

La lucha entablada entre el hombre y los insectos se inició ya antes de las primeras civilizaciones, ha continuado sin tregua hasta el presente y, sin duda, se prologará mientras dure la presencia del hombre en la tierra.

Esta actitud beligerante está, sin embargo, plenamente justificada. Son muchos los insectos que le disputan al hombre los recursos que le ofrece la Naturaleza, sus cosechas, su vivienda e incluso su propio cuerpo.

Se ha llegado a decir de manera gráfica y muy acertada que «de cada jornada de trabajo en campos, jardines y huertos, dos horas están destinadas a alimentar huéspedes que no han sido invitados».

Se calcula que en EE.UU., a pesar del uso masivo de productos contra las plagas, éstas destruyen el 35% de los alimentos producidos. Un informe de la Organización Mundial de la Salud afirma «que en el mundo se pierde el 40% de la cosecha de patatas y que, en algunos países, los insectos y los hongos destruyen el 50% de la producción agrícola».

Otro numeroso grupo de insectos, no menos importante, produce enfermedades graves y molestias indescriptibles a los animales o al mismo hombre, bien actuando directamente o como vectores de agentes patógenos.

No es de extrañar, pues, que todos aquellos medios que brindan la ciencia y la tecnología modernas sean incorporados inmediatamente en apoyo de esta lucha.

Los resultados hasta ahora obtenidos son bien elocuentes. Gracias a los insecticidas muchos países han aumentado sensiblemente el rendimiento de sus cultivos agrícolas o forestales, sometiendo a control las numerosas plagas que atacan sus productos. Pero quizás donde su efecto se ha mostrado más beneficioso es en el campo sanitario. Sirva como ejemplo la campaña de erradicación del paludismo, seria enfermedad provocada por protozoos del género *Plasmodium*, que se transmite mediante la picadura de mosquitos pertenecientes al género *Anopheles*. El paludismo se presenta en 140 países, poblados por más de mil millones de habitantes, y es una de las principales causas de incapacidad laboral y severa degradación física y

El fenómeno de la resistencia a los insecticidas

Los insecticidas se han convertido en herramientas necesarias para asegurar en el campo agrícola una producción regular y de calidad.

J.R. Baragaño
Profesor Titular de Universidad.
U.P.M. Madrid.

moral de muchos pueblos. En 1955 se calcularon 250 millones de enfermos afectados por el paludismo. Siete años más tarde, en 1962, tras una activa campaña de erradicación emprendida por la OMS, 100 millones de seres humanos se vieron libres de esta epidemia, aunque todavía quedaban 150 millones de enfermos. No obstante, en Europa y EE.UU. el paludismo prácticamente ha desaparecido.

Aún reconociendo todos estos innegables efectos positivos, también es de justicia constatar que, hasta el presente, no se ha logrado exterminar ni una sola de las aproximadamente 5.000 especies de insectos que por su importancia económica son consideradas como plagas, y probablemente tampoco pueda conseguirse este resultado en el futuro, a pesar de la afluencia al mercado de nuevos y más poderosos insecticidas y de haberse generalizado su uso a nivel mundial.

Las razones que pueden ser aducidas para intentar explicar esta paradójica situación son múltiples.

