

Ensayos para el control de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis Capitata* Wied. mediante técnicas que limiten los tratamientos insecticidas

J. P. ROS, A. ALEMANY, E. CASTILLO, J. CRESPO, Y. LATORRE, P. MONER, C. SASTRE y E. WONG

Se describen dos experimentos llevados a cabo en el año 1995. El primero consistió en comparar cuatro cebos con poder de atracción sobre las hembras de *Ceratitis* respecto al trimedlure, el mejor atrayente de machos conocido. Los cebos se pusieron en mosqueros tipo Mcphail con agujeros (Tephri.Trap) y probados en diferentes cultivos y condiciones climáticas de seis localidades de España.

Los cebos que se compararon fueron los siguientes: Trimedlure "plug", Una feromona sintética, Putriscene con Acetato Amónico, Nulure en Arcilla y Sales de Amonio.

El segundo experimento consistió en determinar la atracción de la proteína hidrolizada Nulure cuando los tratamientos de pulverización cebo se dirigen al suelo. En cartones de tamaño grande se aplicó en la zona central el Nulure y los laterales se encolaron con Tanglefoot. Al cabo de una semana expuestos en el cultivo se retiraron para analizar las capturas.

El Putriscene con Acetato Amónico fué el mejor atrayente de hembras, los agujeros en los mosqueros tipo Mcphail incrementan las capturas. No se registró ninguna captura de *Ceratitis* en los cartones pero sí gran cantidad de otros insectos.

ROS, J. P.: Castillo, E. Inst. Nal. Investigaciones Agrarias. C.I.T. Protección Vegetal. Madrid

ALEMANY, A.: Universidad de las islas Baleares. Dep. Biología Ambiental. Mallorca.

CRESPO, J.: Diputación General de Aragón. Servicio de Protección Vegetal.: Alcañiz, Teruel.

LATORRE, Y.: Diputación General de Aragón. Servicio de Protección vegetal. Fraga, Huesca.

MONER, P.: Generalidad de Valencia. Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal. Almazora, Castellón.

SASTRE, C.: Generalidad de Cataluña. Servicio de protección de los vegetales. Mora la Nova, Tarragona.

WONG, E.: Junta de Andalucía. Dep. Sanidad Vegetal. Málaga.

Palabras clave: *Ceratitis capitata*, cebos.

INTRODUCCIÓN

Es indudable que el cultivo de los cítricos y frutales de hueso tienen una gran importancia tanto en nuestro país como en todos los del sur de la comunidad europea y el norte de África (Países Mediterráneos).

Constituyen los principales frutos consumidos, no sólo en los mercados interiores

donde se producen, sino que a través de las exportaciones son introducidos en los mercados de los países donde no es posible su cultivo.

Por desgracia todos estos frutos son susceptibles de ser atacados por *C. capitata* Wied., mosca mediterránea de la fruta, a veces de manera muy severa. (Ros, J. P., 1983, 1988).

El método de control para esta plaga está basado en prácticamente todos los países que la padecen, en pulverizaciones cebo a base de un insecticida, generalmente un organofosforado y una proteína hidrolizada que actúa de atrayente (ROS, J. P., 1990).

Las leyes, tanto nacionales como las Comunitarias cada día son más estrictas en todo lo que se refiere al uso de insecticidas por parte del agricultor, así como a la sanidad de los frutos que se venden en los mercados, sobre todo en lo que atañe al tema de los residuos tóxicos.

Los métodos biotécnicos que se están desarrollando en los últimos años para luchar contra esta plaga pretenden una reducción ó la total ausencia de tratamientos insecticidas en las plantaciones de frutales y cítricos donde causa sus estragos. El desarrollo de mosqueros y atrayentes efectivos, dentro de los métodos antes citados, ocupan una gran parte de la actividad desplegada en proyectos internacionales (ROS, J. P. *et al.* 1994, 1996) cuyos fines últimos se pueden simplificar en los siguientes:

a) Conseguir una reducción ó lograr la ausencia total de residuos de insecticidas organofosforados en la fruta.

b) Fomentar una demanda de mercado para esta fruta "ecológica" con lo que se incrementará el precio percibido por el agricultor.

c) Establecer zonas libres de esta plaga, por lo que pueden abrirse nuevos mercados de exportación a países donde tienen establecidas cuarentenas muy estrictas respecto a ella.

d) Transferir esta tecnología avanzada a terceros países cuyas frutas son exportadas a los mercados de los más desarrollados.

