' se obtuvieron 31 pupas, a partir de 19 frutos, lo que evidencia que las larvas de 22 frutos (53.7 %) no alcanzaron el estado de pupa. Para la variedad 'Benitaka' se obtuvieron 30 pupas de sólo 14 frutos, o sea, los huevos depositados en 36 frutos (72%) no consiguieron desenvolverse hasta la fase de pupa.

La duración de los períodos huevo-pupa, pupa-adulto y huevo-adulto, son reflejados en la Tabla III. Obsérvese que las medias de duración para la fase huevo-pupa fueron de 19.1 y 18.8 días, para

'Benitaka' y 'Festival' respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre las variedades (NS $p=0.658$, test t).

Papadopoulos *et al.*, (2002) al estudiar el desarrollo del ciclo biológico de *C. capitata* sobre la variedad de manzana 'Golden Delicious' (*Malus sylvestris* Mill), detectaron una duración media del período huevo-pupa de aproximadamente 20 días. Aluja (1993), por su parte refiere valores muy inferiores con relación a este período para moscamed en hospederos primarios, en comparación a los observados en las variedades 'Benitaka' y 'Festival'.

Tabla II

Total de oviposiciones, porcentaje de frutos infestados e índice de infestación de *C. capitata* en las variedades de uva de mesa 'Benitaka' y 'Festival' en condiciones de laboratorio.

Parámetros evaluados	'Benitaka'	'Festival'
Total de oviposiciones	200	153
% de frutos infestados (síntomas)	100	91
Índice de infestación (pupas por fruto)	0.6	0.7

La figura 1 refleja el patrón de transformación huevo-pupa, incluyendo período de incubación, período larval y formación del pupario. Se puede apreciar, que en ambas variedades de uva, entre los 16-20 días posteriores a la infestación, se produjo el mayor porcentaje de transformación a pupa. Por otra parte, si analizamos los valores máximos y mínimos para los intervalos de duración de esta fase en cada una de las variedades, se puede observar que existió una gran amplitud

en este período, lo que pudiera deberse a factores como: variabilidad intrapoblacional de adaptación al hospedero, competencia por la disponibilidad de alimento o una posible antibiosis (Tabla III).

La amplitud de este período sugiere además, una disminución en la velocidad de desarrollo larval, lo cual pudiera deberse a factores físico-químicos del fruto (sólidos solubles totales, dureza, acidez, etc.).

Tabla III

Duración media de los períodos huevo-pupa, pupa-adulto y huevo - adulto de *C. capitata* en las variedades 'Benitaka' y 'Festival'. Período diciembre de 2006 a febrero de 2007, Juazeiro-BA, Brasil.

Parámetros evaluados	'Benitaka'		'Festival'	
	X \pm DS	Intervalo	X \pm DS	Intervalo
Período huevo- pupa (días)	19.1 \pm 3.22 a	14 - 26	18.8 \pm 5.51 a	13 - 36
Período pupa - adulto (días)	11.2 \pm 1.18 a	9 - 13	10.5 \pm 0.87 b	9 - 12
Período huevo- adulto (días)	29.8 \pm 2.39 a	26 - 35	27.4 \pm 2.71 b	24 - 34

Medias seguidas de letras diferentes en la misma fila presentan diferencias significativas por el test-t, $p<0.05$.

X \pm DS: media del parámetro evaluado \pm la desviación estándar expresada en días

Amplitud del intervalo: refleja los valores mínimos y máximos del parámetro evaluado expresado en días

Kaspi *et al.*, (2002), al estudiar el efecto de la dieta larval en el tiempo de desarrollo huevo-adulto, demostraron que existe una relación entre estos parámetros. Dietas larvales suplementadas con proteínas disminuyen el tiempo de desarrollo huevo-adulto. Papadopoulos *et al.*, (2002), por su parte, refieren que los altos niveles proteicos en frutos maduros disminuyen el tiempo de desarrollo larval en hospederos como el higo, la pera y naranja más que en manzanas y que la alta mortalidad así como el prolongado tiempo de desarrollo larval detectado en este hospedero indican probablemente que esta variedad no constituye un hospedero favorable para *C. capitata*.

