

La Técnica del Insecto Estéril como método de lucha contra plagas

R. Argiles

En la Comunidad Valenciana se está llevando a cabo uno de los proyectos más ambiciosos en materia de sanidad vegetal a nivel europeo: la lucha contra la mosca de la fruta, una de las plagas más dañinas de la citricultura y fruticultura, mediante la Técnica del Insecto Estéril. Esta técnica consiste en la cría en laboratorio y liberación en los campos de cultivo de enormes cantidades de insectos de la misma especie que la plaga que previamente han sido esterilizados. Los insectos estériles buscan a los individuos silvestres de su misma especie para copular con ellos y el resultado es una puesta de huevos no viable, provocando un descenso de las poblaciones de la plaga. Tras tres años de aplicación de la técnica sobre una superficie de 150.000 hectáreas, las poblaciones de plaga se han reducido en un 90%. Otros beneficios han sido la reducción del uso de insecticidas y la mejora de la calidad de la fruta exportada.

In the Valencian Community is doing one of the most ambitious projects in the field of plant protection at European level: the fight against fruit fly, one of the most damaging pests of citrus and fruit, by Insect Technique Sterile. This technique consists of laboratory breeding and release into the fields of huge quantities of insects of the pest species that have previously been sterilized. Sterile insect looking for wild individuals of the same species to mate with them and the result is a clutch of viable eggs, causing a decrease in pest populations. After three years of application of the technique on an area of 150,000 hectares, the pest populations have been reduced by 90%. Other benefits have been the reduced use of insecticides and improved the quality of exported fruit.

RAFAEL ARGILES HERRERO

es el de coordinador de la campaña de lucha contra Ceratitis en la Comunidad Valenciana en Tragsa, que es la empresa que ejecuta el encargo de la Administración.

La Técnica del Insecto Estéril es un método de control de plagas que fue concebido en 1937 por E. F. Knipling, investigador del Departamento de Agricultura de Estados Unidos para la lucha contra el gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax* Coquerel).

Consiste en la cría en masa de insectos de la misma especie que la que se pretende combatir que son esterilizados y posteriormente liberados en el ambiente en un número superior a los individuos silvestres y en superficies suficientemente amplias. Estos insectos estériles liberados copulan con los silvestres de su misma especie y el resultado es una puesta de huevos no viable, lo cual, con el paso de las generaciones, produce un descenso de las poblaciones. Como en la población hay más insectos estériles que nativos, la mayoría de los cruzamientos son estériles. A medida que pasa el tiempo, el número de insectos nativos se reduce y aumenta la proporción de insectos estériles en

relación con los normales, llevando de este modo a la población nativa a la extinción.

Este singular método de control de insectos también se conoce como lucha autocida.

Inicialmente la esterilización de los insectos se obtenía mediante exposición a agentes químicos pero posteriormente empezó a utilizarse la radiación ionizante como fuente de esterilización, lo que incrementó mucho la eficiencia de la técnica.

El programa de lucha contra el barrenador del ganado, una mosca que pone los huevos en las heridas del ganado y cuyas larvas se alimentan de la carne hasta producir la muerte del animal, permitió la erradicación en la década de los 70 de esta plaga en el sur de Estados Unidos y México.

Fue el punto de partida para el desarrollo de la técnica y la aplicación a distintas plagas no sólo agrícolas como las moscas de la fruta (especies de los tres géneros más importantes por su repercusión económica: Cera-

titis, Anastrepha y Bactrocera) o polillas (Carpocapsa) sino también plagas vectores de enfermedades humanas como la mosca tsé-tsé (*Glossina* ssp.) o, recientemente, el mosquito *Anopheles arabiensis*, vector del virus de la malaria.

El departamento conjunto de la Agencia Internacional de la Energía Atómica y la FAO es en la actualidad el mayor impulsor para la aplicación de esta técnica, desarrollando la tecnología necesaria para la aplicación eficiente de la técnica a distintas plagas y transfiriendo esta tecnología vía proyectos de cooperación a los distintos países interesados.

La Técnica del Insecto Estéril es un método completamente ecológico ya que no se emplean insecticidas ni otros métodos contaminantes. A diferencia de otros métodos de control biológico como la cría de parasitoides o depredadores, es además una técnica completamente selectiva ya que no tiene ninguna incidencia sobre especies distintas de la especie objetivo.

Finalmente, requiere de un enfoque preventivo en lugar de reactivo ya que su eficacia es tanto mayor cuanto menores son las poblaciones silvestres de la plaga.

