

# Tolerancia de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wiedmann) al insecticida Malathion®

María de los Angeles Aguilar y Hernán Camacho  
Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

(Rec. 1-VIII-1988. Acep. 22-XI-1988)

**Abstract:** pupae of *Ceratitis capitata* that were about to hatch were sterilized with Gamma (10 krds). Residual Malathion<sup>F</sup> was applied at 0.001, 0.01, 0.1, 1.0 and 10 ug/ml.

A level of 0.0904 produced the highest mortality in females that reached sexual maturity and were irradiated as pupae (lowest for mature, non-irradiated males).

La mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) es una de las plagas de mayor importancia económica en los cítricos y en más de 200 especies de frutas de clima tropical y subtropical (Orihuela 1960). Para su control se ha utilizado la técnica del insecto estéril (TIE) (Metcalf y Flint 1978), a veces con aplicación previa de agroquímicos como Malathion, Dipterex, Lebaycid, Rogor y Diazinon (Shedley 1961). Por el uso intensivo de estos productos es importante conocer la tolerancia de las moscas, en especial al Malathion, por ser el de mayor uso en los programas de erradicación (Patton 1982). Este es un ensayo para conocer la tolerancia de las moscas del Mediterráneo al Malathion, con especímenes criados en laboratorio en Costa Rica.

## MATERIAL Y METODOS

Se usó moscas del Mediterráneo del pie de cría del Laboratorio de Investigaciones Biológicas (LIB) del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), en Costa Rica. Pupas próximas a emerger (producidas entre agosto de 1985 y febrero 1986) fueron esterilizadas con radiación Gamma (10 krds) (dosis recomendada por La Chance y Graham 1984) con una fuente de cobalto-60 del LIB, OIRSA,

en presencia de oxígeno. Pupas irradiadas (I) y no irradiadas (NI) se colocaron en jaulas separadas. Después de su emergencia se separaron nuevamente en dos grupos: recién emergidas (RE) y en madurez sexual (MA) (a los 6 días). Se colocó machos y hembras en jaulas separadas a temperatura controlada ( $23.5 \pm 1.7$  C). Se alimentaron con una mezcla de partes iguales de proteína hidrolizada y azúcar.

El insecticida se aplicó de forma residual. La aplicación consistió en colocar tiras de papel de filtro de 15.5 x 5 cm. en frascos de vidrio de 125 ml. de volumen, humedecidas con un ml de una de las siguientes concentraciones de Malathion: 0.001; 0.01; 0.1; 1.0 y 10 ug/ul usando acetona como disolvente y como testigo como lo recomiendan FAO (1969), Mota *et al.* (1984) y Koren *et al.* (1984). Cada concentración contó con los siguientes 8 tratamientos: Machos(M) Recién emergidos (RE): No Irradiados (NI) e Irradiados (I) Hembras (H) RE, NI e I, Maduras (MA): NI e I y H MA: NI e I. En cada frasco se introdujo 20 moscas de un solo sexo y se revisó la mortalidad 24 horas después.

## Análisis estadístico:

La mortalidad en los subtratamientos fue corregida con el porcentaje de mortalidad testigo

## CUADRO 1

Valor de las ecuaciones de regresión y de la CL50 para el insecticida Malathion, probada en aplicación residual en adultos de *C. capitata*. Este estudio contó con 8 tratamientos Machos(M) Recien emergidos (RE): No irradiados (NI) e Irradiados (I): Hembras (H) RE, NI e I, Maduras (MA): NI e I y H MA: NI e I. Donde x en cada ecuación es el logaritmo de la concentración de Malathion

Tratamiento	Ecuación de regresión	Coefficiente de correlación	CL50 ug/cm
MNIRE	$y = 2.634 + 0.585x$	0.95	0.0305
HNIRE	$y = 2.237 + 0.283x$	0.98	0.0138
MIRE	$y = 1.981 + 0.195x$	*0.60	0.0643
HIRE	$y = 2.961 + 0.940x$	0.97	0.0569
MNIMA	$y = 1.951 + 0.077x$	1.00	0.0100
HNIMA	$y = 2.149 + 0.202x$	1.00	0.0105
MIMA	$y = 1.978 + 0.140x$	0.94	0.0551
HIMA	$y = 2.183 + 0.380x$	0.96	0.0904

\* Regresión no significativa,  $P > 0.05$ .

## CUADRO 2

Nivel de significancia de la mortalidad de adultos de *C. capitata*, al insecticida Malathion entre tratamientos. Cuando esta nomenclatura aparece asociada a un número del 1 al 5 se llamó subtratamiento siendo el 1 la concentración más baja (0.001 ug/ul), la letra t significa el total del grupo, sin importar su sexo y edad. (Ver simbología en Cuadro 1)

