



PROTECCIÓN VEGETAL

# Programa de control de *Ceratitis capitata* Wied. mediante suelta de machos estériles

Vicente R. Petit Rochera

ÁREA DE PROTECCIÓN DE LOS CULTIVOS



1. Preparación de bolsas de papel para contener las pupas de machos estériles y el colorante para marcarlas.

La *Ceratitis capitata* Wied., es un díptero conocido en el mundo entero con el nombre de mosca del Mediterráneo. Es una plaga polífaga, que produce daños en diversos frutos cultivados en nuestra Comunidad Valenciana, como son los cítricos, níspero, pera blanquilla, caqui, albaricoque, melocotón, uva e higos, y a especies no cultivadas como es el higo chumbo. Esta plaga está en todas las regiones de clima mediterráneo de nuestro planeta, por lo cual es una plaga de interés mundial por la extensión y daños que produce.

Esta plaga no es oriunda de nuestra zona, si no que proviene de la región sub-sahariana de África, estando bien establecida aquí, siendo sobradamente conocida en el mundo agrícola y exportador, tanto por los daños y pérdidas que produce en las cosechas, como por los problemas que causa a la exportación de nuestras frutas, ya que su presencia en nuestro país impide que podamos exportar nuestros frutos a otras zonas exentas de esta plaga, dando pie a que nos apliquen medidas de cuarentena, que comportan gastos adicionales a la exportación y que en algunos casos actúan como barreras fitosanitarias y comerciales imposibles de superar.

Desde la introducción de la *Ceratitis* en España hasta la actualidad, esta plaga ha sido motivo de preocupación en todos los niveles, políticos, fitosanitarios, agrícolas y económicos. Se ha intentado combatirla empleando diferentes medios, realizándose campañas año tras año, lo que nos ha conducido a un sistema de control permanente por parte de la Administración y del agricultor, en el que utilizando grandes cantidades de plaguicidas, sólo se consigue mantener a la plaga por debajo de ciertos niveles, que en algunos momentos, por ejemplo, en la campaña de exportación de cítricos, son de mayor riesgo, y en donde el sector exportador para evitar problemas, tiene que extremar la vigilancia en la selección de frutas.

## MEDIOS ACTUALES DE CONTROL

El método actualmente utilizado y recomendado para controlar la plaga se basa en el hecho de satisfacer en sus necesidades de proteína a las hembras de *ceratitidis*, sustancia de la

que tienen que aprovisionarse necesariamente para la producción de óvulos, que fecundados por los machos, depositarán dentro de los frutos al realizar la puesta. Las hembras en el campo, encuentran el aprovisionamiento de la proteína necesaria en su entorno natural.

Para controlar la plaga, se aprovecha esta circunstancia, añadiendo en la naturaleza una cantidad adicional de proteína, mediante pulverización, que actúa de atrayente alimenticio, añadiendo, al mismo tiempo junto a la proteína, un insecticida fosforado para envenenarla y así controlar a las hembras que son las causantes del daño al inocular con el oviscapto, produciendo la "picada", el paquete de huevos en el interior de los frutos. Eliminando a las hembras, se consigue rebajar los daños en los frutos y reducir la población de la plaga. Éste es el método que se aconseja que realice el agricultor en su explotación y el mismo con el que se le ayuda por parte de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, realizando la aplicación aérea y terrestre de este tratamiento cebo.

Repetiendo estos tratamientos, pretendemos luchar contra la plaga. En esta contienda, nadie ha ganado la guerra todavía, ni la plaga, ni el agricultor, aunque ambos han ganado alguna que otra batalla parcial, pero los ataques de la plaga continúan.

#### UN MÉTODO QUE PUEDE SER MUY ÚTIL

El agricultor, empleando los métodos tradicionales, está utilizando una estrategia reactiva (defensiva), en la que se actúa a corto plazo, en la que cada agricultor toma la decisión de aplicar de nuevo y repetidamente, en unos días, el insecticida para controlar la plaga, con independencia de lo que haga su vecino. Se actúa en una parcela reducida y con una baja tecnología. Esta forma de proceder tiene como resultado una gran variabilidad en la eficacia del control de la plaga.