EL PROYECTO DE LUCHA CONTRA *CERATITIS CAPITATA* EN LA COMUNIDAD VALENCIANA MEDIANTE LA TIE

La Comunidad Valenciana es pionera en la aplicación de esta técnica en la citricultura y fruticultura para la lucha contra la mosca de las frutas, no sólo en España sino también en Europa y la región Mediterránea.

La plaga

La mosca de las frutas *Ceratitis capitata* Wiedemann (figura 1), también llamada mosca del Mediterráneo es considerada una de las plagas más perjudiciales para la citricultura y la fruticultura a nivel mundial con más de 200 especies de plantas hospedantes.

En España, la incidencia de esta plaga originaria de África y que apareció a mediados del siglo XIX es muy elevada no sólo en el área mediterránea sino también en regiones productoras de fruta como Aragón y Extremadura, principalmente en los períodos de mayo a noviembre, mermando la producción y la calidad final de cosecha.

La hembra adulta deposita los huevos en el interior de los frutos y las larvas tras eclosionar se desarrollan y alimentan de la pulpa, favoreciendo una contaminación por microorganismos que acaba con la caída y pudrición del fruto (figura 2).

Además de los perjuicios directos que causan a la producción, la situación se agrava por ser plaga de cua-



Figura 2: Daños de ceratitis en la citricultura. Autor: José Balaguer.

rentena en ciertos países importadores. Estos países, que generalmente coinciden con los mercados más exigentes como Estados Unidos o Japón, imponen unos rígidos protocolos de control de esta plaga para permitir el acceso de las exportaciones de fruta española a sus mercados.

Por tratarse de una plaga de gran movilidad (los adultos pueden desplazarse decenas de kilómetros a lo largo de su vida), elevada tasa de reproducción (el tiempo medio para que la población se duplique en condiciones favorables es de 7 días) y amplio rango de frutas hospedantes (más de 200 especies de plantas hospedantes, incluyendo frutales de hueso, cítri-

cos e incluso hortalizas), la estrategia adecuada para un programa de control de la misma debe basarse en técnicas de control coordinado de amplias superficies en lugar de métodos de lucha aplicados individualmente. Esto es lo que se conoce como *Wide Area Pest Management*.

Además, la elevada capacidad de adaptación y supervivencia de esta plaga hace que sea necesario utilizar una amplia gama de métodos de lucha para combatirla, aplicando cada uno de ellos en las circunstancias en las que resulta más eficaz. Ningún método de lucha aplicado individualmente producirá un control satisfactorio de la plaga. El empleo de las distintas técnicas disponibles en las situaciones más adecuadas es lo que se conoce como Manejo Integrado de Plagas (*Integrated Pest Management*).

Todas estas características hacen de esta plaga que sea muy difícil de combatir y especialmente apropiada para aplicar la llamada Técnica del Insecto Estéril.

El proyecto

A finales del año 2004, tras haber comprobado la bondad de la técnica mediante la ejecución de varios proyectos pilotos importando moscas estériles de la planta de Mendoza (Argentina), la Conselleria de Agricultura de la Generalitat Valenciana inició la construcción de un centro de cría masiva en el término munici-



Figura 1: Adultos de *Ceratitis capitata*: macho (izquierda) y hembra (derecha). Autor: Alberto Urbaneja.



Figura 3: Bioplant de machos estériles de *Ceratitidis capitata* de la Conselleria de Agricultura de la Generalitat Valenciana.

pal de Caudete de las Fuentes, en la provincia de Valencia. (figura 3).

Actualmente, este centro produce una cantidad semanal de 450 millones de machos estériles de *Ceratitidis*.

La cepa de mosca que se produce es una cepa de sexado genético llamada Viena-8, desarrollada en los laboratorios de Seibersdorf de la AIEA que permite, gracias a dos mutaciones genéticas, la obtención de sólo machos. La liberación de sólo machos en las fincas agrícolas mejora la eficiencia de la técnica ya que evita que se produzcan cópulas entre

machos y hembras estériles que serían improductivos para el control de la población silvestre.

Las dos mutaciones que permiten la cría de sólo machos son el gen de sensibilidad a altas temperaturas (*temperature sensitive letal, tsl*) y el gen de la pupa blanca (*white pupae, wp*) muy relacionados entre sí que se expresan sólo en las hembras.

