

La lucha integrada contra las plagas

EL término de «lucha integrada», creado por los entomólogos de California para designar la armonización de la lucha química y de la lucha biológica, ha sido adoptado por las organizaciones internacionales y esparcido por el mundo entero. Con esta difusión el sentido de la expresión se ha modificado progresivamente. La última definición, dada por los expertos de la FAO al final de su segunda sesión de Roma de 1968, es la siguiente:

«Sistemas de regulación de las poblaciones de plagas que, teniendo en cuenta el medio particular y la dinámica de las poblaciones de las especies consideradas, utiliza todas las técnicas y métodos apropiados de manera tan compatible como sea posible, y mantiene la población de plagas a niveles en que no causen daños económicos.»

Conviene subrayar la amplitud de la definición, puesto que tiene en cuenta todos los factores del ambiente capaces de actuar sobre el nivel de la población de las plagas. También conviene notar la insistencia que se ha puesto en la noción del umbral de perjuicios económicos. Es preciso darse cuenta de que los problemas suscitados por la integración son muy complejos, y que no se trata de una simple yuxtaposición de lo que ya existía. La lucha integrada es, pues, un método ambicioso y difícil y podemos preguntarnos las razones por las cuales se persigue con tanta insistencia su desarrollo en plan mundial.

LAS RAZONES DE LA LUCHA INTEGRADA

La aparición de los insecticidas orgánicos de síntesis ha constituido una verdadera revolución en la defensa de los cultivos y se ha podido pensar durante algunos años que el problema estaba resuelto definitivamente.

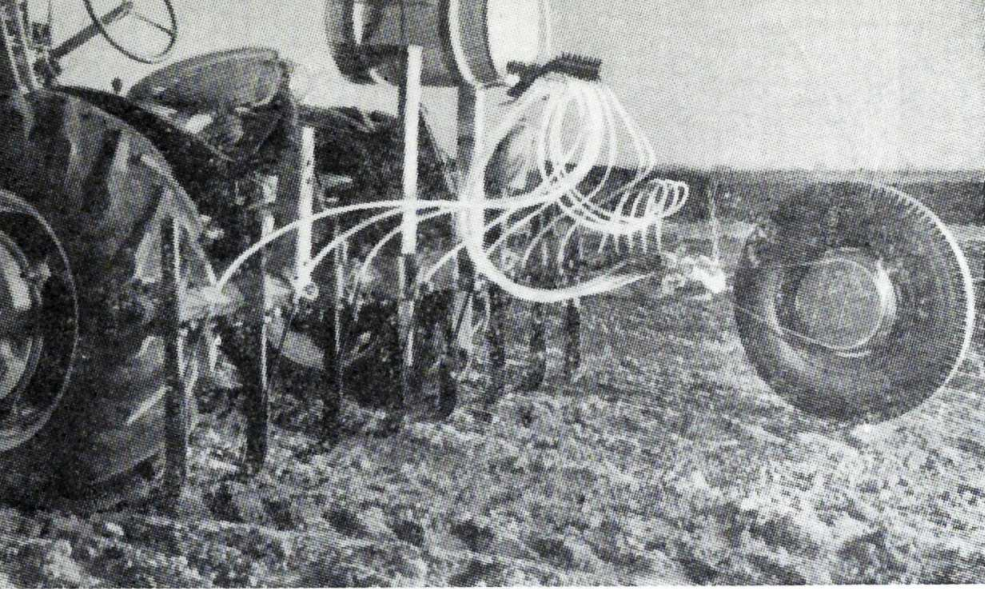
En efecto, la industria ponía a disposición del agricultor sustancias de fácil utilización, capaces de destruir todas las especies dañinas conocidas, y ello en condiciones económica-

mente satisfactorias. Las cualidades más apreciadas de estos pesticidas eran su polivalencia y su persistencia, aunque siempre se dedicó una atención especial a los riesgos de toxicidad para el hombre y los animales domésticos, y cada país promulgó una legislación especial para asegurar la protección del utilizador y del consumidor de los productos agrícolas.