La combinación de la investigación básica con la aplicada en esta línea a que se refiere este artículo, es una difícil, pero prometedora aproximación con la que se pudiera reducir la destrucción del medio ambiente causada por las prácticas actuales de control de las plagas.

Si el resultado final es una mayor calidad en la producción de fruta, indudable-

mente redundará en un incremento de la renta agraria y puede familiarizar también a los especialistas en el control de plagas en las técnicas "amables" con el medio ambiente en lugar de aquellas dominadas por los insecticidas (ROBINSON, A. S., 1990). Si ello se lleva a cabo con éxito, sería un ejemplo dirigido a los agricultores, consumidores y a la política de los mercados.

Tres son los caminos que pueden llevarnos a un control de la mosca de la fruta sin el empleo masivo de insecticidas:

En primer lugar la técnica de "Atraer y Matar" (Lure & Kill). Para ello hay que desarrollar sustancias atrayentes específicas y altamente eficaces, al mismo tiempo que los soportes donde tienen que ser colocados los llamados mosqueros.

En segundo lugar, el empleo bien ordenado de insecticidas cada día más específicos, puede ayudar en determinados casos a conseguir el fin deseado. Ejemplo de esto pudiera ser el dar las pulverizaciones cebo fuera del árbol frutal para evitar que la fruta se contamine y mediante el cebo atrayente obligar a la mosca a ir a comer donde está el insecticida.

En tercer, y último lugar, el método basado en la suelta de machos estériles, cuya investigación en los últimos años ha avanzado de manera singular (ROS, J. P., 1981. BUSH-PETERSEN *et al.*, 1989. NITZAN, Y. *et al.*, 1990. KATSOYANOS, B., 1994). Ya se han obtenido cepas de sexado genético ("Viena 42") con la que ya se pueden liberar solamente machos estériles (KLASSEN, W. *et al.*, 1993). Los proyectos de erradicación de la mosca en México, Guatemala y recientemente en la Isla de Madeira (Portugal) crean un panorama esperanzador para este método.

Ciñéndonos al primer camino de los antes citados, destaca el desarrollo de las nuevas formulaciones de Trimedlure (Paraferomona), con mucho el más potente atrayente de machos de *Ceratitis* (ROS, J. P. *et al.*, 1979, CUNNINGHAM y COUEY, 1986; LEONHARDT *et al.*, 1987); las nuevas protei-

nas hidrolizadas que, dispuestas en los mosqueros, capturan gran cantidad de hembras, así como algunas sustancias químicas que recientemente han puesto de manifiesto su actividad complementaria en la atracción de las moscas, han demostrado que es muy interesante y que tiene mucho futuro por delante esta técnica de "Atraer y Matar". (FAO-IAEA 1987-1990).

Recogemos en este artículo los resultados de los ensayos efectuados durante el año 1995 correspondientes a una parte del proyecto de la Unión Europea AIR 3 CT 92 0300.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos han sido los experimentos llevados a cabo para determinar en primer lugar cuál de los atrayentes para hembras antes citados, descubiertos recientemente en el mundo, se adapta mejor a los distintos cultivos y condiciones climáticas de nuestro país para aplicarlos a los sistemas de mosqueros y hacerlos accesibles a los agricultores.

En segundo lugar, verificar la atracción que ejercen las proteínas hidrolizadas cuando se aplican fuera del árbol frutal. Se encuadran estos ensayos en el primero de los caminos antes citados para el control de la mosca sin el empleo masivo de insecticidas.

Experimento 1.