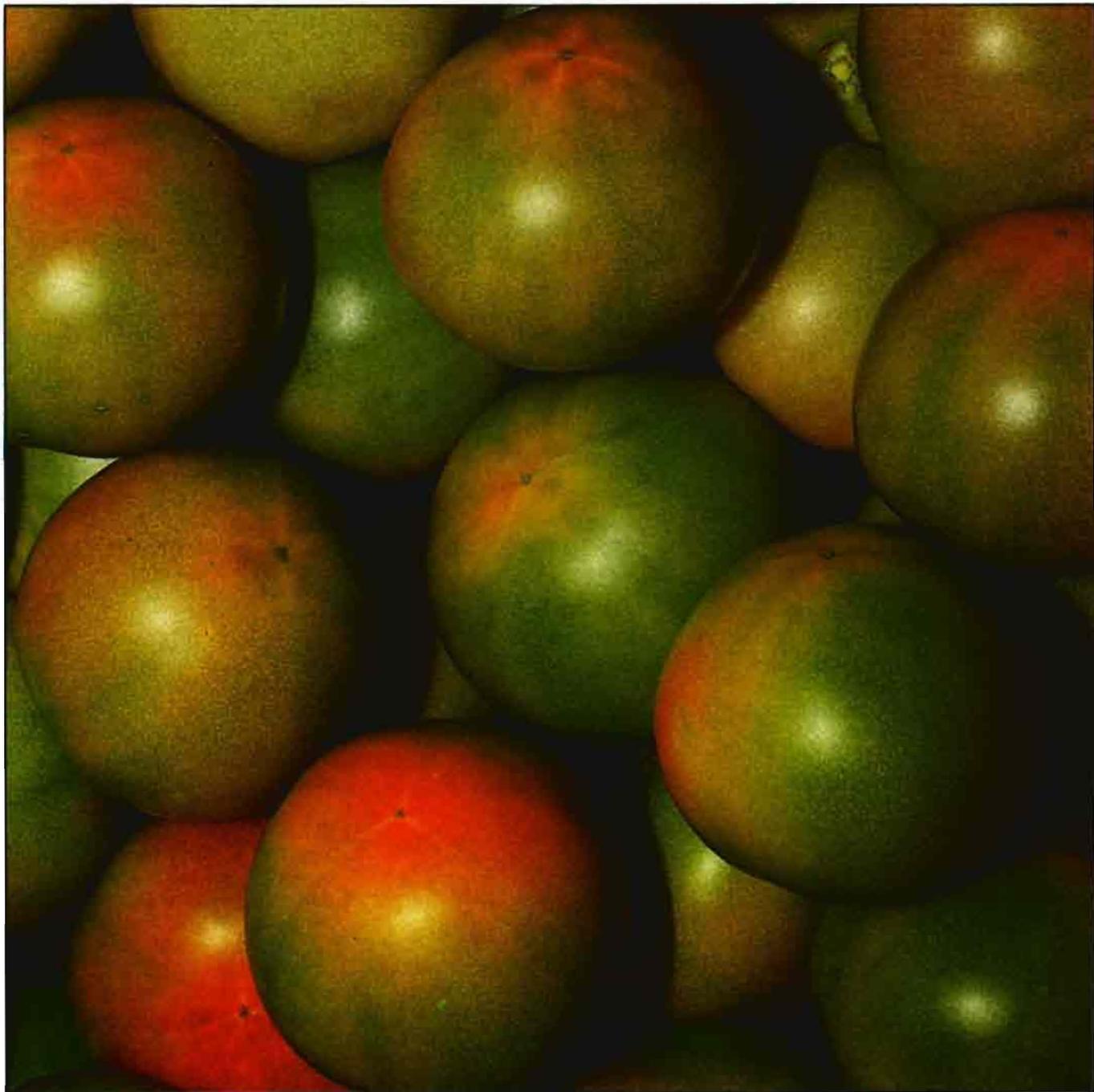
En primer lugar juega un importante papel el enorme número de individuos de que se compone cada una de estas especies dañinas, dotadas de un alto rango de variabilidad entre sus poblaciones y, además, con una amplia distribución geográfica, generalmente, alto poder reproductor y gran versatilidad en sus ciclos biológicos.

Una segunda razón proviene del creciente control que, progresivamente en todos los países, se va imponiendo a la indiscriminada utilización de los insecticidas, cuya toxicidad se extiende más allá de los insectos perjudiciales que trata de combatir, causando daño a otros organismos, o acumulándose peligrosamente en el suelo, en el agua o en los alimentos, con efectos nada deseables y que es absolutamente necesario impedir.

Por fin, una tercera razón, más esclarecedora, y que en cierto modo relaciona las dos anteriores, es la capacidad de respuesta que se produce en algunos individuos de las diferentes poblaciones de insectos, cuando éstas son tratadas con un determinado insecticida. Se trata, en estos casos, del fenómeno conocido con el nombre de *resistencia*.

VERTIMEC*

¡contra ácaros y minadores!



MSD-AGVET



Josefa Valcárcel, 38
28027 MADRID
Tfno. 742 60 12

VERTIMEC* (abamectina, MSD) es una marca registrada
de Merck & Co., Inc., Rahway, New Jersey, U.S.A.

¿QUE ES LA RESISTENCIA? Para el hombre práctico del campo resistencia significa que en adelante ya no podrán ser exterminados unos determinados insectos con los mismos métodos y productos con los que hasta ese momento, y con total éxito, lograba combatir esa plaga.

Para un entomólogo el término resistencia define la capacidad añadida de soportar un insecticida, adquirida por la reproducción de aquellos insectos que logran sobrevivir a la exposición de un tóxico determinado, insuficiente para aniquilar a toda la colonia.

Pero fue en un simposio celebrado en Roma en 1953 sobre la lucha con los Insectos Vectores de Enfermedades donde se formuló por primera vez una definición de la Resistencia, que fue luego, en 1957, ligeramente modificada por el Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas. La resistencia se ha definido como «la aparición en una variedad de insectos de la facultad de tolerar dosis de sustancia tóxicas que resultaría letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie».