En estas condiciones, y al menos en las regiones desarrolladas del mundo, raramente han tenido lugar consecuencias dramáticas debidas a la toxicidad directa de los pesticidas. Los inconvenientes solamente han aparecido cuando se han estudiado consecuencias de su utilización sobre el medio natural en su conjunto.

Un ecosistema, por simple que sea en apariencia, incluye siempre un conjunto de especies vegetales y animales que dependen unas de otras en un juego completo de interacciones. En un momento dado, el nivel de la población de cada una de estas especies depende del equilibrio que se establece entre todos los organismos bajo la acción de los factores climáticos y que es imposible tocar un factor sin modificar los restantes. Este equilibrio natural es, evidentemente, muy diferente del que puede existir en la naturaleza antes de la intervención del hombre y al cual nos es imposible volver en las zonas cultivadas, pero condiciona muy ampliamente el desarrollo de las plagas y el hecho de que una especie dada sea perjudicial o no para la producción.

Como consecuencia de su polivalencia, muy amplia, pero no absoluta, los pesticidas destruyen no solamente los organismos contra los cuales se les emplea, sino también muchos otros, lo que puede modificar considerablemente la situación existente incluso de una manera totalmente imprevisible. Así sucede que especies hasta ahora indiferentes se vuelven dañinas como consecuencia de los tratamientos químicos, sea por el hecho de la desaparición de sus enemigos naturales, sea porque los productos utilizados tienen una acción favorable en su desarrollo, bien sea directamente, bien



inyector para fumigación del suelo.

sea indirectamente por medio de la planta huésped. El caso más conocido es el de los ácaros, pero hay muchos otros que han obligado a desarrollar sustancias tóxicas particulares destinadas a combatir estas nuevas plagas.

Este hecho, junto con la necesidad de luchar contra las razas persistentes aparecidas en numerosos casos, conduce a la multiplicación de los tipos de pesticidas y al aumento de las cantidades empleadas. Sin embargo, estos inconvenientes ecológicos de los pesticidas, aunque señalados desde hace mucho tiempo por los biólogos, no han reducido notablemente la confianza que tenían en ellos los agricultores. Por el contrario, hasta estos últimos años se ha desarrollado la tendencia a los tratamientos sistemáticos de seguridad. El límite de las posibilidades de este tipo de actuación aparece cuando los gastos que se hacen para proteger los cultivos son superiores al valor de la cosecha. Este punto extremo se ha alcanzado ya en el cultivo del algodón en muchos países de América Central, donde esta producción no será rentable si no se modifican en el futuro las prácticas fitosanitarias.

En nuestras regiones todavía no estamos en esta situación, pero teniendo en cuenta la superproducción agrícola de los países de la Europa Occidental, es preciso reconsiderar seriamente el coste de los tratamientos y es probable que muchos cultivos no podrán soportar económicamente los tratamientos fitosanitarios que se les aplica en la actualidad.

En el futuro asistiremos a una modificación de los sistemas de cultivo, a una remodelación del paisaje agrícola y a una reorganización de las explotaciones con el fin de tener un mejor rendimiento económico; los costes de las aplicaciones de los pesticidas deberán estudiarse dentro de esta nueva manera de enfocar las cosas.

Otro aspecto de la acción de los pesticidas que ha llamado cada vez más la atención es su acumulación progresiva en los seres vivos. En efecto, tras la realización de un tratamiento, los productos tóxicos empleados son absorbidos por numerosos organismos; éstos, a su vez, son consumidos por otros, y a medida que se remonta la cadena alimenticia, se observa una concentración creciente del producto. Los investigadores de California han encontrado ejemplos espectaculares y citan principalmente el caso de ecosistemas acuáticos, en los que, para una concentración de tóxicos en el agua de 0,02 ppm., se encontraron cantidades de 10 ppm. en el placton, 903 ppm. en la grasa de los peces que se nutren del plancton, 2.690 ppm. en los peces carnívoros y 2.134 ppm. en la grasa de los pájaros que se alimentan de peces. Esto representa un grave riesgo para los animales que están colocados al extremo de la cadena alimenticia y, principalmente, para el hombre. Este fenómeno se está estudiando activamente por numerosos investigadores, particularmente en los Estados Unidos, y los toxicólogos han insistido en todos los países sobre los peligros de esta contaminación que, en la actualidad, ha alcanzado a la mayor parte de los animales superiores sobre una gran parte del mundo.