Se trataría, pues, de cambiar de estrategia y actuar de forma proactiva (ofensiva) para controlar la plaga, nunca de forma individualizada, sino planificada en un marco muy amplio que involucre a todos, tanto agricultores como exportadores, bajo una organización única que planifica la estrategia y lleva a cabo su ejecución a largo plazo, empleando alta tecnología que reduzca los costes, los problemas ambientales y aumente la eficacia del control de la plaga.

El método no es nuevo ni teórico, sino conocido y con experiencia acumulada e innovaciones tecnológicas constantes, que se aplica en el control programado de poblaciones de plagas y enfermedades humanas, animales y vegetales en áreas o zonas muy extensas definidas previamente y en las que se actúa constantemente para reducir la población del insecto que se desea controlar, a unos niveles que no produzcan daños humanos, económicos y ambientales.

Se le **denomina "control integrado de plagas en una zona extensa**



2. Preparación del colorante para el marcado y feromonas de atracción de machos estériles.

**mediante la técnica de suelta de machos estériles".** Consiste básicamente, en soltar en una amplia zona, durante cierto tiempo, machos cuyo semen es estéril y que al fecundar a las hembras de la población del campo, que constituye la plaga, éstas al poner huevos infértiles, no son viables y por tanto, de ellos, no nacerán nuevas larvas del insecto, consiguiendo, la población de la plaga disminuirá. Repitiendo constantemente estas sueltas de machos estériles, se llega a disminuir la plaga hasta los niveles deseados.

Es necesario saber que en este tipo de programas, el fracaso está asegurado cuando no se tiene involucrado en él a todo tipo de personal que tenga algo que ver con la ejecución del mismo, como son: los productores, vendedores, exportadores, personal de investigación científica, de protección vegetal, de transferencia tecnológica, medio ambiente, economistas, sindicatos agrarios y partidos políticos. Todos deben dar su apoyo para dar estabilidad y continuación al programa de control, cubriendo con todo detalle los siguientes aspectos: apoyo

de los productores, medidas legislativas, organización operativa y tecnología a emplear.

Parece difícil ponerse todos de acuerdo y tener todo el mundo la voluntad de poner esta técnica en marcha. Esta tecnología está actualmente utilizándose contra *ceratitis* en Florida, California, Méjico, Guatemala, Portugal, Argentina, Chile, Hawaii, Sudáfrica, e Israel y Jordania. Otros países están ejecutando programas similares contra otras plagas humanas, agrícolas, ganaderas y forestales, erradicando incluso, enfermedades transmitidas por insectos.

Los requerimientos necesarios para llevar a cabo con éxito el programa son:

- Utilizar sólo métodos previamente ensayados y reconocidos de control.
- La investigación científica se lleva a parte de la ejecución del programa.
- Asumir previamente la voluntad, continuidad y control político de su ejecución, y
- Establecer una organización independiente y de continuidad que desarrolle el programa.

## MEDIDAS PREVIAS AL ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA

Definida la necesidad de actuar en el control de la *ceratitis*, es indispensable tener la voluntad y los medios de que se va a ejecutar completamente el programa en una zona extensa y continua y que se va a llevar a cabo durante varios años. La zona se subdivide para varios años de actuación constante, sin dejar zonas intermedias sin intervenir. Además de la zona de actuación hay que prevenir una zona periférica que actúa de colchón amortiguador o de protección y en la que también se interviene pero de distinta manera que en la principal.

Es necesario solicitar la colaboración de todos los agricultores. Para ello, deben estar informados de lo que se debe hacer y tener confirmado su



3. Contenedores para la emergencia de adultos. La ventana de la tapa contiene la placa de agar con la dieta alimenticia. Los ventiladores homogeneizan el ambiente en la sala de emergencia.

consentimiento y colaboración. Al mismo tiempo debe informarse al resto de la población de la zona para que faciliten la entrada a los huertos, jardines o lugares en donde exista algún árbol cuyos frutos sean susceptibles al ataque de la plaga, para poder tomar las medidas adecuadas y poder efectuar su control.