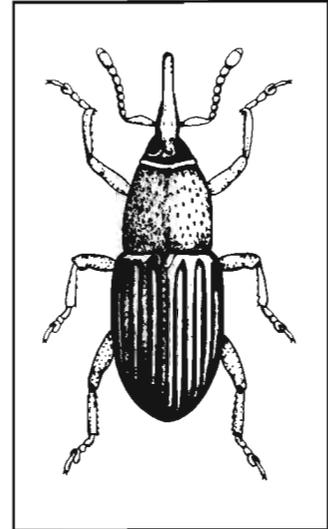
El término «resistente» se aplica, por tanto, a toda población de insectos pertenecientes a una especie normalmente sensible, la cual ya no puede ser eliminada por ese producto tóxico en la zona considerada.

Existen, no obstante, notables diferencias entre la cantidad o concentración de insecticida que pueda ser soportada por los individuos que componen una población. Por esta razón los test de toxicidad entomológica se expresan frecuentemente en



términos de *dosis de insecticida y tanto por ciento de mortalidad*. Cuando la dosis es muy baja puede ocurrir que un gran número de individuos la tolere sin dificultad, pero a medida que la dosis se incrementa, cada vez será menor el grupo de individuos que logra sobrevivir. Los resultados se expresan mediante las siglas CL o DL (Concentración Letal o Dosis Letal) y un subíndice que indica el % de mortalidad. Así CL₅₀ o DL₅₀ significan, respectivamente, Contracción Letal o Dosis Letal para el 50% de individuos de la población.

Los niveles de resistencia que puedan aparecer en una población después de efectuados uno o varios tratamientos se podrán evaluar en términos cuantitativos, indicando el número de veces que es necesario in-



Los insectos destruyen gran cantidad de productos almacenados. Trigo atacado por *Sitophilus granarius*, «gorgojo del trigo».

crementar la dosis letal de un insecticida para conseguir el mismo tanto por ciento de mortalidad en esa población concreta.

La primera indicación del posible desarrollo de resistencia se suele percibir cuando se detecta que el insecticida que se está aplicando no surte los efectos acostumbrados. Sin embargo, esta simple observación no puede demostrar por si sola que se




pulsFOG
+ VK·2

SISTEMA RAPIDO, EFICAZ, ECONOMICO
Y NO DEJA NI RASTRO

IMPORTADOR OFICIAL PARA ESPAÑA:
COMERCIAL Y TECNICA AGRICOLA, S. L.

CARRETERA MONCADA-NAQUERA, KM. 1.700
APDO. DE CORREOS 30 · TELS. (96) 139 14 97 · 139 14 00
4 6 1 1 3 · MONCADA · VALENCIA

ha desarrollado efectivamente una resistencia al ser muchos los factores que pueden intervenir en este fracaso, tales como la aplicación defectuosa del insecticida, posibles deficiencias en su calidad, condiciones climatológicas adversas o eliminación de parásitos o especies antagónicas de la plaga.

Para evitar estas falsas apreciaciones hoy día existen métodos cuantitativos normalizados para efectuar ensayos sobre las distintas especies de insectos y detectar y medir los niveles de resistencia de las poblaciones, capaces de evaluar la sensibilidad del insecto al insecticida con exclusión de los demás factores.

HISTORIA DE LA RESISTENCIA. Fue A.L. Melander, un profesor de Entomología del Colegio del Estado de Washington, quien a comienzos de este siglo formuló la comprometedorra pregunta: ¿Pueden los insectos hacerse resistentes a las fumigaciones?



Daños producidos por *Thaumetopoca pityocampa*, «procesionaria del pino».

SUS HORTALIZAS

LE EXIGEN PRODUCTOS DE CALIDAD

BRAVO-50®

Fungicida selectivo de alta eficacia. "Luz verde a sus exportaciones."



Ferri-T'AL®

Quelato corrector de carencias de hierro.

LUZ VERDE A Ferri-T'AL®



TERRAZOLE®

Fungicida para "defenderse" de los hongos del suelo: Pythium, Phytophthora, etc.



Son productos de:



GRIMA QUIMICA s.a.

APARTADO 585-28080 MADRID



Hyponomeuta padellus, «arañuelo del manzano».

Desde que a partir de 1850 se intentara el control de las plagas de insectos por medio de una auténtica lucha química empleando diversos compuestos inorgánicos, los resultados, aunque modestos, fueron esperanzadores. Sobre todo desde que en 1867 los cultivos de patata de EE.UU. fueron invadidos por el temible escarabajo *Leptinotarsa decemlineata* (Colorado potato beetle), y algunos compuestos químicos con arsénico, como el Verde de París, se mostraron efectivos para el control extensivo de esta plaga, sin que se produjese la muerte masiva de los consumidores de patatas «envenenadas», como habían profetizado los más alarmistas.