La primera consecuencia de las preocupaciones de los toxicólogos ha sido la adopción de una legislación nueva basada en la limitación de los residuos de pesticidas en los productos agrarios. De ahora en adelante estos productos no podrán ser comercializados y destinados al consumidor más que si se comprueba que no contienen productos tóxicos en cantidades superiores a una determinada concentración límite; en muchos casos esta tolerancia es muy baja e incluso nula en la reglamentación que se ha hecho en algunos países.

Aparece así un factor particularmente importante que obliga a reconsiderar totalmente la práctica de los tratamientos fitosanitarios. Un error en este aspecto puede dar lugar a la imposibilidad de vender la producción, mientras que hasta ahora el agricultor solamente estaba obligado a no sobrepasar cierta fecha límite del tratamiento, fijada en función del momento de la recolección.

En definitiva, para responder a toda una serie de exigencias, es indispensable establecer la práctica de la lucha fitosanitaria sobre bases racionales. Esto es la lucha integrada.

DESARROLLO DE LA LUCHA INTEGRADA

El primer principio básico de los métodos de la lucha integrada consiste en tener en cuenta el conjunto ecológico para sacar el mejor partido de todos los posibles factores que contribuyen a la mortalidad o a la reducción de la población de las plagas.

La primera necesidad es, por tanto, el perfecto conocimiento de todos los aspectos de la evolución, en el espacio y en el tiempo, de las poblaciones de plagas. Ello permite utilizar, en el mejor momento, los medios de que podemos disponer. Los medios de lucha más importantes son todavía los productos químicos. El primer paso hacia la integración de los métodos consistirá, necesariamente, en mejorar la precisión de los tratamientos en función del organismo a combatir y de los daños que realmente causa. Esta preocupación por la oportunidad de los tratamientos no es nada nuevo y ha inspirado numerosos trabajos a los investigadores, habiendo servido, igualmente, para elaborar muchas de las recomendaciones de los servicios encargados de la divulgación.

El perfeccionamiento de los métodos de evaluación numérica en la naturaleza y los estudios de dinámica de las poblaciones nos permiten tener en cuenta, en bastantes casos, no solamente de la presencia del estado sensible de la plaga en función de su ciclo biológico, sino también del ciclo de pululación de la especie, establecido sobre numerosas generaciones e, incluso, a lo largo de muchos años. En la actualidad, las estaciones de aviso del Servicio de Protección de Plantas se esfuerza cada vez más en aconsejar los tratamientos solamente cuando se ve que son indispensables.

En el futuro será necesario establecer en cada explotación importante o en cada comarca agrícola homogénea un sistema de previsión y de vigilancia que permita realizar los tratamientos solamente cuando se haya alcanzado el umbral de daños que la plaga puede causar. Esto implica, por supuesto, la existencia de un número suficiente de técnicos entrenados, capaces de desarrollar en gran escala los métodos actualmente puestos a punto por los investigadores que se esfuerzan en profundizar en los conocimientos básicos indispensables.

Los ensayos en gran escala, realizados principalmente en Suiza y en Alemania, han demostrado que, basándose en una vigilancia regular de las plantaciones de frutales de gran

rendimiento, se podía asegurar una protección satisfactoria con pocos tratamientos.