Además del conocimiento previo que se tiene sobre la *ceratitis*, antes de poner en funcionamiento el programa de suelta de machos estériles, hay que realizar una serie de investigaciones o pruebas para asegurar su

éxito. Una de ellas es la que se denomina compatibilidad en el apareamiento, consistente en tener la certeza de que la cepa de moscas macho que se pretende soltar, va a aparearse con la cepa de hembras de *ceratitis* que tenemos en la zona, para que tengan las mismas posibilidades de apareamiento que los machos de la población de la zona de control; pues podría ocurrir que los machos estériles que vayamos a utilizar, fueran rechazados por las hembras de la zona y no se produjeran apareamientos. Este dato es esencial para saber de donde nos vamos a aprovisionar de machos estériles. Hay que ensayar, antes de comenzar, todos los posibles abastecimientos.

Otras investigaciones que se deben de llevar a cabo con el fin de suplir la falta de información es el investigar

sobre feromonas atrayentes de hembras de *ceratitis*, feromonas específicas más eficientes en la atracción de machos, métodos de reconocimiento fácil de machos estériles en campo, métodos de prevención de resistencias, parasitoides de la zona.... Estas investigaciones deben de ser llevadas a cabo por departamentos científicos que asesoran en la ejecución del programa y no están involucrados en la ejecución del mismo, pero adaptan sus investigaciones a las condiciones específicas de nuestra zona.

Es evidente que para llevar a cabo

con éxito el programa de control de la plaga, se va a manejar muchísima información correlacionada, para poder tomar las decisiones adecuadas. Se emplea para ello una herramienta informática de apoyo, en la que se incluye el GIS (Geographical Information System). Esta tecnología nos permitirá comprender los hechos que ocurren en un lugar determinado utilizando imágenes digitalizadas en un ordenador, en la que en todos los datos del lugar se almacenan punto por punto a través de un sistema de coordenadas predefinido. Es una herramienta de eficacia importante para la Administración e Inspección del programa, para su análisis, para su interpretación, para el diagnóstico, para la planificación, para la ejecución y para el control.

Mediante el sistema GIS se almacena la información cartográfica, climatológica, parcelaria con especies y variedades de las zonas agrícolas, urbanas y forestales, árboles diseminados, vertederos de fruta, la red de trapeo, tipos de trampas, índices de capturas, muestreos de frutos dañados, tratamientos cebo terrestres y aéreos, otros tratamientos de plagas y del cultivo, fechas, sueltas y recapturas de machos estériles, que nos permitirá conocer su proporción, dispersión, distribución y apareamiento. Hay que generar programas rutina que estén ligados a las diferentes bases de datos que ya se tenían de antemano y poder introducir nuevas. El conocimiento del modelo poblacional de la *ceratitis* en la zona es imprescindible para poder actuar. Mediante la información almacenada, podremos confirmar si la ejecución del programa es efectiva o no, y al mismo tiempo dar respuesta a los gastos que ocasiona el programa de control de la *ceratitis* y proporcionar información imprescindible a todos los que contribuyen o están involucrados en el programa.



4. Interior del contenedor con seis bolsas con emergencia de machos estériles

## CONTROL DE CALIDAD

Estudiado lo anterior y decidida la cepa de machos estériles se va a soltar en la zona, hay que fijar el momento preciso de realizar las sueltas. Para ello, se viene estimando con precisión la población de *ceratitis* mediante seguimientos con trampas de captura que poseemos en la zona. Sabremos en cada momento, si la población de la plaga es alta o baja. El momento adecuado para empezar la suelta es cuando la población es muy baja, lo que puede ocurrir de forma natural o bien actuando sobre ella llevándola a niveles lo más bajos posibles, mediante tratamientos cebo de forma masiva, tanto terrestres como aéreos. También, al mismo tiempo, se efectúan capturas masivas con mosqueros, con el fin de contribuir reducir su población. Conocida la población, se calcula la cantidad de machos estériles que hay que soltar semanalmente. Aproximadamente se utiliza la relación de 1:80, esto es, por cada macho de la población natural en el campo, se sueltan 80 machos estériles. Cuanta menos población natural de *ceratitis* tengamos en el campo, menos machos estériles vamos a soltar, con lo cual se abarata también el tratamiento, puesto que se están cal-

culando como cifras orientativas, sueltas de machos estériles, del orden de unos 15 millones por semana para cubrir 10 mil hectáreas.