Subtratamiento	nl	%MC	Subtratamiento	n <sup>2</sup>	%MC	Valor de Z de 2 colas
MNIRE 1	180	6.01	HNIRE 1	160	26.61	**0.0081
NI 2	560	50.01	I 2	560	21.00	***0.0009
NI 1	1140	38.83	I T	1160	17.90	**0.0013
RE 1	1180	1.86	RE 2	1120	15.89	*0.0202
HNIRE 1	160	26.61	HIRE 1	180	0.00	**0.0027
HIRE 1	180	0.00	HNIMA 1	120	34.67	**0.0020
MNIRE 1	180	6.03	MNIMA 1	120	52.50	*0.0214
MIRE 2	180	19.52	MNIMA 2	100	62.00	*0.0158
NI 1	580	33.60	NI 2	560	44.73	*0.0307

Significativa

\*  $P < 0.05$

mu y significativa

\*\*  $P < 0.01$

altamente significativa

\*\*\*  $P < 0.001$

siduales de Malathion, donde la CL50 de los insectos no irradiados es mayor (0.036 y 0.044 para hembras y machos respectivamente) que en insectos estériles (0.034 y 0.025 para hembras y machos respectivamente). La radiación Gamma como es conocido, produce mutaciones que en última instancia generan algún tipo de variación genética; eso podría explicar que las moscas provenientes de pupas no irradiadas sean menos susceptibles al Malathion en el presente estudio, y las provenientes de pupas irradiadas han sido favorecidas por algún cam-

bio genético generado por la radiación. Es posible también que la diferencia en actividad en las moscas sea la responsable para las diferencias en mortalidad.

Si tomamos la DL50 en aplicación tópica como la cantidad de insecticida que entró en el organismo (Keiser y Tomikawa 1970 y Mota *et al.* 1984) se podría deducir del presente estudio la cantidad de insecticida que las moscas absorbieron al morir el 50% de la población:

$$Mc = x - y$$

donde

Mc = es la mortalidad corregida en cada tratamiento y subtratamiento.

Y = es el porcentaje de mortalidad en el tratamiento.

X = es el porcentaje de mortalidad en el testigo.

La mortalidad corregida y las concentraciones usadas se transformaron a logaritmos con base diez.

Para obtener la CL50 (concentración letal que mata la mitad de la población de los insectos) expresada en ug/cm, se transformó a un valor corregido:

$$50\% C = ((100\% - \%MT) / 2) + \%MT$$

donde

50%C es la mortalidad del 50% corregido.

%MT = es el porcentaje de mortalidad en el testigo.

A los datos corregidos se les aplicó análisis de regresión simple y la prueba U-Mann Whitney ( $P < 0.05$ ).

## RESULTADOS

Los coeficientes de correlación (Cuadro 1) indican que existe una clara relación ( $p < 0.01$ ) entre la mortalidad y la concentración, con excepción de los machos irradiados recién emergidos (60%), la CL50 mayor resultó en las hembras obtenidas de pupas irradiadas (0.0904 ug/cm) y la menor en los machos no irradiados maduros (0.0100 ug/cm).

En el Cuadro 2 se hacen varias comparaciones. Las CL50 de moscas recién emergidas, los machos provenientes de pupas no irradiados son más susceptibles al Malathion que los irradiados. En ambos casos, los machos son menos susceptibles que las hembras. En las moscas maduras los machos irradiados son los más tolerantes; si la comparación se hace entre los machos de edad diferente, los recién emergidos son más tolerantes (irradiados y no irradiados) que los maduros, lo mismo ocurre si comparamos las hembras. La única diferencia significativa entre machos y hembras (Cuadro 2,  $P < 0.01$ ) fue entre los no irradiados recién

emergidos en la concentración 1 (0.001 ug/ul), donde las hembras mueren en mayor número. En la concentración 2 (0.01 ug/ul) son las moscas provenientes de pupas no irradiadas (NI) los que se mueren en mayor proporción. Las moscas recién emergidas (RE) en la concentración 1 murieron en menor grado.

En general mueren en mayor número las moscas obtenidas de pupas no irradiados (NI). Las hembras provenientes de pupas no irradiadas, (NI) en la concentración 1 mueren más, las no irradiadas maduras mueren más que las irradiadas recién emergidas. En el caso de los machos de pupas no irradiadas (NI) en la concentración 1, son los maduros los que mueren más. En la concentración 2 sucede lo mismo.

## DISCUSION

Para algunos autores (Hoskins y Gordon 1957), el término tolerancia y resistencia son sinónimos, para otros (Rudd 1964, National Academy of Sciences 1980 y Cardona 1985) son diferentes. Basándose en los conceptos de estos últimos autores, el presente estudio se ha definido como un estudio de tolerancia, porque el pie de cría de este insecto no ha estado expuesto desde hace 7 años a ningún insecticida. No se observó una diferencia significativa en los datos de las mortalidades entre machos y hembras. Datos de otros autores (Mota *et al.* 1984; Koren *et al.* 1984 y Andrade 1969) sugieren que hay mayor tolerancia en las hembras al insecticida Malathion, tanto en aplicación tópica como residual. Las moscas recién emergidas (RE) fueron en general más tolerantes que las maduras. Esto puede deberse a que en los estados juveniles la actividad enzimática hacia el insecticida sea más vigorosa que en el estado de madurez.

También se observó que las moscas recién emergidas (RE) tenían menor actividad y que probablemente entran en menos contacto con el papel de filtro impregnado, recibiendo menor dosis del veneno, y sufriendo menos mortalidad.