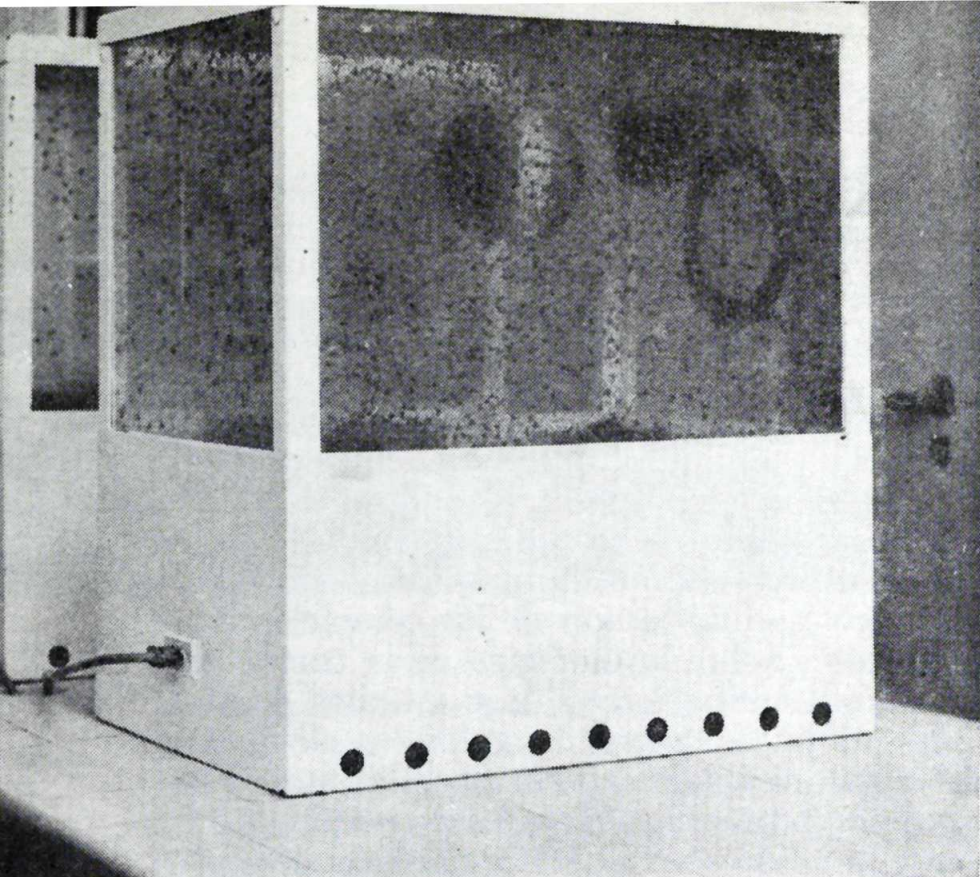
La segunda etapa en el desarrollo de la lucha integrada será la de permitir a los enemigos naturales de las plagas jugar su papel, de manera tan completa como sea posible. Esta ha sido la principal preocupación de los promotores de la lucha integrada, antes incluso de que el término fuese creado. En el porvenir el progreso estará esencialmente ligado a la mayor profundidad de nuestros conocimientos sobre la composición de los complejos biocenóticos y sobre la dinámica de la competencia entre las especies en unos estudios de síntesis que hagan intervenir todos los elementos del medio ambiente. Pero actualmente, unos controles relativamente sencillos permiten advertir la presencia de las formas más difundidas de parásitos y predadores y tenerlos en cuenta en los pronósticos de evolución de las poblaciones de ciertos grupos de plagas, como los pulgones o las cochinillas.

Igualmente nos es ya posible, en muchos casos, evaluar el papel de ciertas poblaciones de plantas como refugios eventuales para las poblaciones de especies beneficiosas y estudiar la forma de sacar provecho de ello. En este mismo aspecto deberán estudiarse las diversas prácticas de cultivo y las rotaciones.

Si pasamos ahora a la lucha biológica propiamente dicha, la necesidad de integración es evidente por el hecho de que cada uno de sus realizaciones no se refiere a más de una especie o a un número limitado de plagas de un cierto tipo y se aplica en un medio natural que incluye muchos otros organismos dañinos contra los cuales es indispensable luchar, generalmente, mediante productos químicos.

El último éxito en Francia de la lucha biológica, que ha sido la aclimatación de *Prosopaltella perniciosi* contra el piojo de «San José» ha necesitado, desde su comienzo, un estudio integrado dentro del ámbito de la protección sanitaria de las plantaciones frutales.