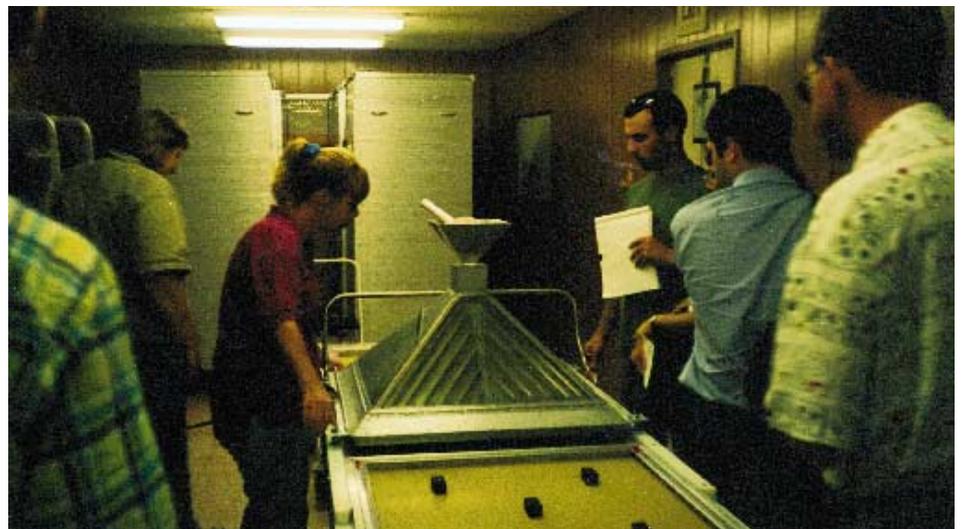
Puede plantearse la cuestión de poder producir aquí la cepa de machos estériles a soltar. Actualmente es mucho más fácil y económico comprarlas a las fábricas productoras, siempre que cumplan el requisito, ya apuntado previamente, de su compatibilidad en el apareamiento y la del contrato previo de suministro constante en cuanto a cantidad y calidad.

La esterilidad en los machos se puede conseguir actualmente de varias formas. La más utilizada es sometiendo a las pupas macho a una

fuente radiactiva de **rayos gamma**, con una radiación que solo daña el disco imaginal de las *pupas*, que luego en el desarrollo del mismo, dará lugar a la producción de las espermátidas que dan lugar a la formación de los espermatozoides. Comprobando los cromosomas de estos gametos masculinos, se observan las distintas aberraciones cromosómicas que hacen imposible el apareamiento de los cromosomas homólogos en la *meiosis*, con lo cual el semen de los machos es infértil y aunque después, se produzca el apareamiento con hembras normales, su descendencia es inviable. El procedimiento de esterilización de machos se realiza en las fábricas de producción.

A pesar del control de calidad que se lleva a cabo en las fábricas, sobre la separación de pupas hembra y de pupas macho para ser esterilizadas, se comprueba la certeza de que las pupas macho adquiridas están irradiadas, también se tiene que comprobar por el comprador, antes de soltar los machos, si cumplen estas primeras condiciones, (de que sean machos y de que estén irradiados) si no se devuelven y no se pagan al vendedor.

Al mismo tiempo, también se comprueban otros parámetros de calidad que deben de cumplir necesariamente



5. Nuevo sistema que evita las bolsas de papel. Las pupas se distribuyen en los bordes de las bandejas planas que se apilan (al fondo) y se incuban para la emergencia de los adultos.

los machos estériles adquiridos. La producción masiva de insectos y la irradiación comporta una manipulación a escala industrial de millones de individuos. Cruzamientos, dietas alimenticias, sometimiento a temperaturas diferentes en su desarrollo, trasiego de huevos y pupas, degeneración de la cepa manipulada, fallos humanos y del equipamiento, etc. Todo ello, en conjunto, hay que considerarlo y evaluarlo para conocer, si las pupas que nos proporcionan tienen el peso adecuado, pues es importante saber si nos dan el número de individuos que compramos y vamos a soltar, ya que éstos no se pueden contar uno a uno, pues se trabaja con millones de insectos, y éstos se calculan por el peso específico en varias muestras para saber su número total.