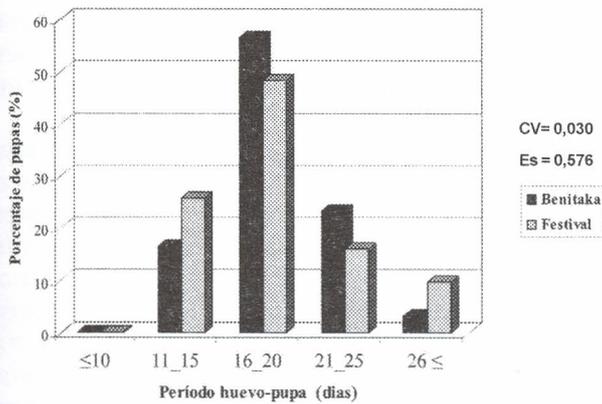


Fig. 1. Frecuencia de duración del período huevo-pupa de individuos de *C. capitata* criados en las variedades de uva 'Benitaka' (N=30) y 'Festival' (N= 31).

En relación a la duración del período pupa-adulto, se observaron valores medios de 11.2 y 10.5 días para 'Benitaka' y 'Festival', respectivamente, detectándose diferencias significativas entre variedades (test t, $p < 0.05$) (Tabla III y Fig. 2). En 'Benitaka' este período osciló entre 9-13 días. El mayor porcentaje de transformación se observó entre los 10-12 días (25-29%). En 'Festival' este período de metamorfosis duró de 9 a 12 días, con un pico de transformación bien delimitado en los 11 días (52.9%). Papadopoulos *et al.* (2002) refieren para pupas de *C. capitata* desarrolladas sobre manzana 'Golden Delicious' una media de duración para esta fase muy similar a la observada para la variedad 'Festival'.

La tabla III refleja también la duración del período huevo-adulto. Se puede apreciar que existieron diferencias en relación a este período entre las variedades. Sobre otros hospederos larvales como: ciruela, higo y pera asiática, *C. capitata* completa su desarrollo en 17,8; 18,6 y 22,1 días, respectivamente, o sea, en tiempos inferiores a los observados en uva 'Benitaka' y 'Festival'. (Krainacker, *et al.*, 1987, citado por Liedo y Casey,

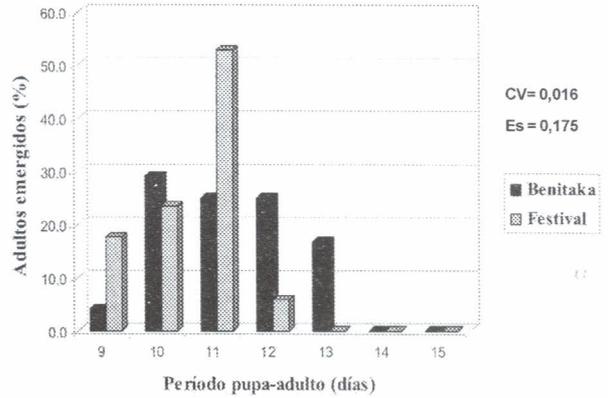


Fig. 2. Porcentaje de adultos emergidos con diferentes períodos de desarrollo de pupas de *C. capitata* obtenidas de las variedades 'Benitaka' (N=24) y 'Festival' (N=17).

1996). En la variedad de manzana 'Golden Delicious', Papadopoulos *et al.*, (2002), observaron una duración promedio de huevo-adulto de 30.4 días, resultados que difieren con los observados para la variedad 'Festival', pero en cambio similares a los detectados para 'Benitaka'.

Por otra parte el cociente sexual de la progenie obtenida fue de 0.5 para las variedades 'Benitaka' y 'Festival', lo que demuestra que no hubo influencia de la variedad sobre este parámetro biológico. Valores similares de este parámetro fueron observados en estudios con *C. capitata* desarrollados por Habibe *et al.*, (2008) en las variedades de uva de mesa 'Christman Rose', 'Red Globe', 'Festival', 'Benitaka' e 'Italia'.

La viabilidad pupal fue mayor en la variedad 'Benitaka' (80 %), en comparación con 'Festival' (55%), lo que demuestra que se produjo una mayor mortalidad del estado pupal en la variedad 'Festival'. Habibe *et al.*, (2006), de igual forma refieren una sobrevivencia del estado pupal de *C. capitata* de 72.34 y 51.39 % para las variedades 'Benitaka' y 'Festival', respectivamente, en frutos procedentes de parrales infestados naturalmente en la región del Valle de San Francisco.