Localización: El experimento se ha llevado a cabo en seis parcelas de frutales de diversas localidades de España con diferentes condiciones climáticas:

Localidad	Cultivo	Clima
Fraga (Huesca)	Melocotón	Continental
Alcañíz (Teruel)	Melocotón	Continental
Mora la Nova (Tarragona)	Melocotón	Continental
Castellón	Cítricos	Mediterráneo
Mallorca	Cítricos	Mediterráneo
Málaga	Cítricos	Subtropical



Fig. 1.- Mosquero Tephri-Trap

Mosquero empleado: Tephri-Trap con agujeros. (Fig 1.). Es un mosquero tipo Mcphail, amarillo, que lleva en su interior un anillo para instalar el cebo correspondiente y se le han practicado cuatro agujeros de 24 mm. diametralmente opuestos en la parte superior. En años anteriores se comprobó que la presencia de estos agujeros incrementaban las capturas de manera singular. Para asegurar la muerte de las moscas que son atraídas por el mosquero se le instala en su interior una pastilla de insecticida (DDVP).

Atrayentes: Se pretende lograr un mosquero "seco", con una actividad mínima de un mes, con lo que se evita el árduo trabajo de renovar cada semana el fosfato biamónico o las proteínas hidrolizadas líquidas, sustituyéndolo por un cebo sólido ó un parche de liberación lenta de su materia activa con una vida media de un mes ó más y medio.

Los atrayentes empleados han sido:

1. Trimedlure "Plug" de Agrisense Ltda.
2. Feromona Sintética (Dr. HOWSE. Dep. Biology. University of Southampton. U.K.)
3. Putriscene (Dr. HEAT. USDA Dep. Insect Attractans. + Gainesville Florida.

USA.) Acetato Amónico. Parche de lenta liberación. Consep

4. Nulure. Proteína hidrolizada. (Miller Chemical. Pensylvania. USA)

5. Sales amónicas. en forma sólida. (Agrisense Ltd)

El Trimedlure, la feromona sintética y las sales amónicas se colocaron en la cestilla que lleva el mosquero. La proteína hidrolizada Nulure al 30% se embebió en arcilla resultando así un cebo sólido (El Nulure líquido al 9% es el mejor atractivo de hembras que conocemos en la actualidad) que se dispuso también en la cestilla correspondiente. Los parches de Putriscene y Acetato Amónico se pegaron en ambos lados interiores del mosquero.

Diseño Estadístico: En todas las localidades el diseño estadístico fue de bloques completos al azar, 3 bloques de 5 mosqueros cada uno, cebados con los cinco atrayentes citados anteriormente.

Los mosqueros se colocaron en la parte sureste del árbol frutal, a una altura aproximada de 2 m. y separados unos de otros al menos 25 m.

El experimento duró al menos 2 meses (en algunas localidades se prolongó por más tiempo) y los conteos se realizaron dos veces por semana rotando secuencialmente los mosqueros de cada bloque en cada conteo. Los atrayentes se renovaron cada 30 días.

Los datos de las capturas se tratarán estadísticamente con un análisis de varianza y una comparación de medias por el método Tuckey.

Experimento 2.

El objetivo de este experimento fue comprobar el poder de atracción de la proteína hidrolizada Nulure cuando la pulverización cebo se aplica en el suelo, sobre la vegetación espontánea u otro tipo de superficies.

Este sistema de control puede sustituir con ventaja al tratamiento al árbol, ya que el insecticida no toca la fruta, salvando así la consiguiente contaminación.

Para comprobar lo dicho anteriormente se colocaron tres cartones alargados de

dimensiones 1.50 m. x 0.80 m. En la parte central (50 x 80 cm.) se pegó una arpillera de saco sobre la que se pulverizó 100 cc de una solución de Nulure al 9%. Las partes laterales se encolaron con Tanglefoot para asegurar que los insectos que se aproximaran al cebo se quedaran pegados.

En la localidad de Fraga se colocaron tres de estos cartones en tres parcelas de melocotoneros (con población de *Ceratitis* contrastada por mosqueros) durante una semana en los meses de julio y agosto y en Alcañiz en los meses de agosto y septiembre.

Al final de la semana los cartones se recogieron para posteriormente hacer un estudio de los insectos atraídos.