Para el viaje desde la fábrica al centro de control de sueltas, los machos estériles viajan en contenedores ac-



matados en estado de pupa. En el centro de recepción, se les hace emerger al estado de adulto. Todas las pupas recibidas no emergen, pues hay un porcentaje de mortalidad o de pupas muertas, que habrá que descontar. También hay que conocer estos datos, así como el tiempo de vida de los adultos.

Así mismo, debido a las manipulaciones, los machos estériles pueden haber perdido su capacidad de vuelo, lo cual dificultaría su dispersión. Por tanto, es importante realizar el control de calidad de su habilidad o aptitud de vuelo. Finalmente debemos conocer su competitividad frente a



6. Parte de la máquina de enfriamiento de adultos de machos estériles.

los machos de la población natural de la zona, que debe ser por lo menos igual, ya que de lo contrario estaríamos soltando machos estériles, que nunca conseguirían copular con las hembras naturales de la zona, ganándose la vez la población natural, con lo que fracasaríamos en este sistema de control. Todas estas pruebas de control de calidad deben realizarse constantemente, cada vez que se reciben partidas de machos estériles para soltar, ya que la cepa utilizada puede degenerar durante el programa y no ser útil en el control de la técnica que estamos empleando.

#### CENTRO DE RECEPCIÓN

El personal del centro es el responsable de recibir e incubar las pupas de machos vivos y esterilizados procedentes de la fábrica, hasta convertirse en individuos adultos para luego proceder a su liberación masiva en el campo.

Las pupas procedentes de las fábricas son empaquetadas y envasadas en bolsas de plástico (tipo salchicha) hasta alcanzar la *hipoxia* y posteriormente ser irradiadas. Cada bolsa contiene una etiqueta dosimétrica que nos indica si la bolsa ha sido irradiada adecuadamente. Si lo ha sido, la etiqueta aparece negra, en caso negativo aparece la negación "NO" de

color rojo en la parte central de la etiqueta y en la primera inspección en el centro de recepción, estas bolsas se retiran quedando prohibido abrirlas junto con aquellas que puedan aparecer dudosas, siendo todas ellas destruidas por medio de congelación durante varios días. Congelada la bolsa se introduce en una segunda bolsa de plástico con cierre hermético al vacío y se desecha.

En las fábricas, las pupas, tras ser irradiadas y también inspeccionadas, se enfrían y están listas para ser envasadas en cajas de cartón para su transporte. En cada caja se transporta unos 2 millones de pupas, que van acondicionadas con hielo-seco, que mantiene a las pupas frías para su transporte aéreo al centro de recepción. A su llegada al centro de recepción, también se comprueba la temperatura al azar de las bolsas de plástico, que debe estar su promedio de lecturas dentro de un rango (15,5-21°C). Toda información sobre el envío siempre se anota para su identificación, reclamaciones, manejo y posterior subdivisión.

Tras los dos controles descritos, se procede a abrir las bolsas de plástico y vaciar las pupas en cubetas de cartón, cada bolsa en una cubeta, con el fin de evitar daños en las pupas. Terminado el proceso, se procede a la toma de muestra; se toma una pequeña cantidad de pupas de cada cubeta y en bolsas de papel se llevan a parte, pasándolas al personal encargado de realizar las pruebas de calidad anteriormente descritas. De las cubetas de papel y tan pronto como sea posible, las pupas se pasan a bolsas de papel de 25 x 25 cm, a las que se les ha practicado en los lados, un corte de arriba hacia la base, de unos 8 cm para facilitar la salida de adultos. En cada bolsa se coloca una cucharada de pupas, que representa unas 6.700 pupas, que se cuentan por el volumen de la cuchara fabricada a propósito (110 ml). El manejo de las pupas

requiere un tratamiento delicado, puesto que todos los insectos vivos son frágiles.

Las bolsas se cierran por arriba y se grapán a 3 cm de ambos lados y a 2 cm de arriba. Estas bolsas se colocarán luego en contenedores de cría para la producción de adultos. Esta técnica de las bolsas de papel se utiliza por tres motivos. Las bolsas mantienen a las pupas juntas y ayudan a asegurar que los adultos emergentes se tinen el cuerpo. Las pupas de machos estériles se marcan para poder ser identificados luego de la suelta, cuando son recapturados en el campo. Uno de los marcados que se utiliza es el empleo de tintes en polvo en el estado de pupa, otros marcadores también se emplean en la dieta de los adultos. Algunas de las sustancias que se emplean en el marcado, dan fluorescencia con la luz ultravioleta.