La viabilidad larval no fue determinada en este experimento, pues a pesar de las hembras ovipositar en los frutos, no se conoce cuantas larvas eclosionaron. No obstante, por el número de pupas obtenidas con relación al número de oviposiciones, que fue de 0.15 y 0.20 para 'Benitaka' y 'Festival', respectivamente, se puede inferir que fue baja. La viabilidad larval es un parámetro biológico que está estrechamente asociado al valor adaptativo de una especie en el período pre-imago (Manica *et al.*, 2000), por lo que los resulta-

dos sugieren que moscamed no está totalmente adaptada a este hospedero. Sin embargo, no se debe descartar el hecho de una posible competencia por la disponibilidad de alimento, pues en realidad se desconoce el número de huevos depositados por fruto.

Tomando en consideración, los resultados obtenidos por Gómez *et al.*, (2008), donde dos huevos de *C. capitata* por oviposición en condiciones de laboratorio es el valor más frecuentemente observado para estas variedades, se puede afirmar que la viabilidad larval en el pre-

sente estudio fue baja. De un total de 200 y 153 oviposiciones para 'Benitaka' y 'Festival', se obtuvieron sólo 30 y 31 pupas, respectivamente. Lo más frecuente fue encontrar cero pupas por fruto de uva 'Benitaka' y 'Festival', independientemente del número de oviposiciones por fruto (Figuras 3 y 4). Esto sugiere que el valor nutricional de los frutos, así como sus características físicas influyeron en el desarrollo de los estados inmaduros de *C. capitata* sobre estos hospedantes.

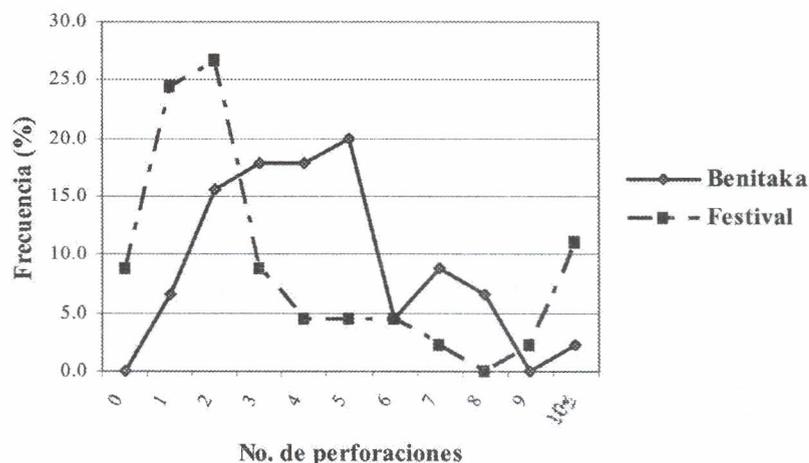


Fig. 3. Frecuencia de oviposiciones obtenidas por frutos en las variedades de uva 'Benitaka' y 'Festival', infestadas en condiciones de laboratorio (N= 45 frutos).

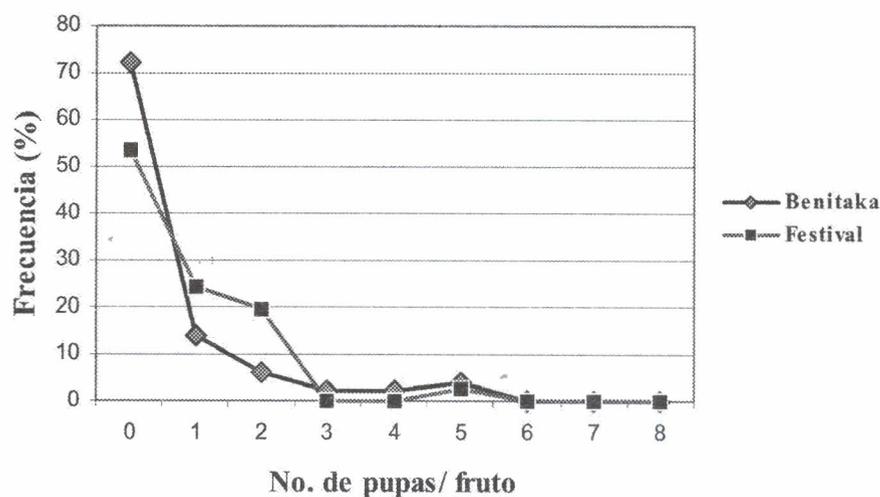


Fig. 4. Frecuencia de pupas obtenidas por frutos en las variedades de uva 'Benitaka' y 'Festival', infestadas en condiciones de laboratorio (N= 45 frutos).