RESULTADOS

A fin de dar una idea general de la población de *Ceratitis* en cada área experimental, damos a continuación el número de moscas capturadas por cada mosquero de cada bloque en toda la experiencia.

El record de capturas fue alcanzado en la localidad de Alcañiz en la semana del 28 de septiembre al 5 de octubre: Trimedlure "Plug": 1692/20. Feromona Sintética: 26/2. Putriscene + Acetato A.: 294/621. Nulure sólido: 23/4. Sales Amónicas: 96/124.

Para el análisis de Varianza, los datos de las moscas (ambos sexos) capturadas semanalmente por cada mosquero se transformaron en moscas/mosquero/día y se realizó el cambio de variable: $X' = \sqrt{x+0.5}$ para no hacer nulo el dato 0 capturas.

Experimento 2. El estudio de los insectos atrapados en los cartones engomados dio el resultado que se muestra en el cuadro 3.

DISCUSIÓN

Los resultados del primer experimento muestran una gran diferencia de capturas entre el Trimedlure y el resto de los atrayentes, sin embargo el nuevo atrayente "Putriscene" cuando actúa combinado con el

Cuadro 1. Número total de moscas (machos/hembras) capturadas por cada mosquero a lo largo del experimento 1. Mosquero Tephri-Trap con agujeros. 1995.

Total number of flies (males/females) captured by each kind of Trap in the experiment 1. Tephri-Trap with holes, 1995.

LOCALIDAD	BLOQ	TRIMEDLURE "PLUG"	FEROMONA SINTETIC	PUTRIS ACETA	NULURE SOLIDO	SALES AMON
FRAGA	1	385/24	0/0	15/191	1/2	4/11
	2	1655/96	0/0	63/269	0/1	0/2
	3	6100/216	0/0	38/449	7/13	17/32
ALCAÑIZ	1	4500/116	85/17	787/1447	49/32	151/17
	2	4077/140	59/77	512/825	16/32	202/241
	3	905/17	5/3	116/235	4/10	54/137
MALLORCA	1	633/24	8/70	49/224	0/21	5/9
	2	489/12	2/18	59/298	4/44	2/14
	3	779/1	0/17	87/424	5/37	8/35
MALAGA	1	497/1	3/1	28/72	12/13	11/26
CASTELLON	1	260/34	2/2	30/253	2/8	28/44
	2	277/11	0/0	22/60	0/0	2/0
	3	949/4	0/0	65/308	0/0	29/11
MORA	1	297/2	0/0	5/245	2/14	4/33

acetato amónico, en membrana de liberación lenta, captura un gran número de hembras, convirtiendo a este mosquero en el mejor para nuestras necesidades.

En los ensayos que llevamos a cabo en el año 1994, añadimos acetato amónico en la solución de Nulure al 9% para cebar los

mosqueros y el incremento de las capturas fué manifiesto, sin embargo el comportamiento de este producto en la membrana de liberación lenta de la firma Consep junto con el "Putriscene han elevado las capturas de hembras a las cifras más altas conocidas por nosotros. Los 294 machos y 621 hem-

**Cuadro 2. Comparación de medias. Método Tuckey.
Comparison of means. Tuckey w procedure**

LOCALIDAD	TRIMEDLURE "PLUG"	FEROMONA SINTETIC	PUTRISCENE +ACETATO.A	NULURE SOLIDO	SALES AMONI
FRAGA	6.58a	0.70c	2.85b	0.76c	0.81c
ALCAÑIZ	6.04a	1.23d	3.72b	1.04d	2.11c
MALLORCA	2.91a	0.96c	2.41b	1.01c	0.89c
MALAGA	2.94a	0.74c	1.42b	0.94c	1.06c
CASTELLON	3.19a	0.75d	2.63b	0.76c	1.25c
MORA la N.	2.06a	0.70b	1.92a	0.80b	0.95b

Las medias de cada fila seguidas de la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5%

Cuadro 3. Insectos atrapados en cartones (1.5 x 0.80m.) engomados atraídos por 100cc de Nulure al 9% en el suelo.
Insects trapped in big cardboards (1.5X0.80 m.) on the ground attracted by 100 cc. of Nulure 9%.