También las bolsas mediante esta técnica, permite a los adultos sanos salir, mientras que los puparios y adultos con defectos, se quedan en el interior de la bolsa y no ensucian ni estorban. Las bolsas de papel también proporcionan al adulto una superficie adecuada para secar sus alas.

Las bolsas de papel se colocan en los contenedores de cría para la producción de adultos. Las dimensiones del interior de estos contenedores es de 45 cm de largo x 50 cm ancho x 33 cm de alto, colocando solamente 6 bolsas por contenedor lo suficientemente holgadas, con lo que se obtendrán unos 40.000 machos adultos por contenedor. El contenedor está provisto de tapa. Tanto la tapa como los dos lados mayores del mismo, poseen unas ventanas rectangulares recubiertas de malla de nylon, Estas ventanas sirven para poder controlar el interior de los contenedores y facilitar su aireación. Sobre la ventana de la tapa se coloca una placa de agar especialmente preparado, que contiene la dieta alimenticia para cuando emerjan los adultos. Los contenedores se

apilan uno sobre otro, colocando sólo 6 contenedores por pila y sujetándolos adecuadamente para que la pila no vuelque.

Los contenedores se disponen en pilas ordenadamente en la sala de incubación, dejando el espacio suficiente para poder controlar el estado de los mismos, y la de la placa de agar, con espacios para la instalación adecuada de ventiladores que facilitan y homogeneizan la circulación del aire. A mayor espacio, mejor calidad de moscas. Las pupas se incuban a 25,5°C durante cuatro días manteniendo la humedad relativa alta. Al emerger los adultos estos se alimentarán de la placa de agar colocada en la parte externa de la ventana superior. La inspección, vigilancia y control de esta sala es muy importante, tanto de las condiciones ambientales como de la fabricación y condiciones de la dieta alimenticia, la cual necesita de unas atenciones especiales y así como de la sujeción de los contenedores en las pilas con el fin de evitar derrumbes.

El mantenimiento de todas estas instalaciones requiere una atención especial. Es fundamental la limpieza y desinfección con lejía de todos los aparatos de aire acondicionado para evitar infecciones no deseadas por bacterias, así como el baldeo de toda la instalación, los cambios de los filtros de aire, lavado de los contenedores, etc., pues cualquier fallo no previsto, cuando esté en marcha la ejecución del



programa de suelta de machos estériles, acarrearía consecuencias graves que podrían paralizarlo.

Pasados los cuatro días en la cámara de emergencia de adultos, los machos estériles emergidos, se deben preparar adecuadamente para ser transportados y soltados en la zona de tratamiento. Manejar millones de moscas vivas sin dañarlas no es tarea fácil. Para ello, se puede utilizar varias técnicas distintas, pero todas basadas en el mismo principio, que consiste en aletargar a las moscas mediante frío. La temperatura a la que se trabaja en la unidad de enfriamiento es de 3,3°C, que debe enfriarse antes de comenzar el trabajo. Previamente se refrigeran los contenedores de transporte de pupas que se van a emplear. Por otra parte, se enfriarán las moscas en la unidad de refrigeración. Esta operación es complicada por la rapidez con la cual hay que operar. Actualmente se están poniendo en marcha otros sistemas operativos más mecanizados que resuelven efi-



7. Tipo de aeronave que se utiliza para la suelta de machos estériles.

cazmente todo este problema, sin necesidad de trabajar con las bolsas de papel que hay que vaciar y luego destruir, ocupando demasiado espacio, al mismo tiempo que se aletarga a las moscas y se las distribuye en bandejas especiales para realizar la suelta en la zona por medios aéreos y con espacios muy limitados en las aeronaves.