Los resultados obtenidos reflejan que estas dos variedades de uvas no constituyen hospederos adecuados para el desarrollo larval de moscamed. Probablemente ocurrió una mortalidad en los estados más avanzados de las larvas (L_2 y L_3), pues los frutos presentaban síntomas de infestación (flácidos y oscurecidos) y sin embargo, no se obtuvieron pupas de todos ellos. Habibe *et al.* (2008), en un estudio realizado con diferentes variedades de uva observó larvas atrofiadas al compararas con las desarrolladas en hospederos preferenciales y expresó que esas observaciones sugerían que la uva es un hospedero que está siendo explorado por *C. capitata*, y que todavía no constituye un hospedero totalmente colonizado. De igual forma un fenómeno adaptativo similar fue descrito por Kovaleski (1997) durante el proceso de colonización de la manzana por *Anastrepha fraterculus* Wied.

Finalmente se puede concluir según los resultados, que las variedades de uva de mesa 'Benitaka' y 'Festival', aparentemente no constituyen hospederos favorables para el desarrollo de los estados inmaduros de moscamed. Sin embargo, no se debe descartar el hecho de que tales resultados puedan cambiar, si se tiene en cuenta la alta plasticidad ecológica exhibida por esta especie a lo largo de los años, que le ha posibilitado explorar y adaptarse a diversas especies fruteras en los más diversos ambientes.

BIBLIOGRAFÍA

Aluja, M. 1993. Manejo Integrado de Moscas de la fruta. *Edit. Trillas. México D.F.* pp. 251.

Botton, M.; Haji, F. N. P.; Hickel, E. R. & Soria, S. J. 2005. Cachos arruinados. ação de pragas-insetos nos frutos da videira comprometem a produção in natura e de vinho. Conheça as estratégias de controle. Cultivar HF 34: 1-6 (Caderno Técnico) Pelotas-RS.

Carvalho, R. S. 2003. Estudos de laboratório e de campo com o parasitóide exótico *Diachasmimiorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil. São Paulo. pp. 182. Tese de Doutorado, IB/USP. São Paulo, SP.

Habibe T. C., R. E. Viana, A. S. Nascimento, B. A. J. Paranhos, F. N. P. Haji, R. S. Carvalho, I. C. Damasceno, A. Malavasi. 2008. Infestação de Uva, *Vitis vinifera* pela Mosca-do-Mediterrâneo, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) no Sub-Médio do Vale do São Francisco. Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge. *Proceedings of 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*, Salvador, Brazil, pp. 183-185.

Kaspi, R, S. Mossinson, T. Drezner, B. Kamensky y B. Yuval. 2002. Effects of larval diet on development rates and reproductive maturation of males and female mediterranean fruit flies. *Physiological Entomology*. 27: 29-38.

Liedo, P., Casey, J. R. 1996. Demography of fruit flies and implications to action programs. *En: Fruit fly pests. A world assessment of their biology and management*. pp. 299-308.

Liquido, N. J., Shinoda, L. A., Cunningham, R. T. 1991. Host plant of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): *An Annotated World Review. Miscellaneous Publication 77*. Entomological Society of America, Lanham, MD:1863-1878.

Kovaleski, A. 1997. Processo adaptativo na colonização da maçã (*Malus domestical.*) por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) na região de Vacaria-RS. *Tese de Doutorado*, IB/USP, São Paulo, pp. 122.

Manica, B. I., Do Nascimento, J. C., Taufer, M., De Oliveira, A. K. 2000. Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. Em: Malavasi, A., Zucchi, R. A. Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil. Conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, pp. 59-66.

Martínez-Ferrer, A. M. Muñoz, J. M. R. Campos, J. M. Q. Fibla, F. M. Garcia. 2007. Dinámica poblacional de la mosca de la fruta *Ceratitidis capitata* en tres zonas citrícolas mediterráneas. 2007. *Rev. Levante Agrícola*. ISSN. 0457-6039. pp. 92-98.

Papadopoulos, N. T, B. I. Katsoyannos, J. R. Carey. 2002. Demographic Parameters of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera : Tephritidae) Reared in Apples. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95 (5): 564-569.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), versión 6. www.statsoft.com.