LOCALIDAD	FRAGA		ALCAÑIZ	
	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Díptera:				
Ceratitis	-	-	-	-
Cyclorapha	230	154	123	176
Nematocera	++	++	++	++
Neuroptera:				
Crysopidae	35	2	2	3
Homoptera:				
Cycadelidae	+++	+++	+	+
Himenoptera:				
Formicidae	++	++	++	+
Ichneumonoidea	+	+	+	+
Chalcidoidea	+	+	+	+
Lepidoptera	+	+	+	+
Arachnida:				
Araneae	++	++	++	++

+++ muy abundante, ++ abundante, + frecuente, - no hallados

bras capturadas por un solo mosquero y en una semana, son cifras muy importantes que nos marca el camino de futuras experiencias.

Es más, ambos parches pegados a las paredes interiores del mosquero hacen de éste, un mosquero "seco", sin necesidad de renovar los líquidos atrayentes cada semana, y con una actividad de al menos un mes, Estamos, creemos, en un buen camino para encontrar el mosquero ideal.

Tanto la feromona sintética, el Nulure sólido como las sales amónicas se han comportado muy por debajo de los dos citados anteriormente, prácticamente iguales los dos primeros y un poco mejor el tercero.

La feromona Sintética, sólo en Alcañiz y Mallorca hemos obtenido alguna captura debido quizá a la alta densidad de población de mosca en estas localidades.

No obstante, el Nulure que en estado de solución al 9% captura gran cantidad de moscas en los mosqueros, en la mezcla con arcilla que hemos hecho para solidificarlo no ha dado buenos resultados. Solamente capturó algo en el primer día de campo.

Las sales amónicas parecen señalar con sus capturas que necesitan la ayuda de una proteína hidrolizada.

En el segundo experimento hemos observado que la mosca no es capaz de desplazarse al suelo para comer o que el olor de la proteína no le llega a donde está ella. Serán necesario más ensayos para lograr determinar si este sistema de control pudiera ser eficaz. Las capturas del resto de insectos nos debe poner sobre aviso para determinar en futuros ensayos el alcance de este fenómeno sobre todo en lo que a la fauna útil se refiere.

CONCLUSIONES

Podemos concluir este estudio de atra-yentes para la mosca de la fruta en los siguientes apartados:

1. Hemos corroborado que los agujeros en los mosqueros tipo Mcphail como es el TephriTrap incrementan sus capturas haciendolos más efectivos. Es necesario poner un insecticida sólido para matar las moscas que entran.

2. Hay un sinergismo entre el "Pu-

triscene" y el Acetato amónico que incre-menta las capturas cuando actúan juntos. Las capturas por separado son muy bajas.

3. Las capturas de hembras realizadas por estas dos sustancias son tan altas o más que las conseguidas por el Nulure al 9%.

4. El Trimedlure "Plug" ha dado el resul-tado que se esperaba ya que es el mejor atra-yente de machos conocido.

5. En los ensayos realizados, la mosca no voló al atrayente colocado en el suelo. Será necesario planear otra estrategia que lo consiga.

ABSTRAC

ROS, J. P., A. ALEMANU, E. CASTILLO, J. CRESPO, Y. LATORRE, P., M. MONER C. SASTRE y E. WONG, 1996: Ensayos para el control de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitits Capitata* Wied. mediante técnicas que limiten los tratamientos insecticidas. *Bol. San. Veg. Plagas*, 22 (4): 703-710

Two experiments we have carried out. The first consisted to compare 4 solid females attractants versus Trimedlure. The baits were displayed in Mcphail Traps with sides holes (Tephri-Trap) in different cultures, localities and climatic conditions.

Trimedlure plug, a Synthetic Pheromone, Putriscene and Amonium Acetate, Nulure in clay and Amonium Salts were the baits tested.

The second experiment consisted to check the attraction power of hydrolised protein (Nulure) when the bait sprays are directed to the ground. Big cardboards were sprayed with a solution of Nulure on the central part and glued the lateral parts. After a week displayed in the field, we studied the attracted insects.