El sistema de cría masiva se basa en el mantenimiento de una colonia inicial llamada filtro en la que se comprueba la pureza de la cepa. Esta colonia debe estar limpia de

individuos que por recombinación genética hayan perdido los genes propios de la Viena 8. La colonia filtro, mediante sucesivas ampliificaciones, da lugar a las colonias de madres que finalmente originan la colonia de sólo machos que serán esterilizados y liberados en las zonas de cultivos. Los huevos de esta colonia final son incubados a una temperatura de 34°C, lo que produce la mortandad de las hembras, son sensibles a altas temperaturas.

Las distintas etapas de la cría masiva son las siguientes:

- Huevos: los huevos se incuban durante 48 horas en medio líquido oxigenado a 24°C. Posteriormente se siembran sobre bandejas con dieta para el desarrollo de las larvas.
- Larvas: las larvas de *Ceratitidis capitata* realizan su desarrollo en tres estadios (de L1 a L3 sobre una dieta artificial. La dieta larval artificial se elabora a partir de pulpa de remolacha, azúcar, levaduras, conservantes y agua.

Para conseguir una cría larval eficiente, además de la dieta larval, es de vital importancia mantener las condiciones ambientales adecuadas a cada fase del desarrollo (humedad relativa muy elevada y



Figura 4: (a) Incubación de huevos a 24°C. (b) Bandejas de desarrollo larval con dieta artificial. (c) Maduración de pupas. (d) Jaulas de oviposición de adultos.



Figura 5: Aeronave de liberación con los cartuchos llenos de adultos estériles en su interior.

temperatura decreciente conforme se desarrollan las larvas).

- Pupas: una vez las larvas completan el tercer estadio larvario, abandona la dieta en la que se ha desarrollado, desplazándose mediante saltos hasta encontrar un medio de pupación seco y húmedo (salvado de trigo). Se colectan las pupas, se criban y se llevan a las salas de maduración de pupas. Una vez completada la maduración, el día antes de la emergencia de los adultos:
 - en el caso de las pupas de la colonia de sólo machos, se tintan con fluoresceína y se preparan para la esterilización. La preparación

consiste en envasarlos en bandejas herméticas con ausencia de oxígeno (hipoxia) para ralentizar su metabolismo en el momento de la esterilización. La esterilización se realiza actualmente en las instalaciones de IonMed, mediante un acelerador de electrones. Las pupas estériles de machos de *Ceratitis* son el producto final de la Bioplinta de Cría de Caudete de las Fuentes.

- en el caso de las pupas destinadas a colonias de cría, se introducirán en las jaulas de oviposición.

- Adultos: los adultos emergidos

en las jaulas alcanzan la madurez sexual a los cinco días de edad y copulan. Las hembras ovipositan a través de la pared de tela de las jaulas. Los huevos se colectan diariamente sobre lecho de agua y se mandan a incubación para reiniciar el ciclo de cría de la siguiente generación.

Las figuras 4a a 4d resumen las distintas fases de cría.

La segunda parte del proyecto se realiza en el Centro de Evolución y Liberación de insectos, ubicado dentro de las instalaciones del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

En este centro se reciben las pupas estériles de machos de *Ceratitis*. Una vez que los machos adultos han emergido se alimentan hasta que alcanzan la madurez sexual a los tres días. A partir de ese momento están listos para ser liberados en campo. Las liberaciones se realizan sobre unas 150.000 hectáreas de frutales y cítricos desde avionetas.

Para poder manipular los insectos adultos y cargarlos en los cartuchos de liberación es necesario enfriarlos previamente a 4°C, temperatura a la cual los adultos dejan de volar.

Las avionetas realizan las liberaciones dos veces a la semana en cada zona, siguiendo unas rutas predefinidas (figura 5).

La máquina de liberación de las avionetas dispone de un software creado específicamente que permite dosificar la cantidad de adultos liberados en