El problema ha podido ser resuelto por una elección juiciosa de los pesticidas y de las épocas de tratamiento con el fin de proteger al himenóptero parásito del piojo de «San José». Medidas del mismo orden pueden permitir muchos otros usos de organismos útiles, ya se trate de introducirlos en otras regiones del mundo, o ya se trate de sueltas periódicas o de desplazamientos a corta o a media distancia de poblaciones criadas artificialmente. Los



Jaulas para el desarrollo de adultos y obtención de huevecillos en la crianza de machos estériles de «*Ceratitis capitata*» que se utilizan en el método autocida de lucha biológica.

grandes progresos alcanzados en el curso de los últimos años en los métodos de multiplicación en masa de los insectos, deben dar una flexibilidad y una gran facilidad de acción con un coste relativamente bajo.

A partir del método puesto a punto en la Estación de Antibes por Delanoue, los investigadores de Palermo han producido en 1967 unos 32 millones de *Opius concolor* para luchar contra la mosca de la aceituna (*Dacus oleae*). El precio de coste por insecto se redujo en un 35,3 por 100 con relación a la producción del año anterior, y el tratamiento por árbol bajó a 125 liras (en comparación con 193 liras en la lucha química por medio de helicópteros), lo que representaba menos de un kilo de aceitunas para un aumento de cosecha estimado en diez kilos. Después, el precio básico ha sido reducido todavía más por la adopción de un alimento básico (harina de alfalfa) diez veces más barato que el anterior (harina de zanahorias) al utilizar residuos de explotaciones ganaderas.

En lo que respecta a la utilización de microorganismos patógenos, se dispone ahora de preparaciones hechas a base de *Bacillus thuringiensis*, cuyo empleo es tan fácil como el de los pesticidas químicos y que presenta numerosas ventajas, debido a su especificidad relativa para las larvas de lepidópteros. No debemos limitar nuestra ambición a la utiliza-

ción armónica de los elementos de los que ya disponemos; es preciso pensar no solamente en un perfeccionamiento de cada uno de los métodos particulares, sino en suscitar nuevos métodos. En lo que respecta a la lucha química, la evolución deberá marchar esencialmente por un camino que permita reemplazar los pesticidas de gran persistencia por productos rápidamente degradables y que no den lugar a fenómenos de acumulación en el medio rural. Los tóxicos obtenidos de los vegetales y que habían constituido, de hecho, la primera generación de insecticidas (nicotina, rotenona, etc.) pueden presentar de nuevo gran interés. De la misma manera será necesaria la obtención de sustancias de acción muy específica. En este sentido se ha hecho ya un esfuerzo y se continuará en los años futuros.

En lo que respecta a la lucha biológica, el esfuerzo comenzado y sostenido deberá continuarse y ampliarse en los años próximos. Cada vez se ve más claro que las propiedades de los seres vivos pueden dar lugar a la obtención de métodos biológicos de lucha susceptibles de oponerse a su multiplicación excesiva.

Cuando hace treinta años se hablaba de la ecología de insectos no se pensaba más que en la acción de la temperatura y, en un menor grado, de la higrometría. Hoy sabemos también que el fotoperíodo juega un papel considerable y que la calidad de la luz interviene también de manera importante no solamente sobre el comportamiento del animal, sino también sobre el rendimiento de su alimentación.

Otros factores pueden ser interesantes, y aunque alguno de ellos escape a nuestro control, podemos modificar otros. No quiero dar más que un ejemplo: se ha demostrado que una corta interrupción de la fase de oscuridad era suficiente para impedir la entrada en diapausia de las orugas de *Adoxophies reticulana*. Ahora bien, esta parada de desarrollo es indispensable a esta especie para soportar sin inconvenientes el período invernal. Los ensayos realizados en condiciones naturales han demostrado que el solo hecho de iluminar los árboles durante dos minutos (dieciséis horas y media después de la salida del sol) podía ser suficiente para mantener en actividad el 80 por 100 de las orugas, que estaban así condenadas a desaparecer.

Para que un insecto fitófago pueda multiplicarse normalmente es necesario que alguna de sus fases evolutivas coincida exactamente,

en el tiempo, con una determinada fase del desarrollo de la planta huésped. En muchos casos, un retraso de pocos días en la entrada de la actividad primaveral, por ejemplo, puede ser suficiente para provocar la muerte masiva de larvas recién salidas de su invernación.