En el Cuadro 2, se observa en general que los machos obtenidos de pupas no irradiados (NI) murieron en mayor proporción que los irradiados (1) por ejemplo la mortalidad total de las moscas obtenidas de pupas no irradiados de ambos sexos fue de 39.09% y la mortalidad total de irradiados 18.76%, esta diferencia no coincide con los datos encontrados por Avila 1981, citados por Mota *et al.* 1984, para *Anastrepha ludens* tratada con aplicaciones re-

	Machos ug/ul	Hembras ug/ul
NIRE	2.71	0.84
IRE	5.71	3.45
NIMA	0.89	0.64
IMA	4.90	5.53
$\bar{x}$	3.552	2.615

Se puede generalizar de estos datos que los machos son más susceptibles al Malathion. Si se comparan estos datos con los de *Anastrepha ludens* y *Ceratitidis capitata* en México (Mota *et al.* 1984), vemos que las moscas de Costa Rica son más susceptibles porque bastan pequeñas cantidades para que muera el 50% ( $\bar{x}$  = 4.4 ug/ul) (las de Tapachula, en México deben absorber  $x$  = 36.11 ug/ul). Tal vez en México hay mejores condiciones físicas y asépticas

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a William Eberhard y Daniel Briceño por su constante orientación y valiosos consejos. Al Organismo Internacional Regional de Sanidad (OIRSA) y al centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) por el financiamiento.

#### RESUMEN

Pupas de *Ceratitidis capitata* próximas a emerger fueron esterilizadas con radiación Gamma (10 krds). Se aplicó Malathion de manera residual, al humedecer papel de filtro con alguna de las siguientes concentraciones: 0.001; 0.01; 0.1; 1; 10 ug/ml.

La mayor CL50 (concentración que mata al 50% de la población) para la mosca del Mediterráneo fue para las hembras que llegaron a la madurez sexual y fueron irradiadas como pupas (0.0904 ug/cm, cuadro 1) y la menor CL50 fue de los machos no irradiados maduros (0.0100 ug/cm, cuadro 1). En general se observó que las hembras irradiadas recién emergidas fueron más tolerantes que los machos no irradiados, maduros. Las moscas del Mediterráneo criadas en Costa Rica, son más susceptibles que las criadas en México.

#### REFERENCIAS

Andrade, V.G. 1969. Estudio sobre toxicidad y resistencia de algunos insecticidas en mosca del Mediterráneo (Wied), Tesis de Maestría. Instituto Inte-

ricano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos (O.E.A.) Centro de Enseñanza e Investigaciones, Turrialba, Costa Rica. 83 p.

Cardona, C. 1985. Resistencia de insectos a insecticidas: naturaleza, principios e implicaciones en el control de insectos. Miscelanea, Sociedad Colombiana de Entomología 1: 2-7.

Hoskins, W. A. & H.T. Gordon. 1956. Anthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Entom. 1: 89-122.

Keiser, I. & I. Tomikawa. 1970. Species-specific toxicity of certain insecticides to Tephritidae in Hawaii, suggested by unusual susceptibility relationships among oriental fruit flies, melon flies, and mediterranean fruit flies. Jour. Econ. Entomo. 63: 1746-1748.

Koren B.A., A. Yawetz & A.S. Perry. 1984. Biomedical properties characterizing the development of tolerance to Malathion in *Ceratitidis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae). Jour. Econ. Entom. 77: 864-867.

La Chance, L. & C.K. Graham. 1984. Insect radiosensitivity; dose curves and dose fractionation studies of dominant lethal mutation in the mature sperm of 4 insect species. Mutation Res. 127:49-50.

Metcalf, C.L. & W.P. Flint. 1978. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Continental, México. 1208 p.

Mota, D. J. Guillén, J. & P. Liedo. 1984. Susceptibilidad de *Anastrepha ludens* (Loew) y *Ceratitidis capitata* (Wiedmann) al insecticida Malathion en aplicaciones tóxicas y residuales. IN: XX Congreso Nacional de Entomología 21-24 de abril, 1984. Ed. Victoria, Tamaulipas, México.

National Academy of Science. 1980. Control de plagas de plantas y animales. Manejo y control de plagas de insecticidas. Ed. Limusa México. Vol. 3. 522 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1969. Métodos recomendados para la detección y la medición de la resistencia de plagas agrícolas a los insecticidas. 1. Principios generales. Boletín Fitosanitario de la FAO 17(4): 76-82.

Orihuela, A. 1960. La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitidis capitata*. Agricultor Venezolano 24:13-86.

Patton, P. 1982. Memoria encargada. Programa contra la mosca del Mediterráneo en México, p. 27-37. In Sterile insect control. Proceedings of a symposium held in Neuherberg, June 29-July 3, 1981. I.C. Atomic Energy, Vienna.

Rudd, L.R. 1964. Pesticides and living landscape. The University of Wisconsin Press, Wisconsin, p. 141-175.

Shedley, D.G. New recommendations for fruit fly control. J. Agric. 2(10): 793-795.