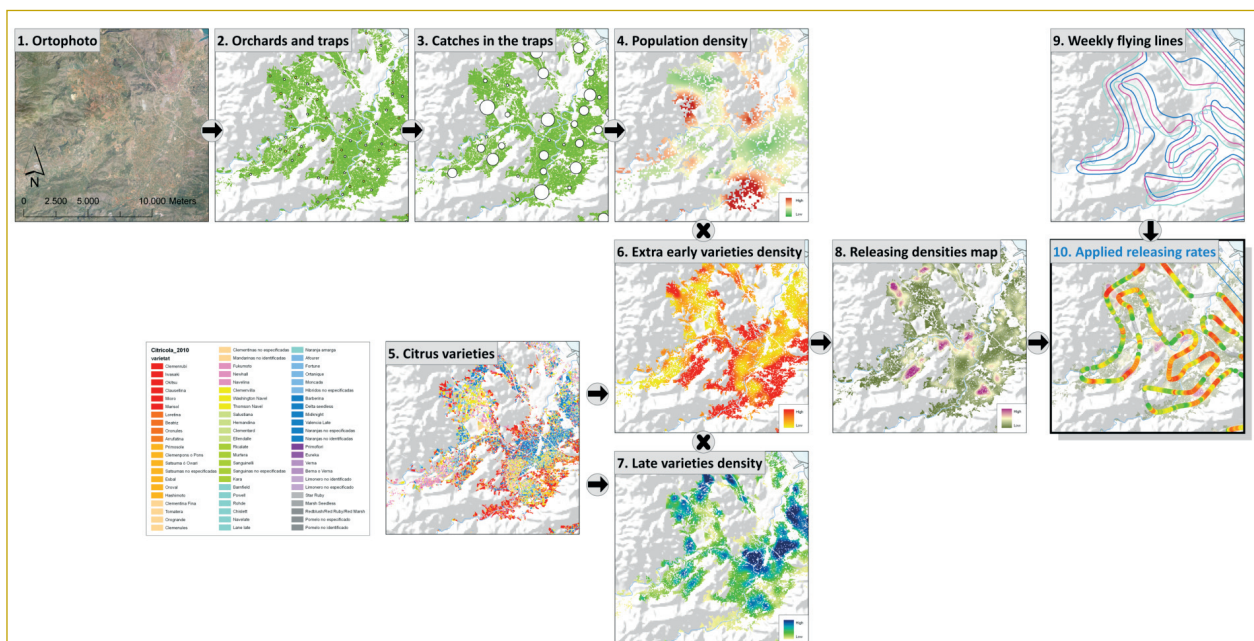


Figura 6: Rutas de liberación aérea de adultos dosificando según unas densidades de liberación predefinidas en función de los datos de población silvestre y la abundancia de variedades sensibles a la plaga.



Figura 7: Distintos ensayos de control de calidad: habilidad de vuelo, competitividad de cópula, etc.

función del área que sobrevuela en cada momento la avioneta (figura 6).

En este centro se realiza también el control de calidad del material biológico liberado. Este control de calidad incluye tests rutinarios de peso de pupa, porcentaje de emergencia de adultos, habilidad de vuelo, dosimetría biológica y competitividad de cópula (figura 7).

Finalmente, se realizan los trabajos de seguimiento de poblaciones silvestres y estériles en campo. Para

ello, se ha dispuesto una red 1800 de trampas de monitoreo distribuidas a lo largo de toda el área citrícola de la Comunidad Valenciana que se visitan semanalmente. Los insectos capturados son identificados bajo luz negra como silvestres o estériles gracias a la fluoresceína con que se tintan las pupas estériles antes de la irradiación.

Toda la información obtenida se gestiona mediante un sistema de información geográfica, que permite,

entre otras cosas, la elaboración de mapas de poblaciones semanales a partir de los cuales se determinan las densidades de liberación de insectos de la semana siguiente.

CONCLUSIÓN

Este programa de lucha contra *Ceratitis* en la Comunidad Valenciana, financiado por las administraciones de agricultura tanto autonómica como nacional y llevado a cabo por la empresa pública Tragsa, es probablemente el programa más ambicioso a nivel europeo en materia de sanidad vegetal.

Pese a su corta vida, ha permitido mejorar muy significativamente los niveles de control de la mosca de las frutas en la agricultura valenciana, reduciendo a la vez el uso de productos fitosanitarios.

Los beneficiarios del programa son en primer lugar los agricultores, que consiguen un mejor control de una plaga que está considerada una de las más dañinas para la agricultura a nivel mundial.

En segundo lugar los comercializadores y exportadores de la fruta consiguen un producto de mayor calidad que les permite acceder a mercados más exigentes y restringidos para otros países productores de fruta.

Finalmente, los consumidores pueden disfrutar de una fruta más sana y ecológica. ■

37ª Reunión Anual SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA

BURGOS, del 28 al 30 de septiembre

BURGOS
37 Reunión Anual ■ 28-30 septiembre 2011
SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA

Más información: www.reunionanualsne.es