Putriscene and Amonium acetate has been the best female attractant, it captured important number of female flies. The side holes in Mcphail Traps increase the captures. *Ceratitits* didn't fly to the bait (Nulure) on the ground, but high number of other insects did.

Key Words: *Ceratitits*, solid females.

REFERENCIAS

- BUSH-PETERSEN, E., y A. KAFU, A., 1989. Stability of two mass reared genetic sexing strains in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitits capitata* Wied. based on pupal colour dimorphisms. *Environ Entomology*, 18.
- CUNNINGHAM, R. T., y COUEY, H. M., 1986. Mediterranean fruit fly (Dyptera Tephritidae): Distance/Response curves to Trimedlure to measure trapping efficiency. *Environ. Entomology* 15: 71-74
- Food and Agriculture O. and International Atomic Energy Agency. 1987, 88, 89, 90. Reports on standardization of medfly Trapping. IAEA. Vienna. Austria.
- KLASSEN, W.; LINDQUIST, D. A.; BUICKX, J., 1993. Overview of the Joint FAO/IAEA Division's involvement in fruit fly Sterile Insect Technique Programs. In C.O. Calkins, W. Klassen & P. Liedo (eds) Fruit flies and the Sterile Insect Technique. C.R.C. Press Inc. Boca Ratón. Florida
- KATSOYANOS, B., 1994. Evaluation of Mediterranean fruit fly traps for use in sterile Insect Technique Programmes. *J. Appl. Entomol.* 1994. 442-452. Blackwell Wissenschafts. Verlag. Berlín.
- LEONHARDT, B. A.; CUNNINGHAM, R. T.; RICE, R. E.; HARTE, E. M., y MCGOVERN, T. P., 1987. Performance of controlled-release formulations of Trimedlure to attract the Mediterranean fruit fly, *Ceratitits capitata* Wid. *Entomol. Exp. Apply* 44: 45-51
- NITZAN, Y.; ROSSLER, Y., y ECONOMOPOULOS, A. P., 1990. Field testing of genetic sexing strain of the Mediterranean fruit fly for all male releases in SIT projects. In Proceedings of FAO/IAEA research Coordination Meeting of "Laboratory and Field Evaluation of Genetically Altered Medflies for use in SIT programmes" IAEA, Vienna. Sep 1990.
- ROBINSON, A. S., 1990. *Molecular biology and Entomology. An exciting interphase*. In "Pesticides and Alternatives". Ed. J.B. Casida. Elsevier Science. Publ. pp 159-167.

- ROS, J. P.; PÉREZ, T.; GILBERT, J., 1979. Estudio de la eficacia en campo de dos formulaciones de atrayentes para la mosca de la fruta *C. capitata* Wied. *Bol. San. Veg. Plagas* 2. 1979.
- ROS, J. P., 1981. Control genético de *C. capitata* por el método de los insectos estériles en la Isla del Hierro. *Comunicación INIA Serie Prot. Veg.* N° 14.
- ROS, J. P., 1983. *Importance of ecological studies for application SIT against C. capitata wied.* In *Fruit Flies of Economic Importance*. A.A. Bakelma. Rotterdam 1983.
- ROS, J. P., 1988. La mosca Mediterránea de la fruta *C. capitata* Wied.. *Biología y métodos de control. Hojas divulgadoras* . Ministerio de Agricultura. Madrid N° 8/88
- ROS, J. P., 1990. Estudio de diferentes combinaciones de productos atrayentes en las pulverizaciones cebo contra *C. capitata* Wied. *Bol. Sa. Veg. Plagas* 16. 1990
- ROS, J. P.; CASTILLO E., 1994. Valoración de diferentes mosqueros para el control de la mosca de las frutas *C. capitata* Wied. *Bol. San. Veg. Plagas*. Vol. 20 1994
- ROS, J. P.; GARIJO, C.; NAVARRO, L.; CASTILLO, E., 1996. Ensayos de Campo con un nuevo atrayente de hembras de la mosca de la fruta *C. capitata* Wied. *Bol. San. Veg. Plagas* 1996.

(Aceptado para su publicación: 13 marzo 1996)