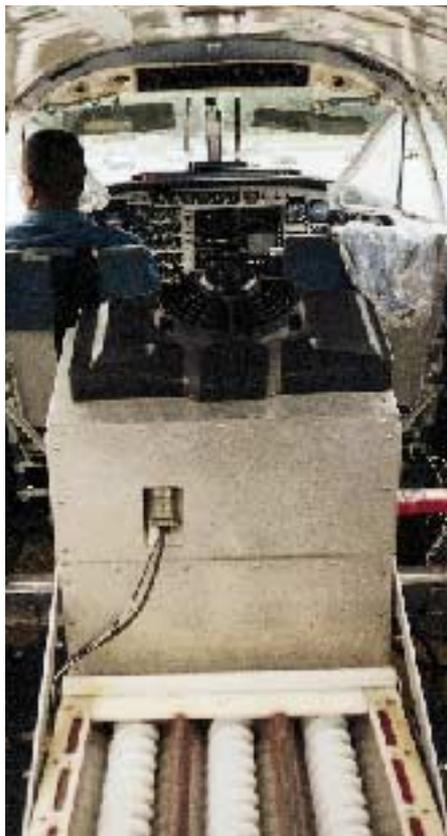
### OPERACIÓN DE SUELTA AÉREA

Conocida la zona donde se va a realizar la suelta de machos estériles, se determina la cantidad de ellos que se debe aportar para que se cubra homogéneamente el área y las moscas se distribuyan con la probabilidad de que se van a aparear con las hembras de *ceratitis* de la zona, teniendo en cuenta la altura de vuelo, la velocidad de la aeronave, condiciones atmosféricas, flujo de machos que proporciona el sistema de liberación... Los vuelos de suelta se programan con anterioridad y los datos del vuelo se graban desde la aeronave empleando cualquiera de los tipos de software de enlace como, AGNAV, PATHLINK, WAG, SATLOCK..., lo que nos permite correlacionar las incidencias del vuelo con las coordenadas topográficas de navegación de la aeronave mediante la utilización del GPS. Mediante estas técnicas se asegura que se están haciendo las sueltas correctamente.

Las aeronaves que se utilizan en este tipo de trabajo son bimotores gemelos de hélices, con capacidad suficiente para transportar al piloto, al técnico de vuelo y todo el equipamiento para soltar a las moscas. El contenedor enfriado con los machos estériles se coloca encajado con la máquina que efectúa la suelta, pues ésta tiene una unidad de enfriamiento que mantiene a las moscas aletargadas hasta que se realiza la suelta.

La máquina que realiza la suelta consta de 5 componentes esenciales que deben ser controlados, calibrados

y con un mantenimiento esmerado, pues una vez puesta en funcionamiento sobre la aeronave, cualquier fallo difícilmente va a poder ser subsanado, con lo cual, la carga de machos estériles a soltar puede estropearse. El compresor es uno de ellos. Esta caja no



8. Interior de la aeronave con la máquina de suelta de adultos de machos estériles sobre la que se coloca el contenedor con las moscas.

solo contiene la unidad refrigerante para enfriar las moscas, sino tiene cuatro potentes botones de potenciómetro que pueden ser programados para los diferentes promedios de liberación o suelta de moscas. Otros componentes de la máquina son, los tornillos sinfín, el control panel/motor y el tubo y compuerta de liberación.

Se controla todo este sistema mediante un sistema de software antes indicado que correlaciona los datos de navegación (GPS) de la aeronave con el funcionamiento de la máquina de suelta de las moscas, anotando automáticamente, como en un cuaderno de bitácora, todas las inci-

dencias y funcionamiento del vuelo, que revisado inmediatamente después, nos indicará la fiabilidad del trabajo realizado.

### CONTROLES DE CAMPO

Tras haber efectuado las sueltas de machos estériles de *ceratitis* hay que comprobar que éstos están vivos tras el lanzamiento, estimar su población con respecto a los machos del campo, que se dispersan homogéneamente en la zona de suelta y que se aparean con las hembras de la zona. Para ello se dispone de una red de trampeo para su recaptura. Tras su identificación por el marcado que llevan, se realizan las comprobaciones señaladas, además se comprueba también, que las hembras de la población del campo capturadas han sido cubiertas por estos machos, realizando su disección buscando el semen de los machos estériles en la vesícula seminal de las hembras y comprobando que dicho semen es estéril porque presenta aberraciones cromosómicas que impedirán el acoplamiento de los cromosomas homólogos de los gametos masculinos y femeninos que constituirán el huevo, el cual será infértil.

Siguiendo este procedimiento de captura de *ceratitis* mediante la red de trampeo, también se controla el descenso de la población de la plaga, en los puntos que se produce y en dónde hay que tomar medidas adecuadas.