Este carácter se utiliza mucho, lo mismo que los demás factores de resistencia, en la elección de variedades de plantas cultivadas, pero puede igualmente servir de base a métodos de lucha directa. Así, se ha pensado en prolongar artificialmente el período de letargo de la planta utilizando inhibidores de crecimiento para luchar contra *Choristoneura fumiferana*.

Comenzamos apenas de entrever la complejidad de factores que rigen las relaciones entre las plagas, las plantas a las que atacan y los otros organismos vivientes. En este complejo de relaciones intervienen muchas sustancias que provienen del mismo insecto o del medio natural, sea para permitir el encuentro entre los animales de distinto sexo (feromonas), sea para permitir la localización de las plantas de las que se nutre la plaga (atraymentes), sea para desencadenar o mantener la toma de alimentos. Igualmente existen sustancias con efectos contrarios, en forma de repulsivos que alejan a las plagas de determinadas plantas, o de inhibidores de la alimentación que les impiden continuar ésta.

Tener a nuestra disposición una u otra de estas sustancias puede permitirnos desembarazarnos específicamente de una plaga determinada o hacerla inofensiva para los cultivos. Se nos ofrecen diversos modos de empleo y, por ejemplo, se pueden distribuir repulsivos o inhibidores de alimentación sobre la planta que hay que proteger, o bien atraer las plagas hacia un lugar para destruirlas allí, o bien hacer imposible el encuentro entre animales de distinto sexo aumentando exageradamente la cantidad de feromona sexual existente en la atmósfera. Todos estos métodos potenciales han sido ya objeto de experimentación limitada y podrán desarrollarse en el futuro.

De todas maneras, se tienen grandes esperanzas en la utilización de las hormonas juveniles de los insectos. En una primera fase se pensaba, sobre todo, en impedir la formación normal de adultos y, dado la inespecificidad de estas sustancias, se pensaba utilizarlas en asociación con un atrayente. Se ha demostrado después que la hormona juvenil podía impedir el desarrollo de los huevos a dosis

extremadamente débiles y que era posible introducirla en las poblaciones naturales por medio de un cierto número de adultos, capaces de transmitirla en el momento del acoplamiento. De esta manera su empleo podría llegar a ser específico y ofrecer perspectivas extremadamente interesantes.

La mejora de nuestros conocimientos sobre la genética de las poblaciones ofrece también nuevas posibilidades. Se ha podido demostrar que introduciendo en una población natural un individuo que proviene de una estirpe incompatible, ya sea de la misma especie o de una especie muy vecina, se obtiene una descendencia estéril, o compuesta exclusivamente de machos o afectada de deformaciones diversas. En Birmania ha dado resultado en el control de mosquitos.

En lo que se refiere a las posibilidades de lucha genética, no debe olvidarse el éxito obtenido en la erradicación de las moscas del ganado en Curaçao y luego en Florida, gracias a la utilización de la técnica de los machos estériles. En estos casos se lanzaron cantidades considerables de machos esterilizados por irradiación u otros procedimientos, de manera que las hembras naturales normales tenían grandes probabilidades de acoplarse con ellos y no con los machos normales, lo que dio lugar a la puesta de huevos no viable. Este concepto de «erradicación» es contrario al concepto fundamental de la lucha integrada y que puede conducir a fracasos debido a que el «nicho ecológico» vacío que aparece en el medio natural es obligatoriamente ocupado en seguida por otra especie, que puede ser tan molesta como la primera. Sin embargo, este método de los machos estériles, utilizado de una manera comedida, puede permitir una lucha eficaz y con una rentabilidad satisfactoria, principalmente en el caso de la *Carpocapsa*.

Los objetivos más ambiciosos de la lucha integrada pueden alcanzarse si los investigadores disponen de medios suficientes y si la industria colabora en la producción de los agentes biológicos que se descubran, como lo hizo con los productos químicos. Pero, en la actualidad, los esfuerzos de todos deben conducir a armonizar nuestras actuaciones dentro del ámbito de un mejor conocimiento de los ecosistemas agrícolas para obtener productos de calidad al mejor precio.

E. BIHOTTI

(Bulletin Technique d'Information. Ministère de l'Agriculture. París, mayo 1970.)