Podría preocupar al agricultor la cuestión de si va a interferir con el programa de machos estériles, si continúa por su cuenta realizando tratamientos plaguicidas contra esta plaga o contra otras que tiene en su finca. La respuesta es que dichos tratamientos con plaguicidas actuarían a favor del programa, o sea, es aconsejable y necesario que continúen controlando la plaga de *ceratitis* y las otras plagas también mientras se realizan las sueltas de machos estériles.

## ÁREA PROTEGIDA

Conseguido el objetivo de rebajar con éxito al nivel deseado la plaga de *ceratitis*, hay que explotar el éxito y tener el reconocimiento oficial de que la zona está libre de la plaga. Esto hay que conseguirlo a todos los niveles para que no resurja la plaga y vender caro el esfuerzo realizado a los que compran nuestras frutas y tener la posibilidad de abrir nuevos mercados cuando interese. Pero hay que mantener la plaga a raya, mediante controles de trampeo para saber en cada momento donde estamos o si hay que actuar puntualmente. No se debe olvidar la vigilancia y/o control posterior.

Según el Glosario de Términos Fitosanitarios, ISPM / NIMP /NIMF, Pub. No 5 de octubre de 1999 **Área de escasa prevalencia de plagas** es "un **área** designada por las autoridades competentes, que puede abarcar la totalidad de un país, parte de un país o la totalidad o partes de varios países, en la que una determinada plaga se encuentra en escaso grado y que está sujeta a medidas efectivas de **vigilancia, control o erradicación** de la misma". [CIPF, 1997]. **Área** es "un país determinado, parte de un país, países completos o partes de diversos países, que se han definido oficialmente". [FAO, 1990, revisado FAO 1995; CEMF, 1999; definición basada en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial de Comercio]. **Vigilancia** es "Un proceso **oficial** mediante el cual se recoge y se registra información a partir de **encuestas, verificación** u otros procedimientos relacionados con la **presencia** o ausencia de una **plaga**" [CEMF, 1996].

**Control de una plaga** es "Supresión, contención o erradicación de una población de plagas" [FAO, 1995]. **Supresión** es "aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un

**área** infestada para reducir poblaciones de plagas" [FAO, 1995, revisado CEMF 1999]. **Contención** es "aplicación de **medidas fitosanitarias** dentro y alrededor de un **área** infestada, para prevenir la **diseminación de una plaga**" [FAO, 1995]. **Erradicación** es "Aplicación de **medidas fitosanitarias** para eliminar una **plaga de un área**" [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; anteriormente **Erradicar**].

Se han citado una serie de definiciones que armonizan las medidas fitosanitarias a nivel internacional. Estas medidas tienen el propósito de facilitar el comercio y evitar el uso de medidas injustificadas que obstaculizan el comercio. Las normas internacionales para medidas fitosanitarias son elaboradas por la Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria como parte del programa mundial de políticas y asistencia técnica en materia de cuarentena que lleva a cabo la



9. Detalle de la máquina de suelta mostrando los tornillos sinfín para el arrastre de las moscas y las ranuras laterales por donde circula el aire enfriado para mantenerlas aletargadas

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, por tanto, si en un área o zona se decide o se realiza un programa de control de una plaga, como es la *ceratitis*, en la que evidentemente se tiene un interés internacional en su control, se tendrá que dar cuenta de forma transparente de todo lo realizado, para que el organismo competente de fe y certifique, que la zona tratada proporciona unas garantías fitosanitarias y de comercio que facilitan a sus productos agrícolas la circulación mundial sin barreras.

## CONCLUSIONES

El control integrado de la *Ceratitidis* en una zona extensa mediante la técnica de suelta de machos estériles:

- \* **Proporciona un método que tiene eficacia probada, ahorro de costes y respeto al medio ambiente.**
- \* **Control de la plaga a largo plazo.**
- \* **Ofrece una excelente oportunidad para trabajar y utilizar alta tecnología.**
- \* **Es una estrategia ofensiva y no defensiva.**
- \* **Normalmente requiere de una organización operativa independiente, e**
- \* **Inicialmente el método es selectivo, actuando sobre una sola especie, pero por extensión se amplía a la protección integrada de cultivos.**