Alrededor de 1900 el uso de diversos compuestos, tóxicos para los insectos, se había generalizado.

Melander en 1908 observó con sorpresa que la cochinilla *Quadraspidiotus perniciosus* o «piojo de San José», insecto controlado satisfacto-



SUMINISTROS ADARO S.A.

Asegura tu salud, utilizando el equipo de protección adecuado.

Protección respiratoria para tratamientos en espolvoreo o spray, casco turbo-ventilado

-airstream-
de RACAL.



Protección respiratoria para tratamientos por termonebulización, máscara panorámica turbo-ventilada

POWERFLOW
de RACAL.

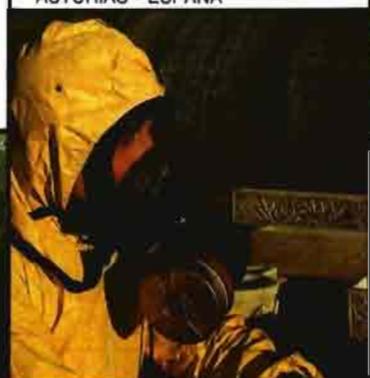


Complementos para todo tipo de tratamientos:
Guantes de caucho NBR EDMONT
Botas de PVC y goma de nitrilo DUNLOP
Buzo de Tivek y polietileno KAPPLER.

Distribuidor para España de:

RACAL
Kappler Ltd.
DUNLOP
Edmont

M. de San Esteban, 15 - 33206 GIJON
Telf. 34 78 06 (6 líneas)
Telex 87665 SUAD E - Fax 358378
ASTURIAS - ESPAÑA



Envíeme documentación, sobre los equipos de protección para manipular y aplicar plaguicidas, a la dirección y nombre que abajo cito.

Nombre

Cargo

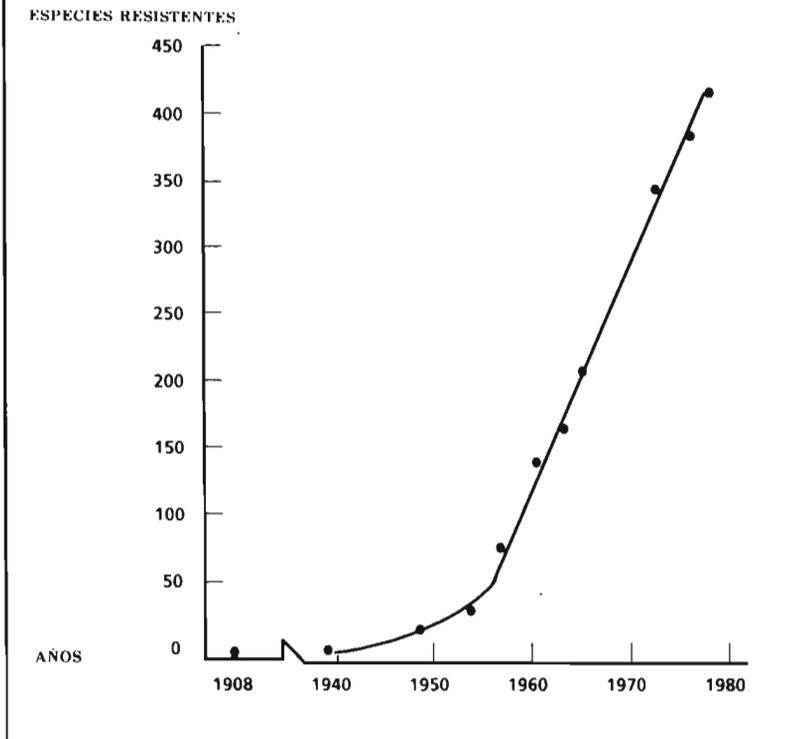
Compañía N.º Empleados

Dirección

Provincia Telf.

SUMINISTROS
ADARO S.A.

Fig. 1: Aumento del número de artrópodos resistentes a los pesticidas, según Georghiou y Mellon, 1983



riamente durante años mediante sulfuro de cal, parecía haberse vuelto refractario en algunas localidades de Washington. Y lo mismo ocurrió en otros miles de Ha del medio Oeste Norteamericano, ante el asombro de los agricultores, los cuales veían impotentes cómo eran devastados sus cultivos por la ineficacia del insecticida.

En 1915 idénticos malos resultados comenzó a ofrecer en California el ácido cianhídrico en el tratamiento de los críticos contra la cochinilla del naranjo *Aonidiella auranti*. En 1920 *Carpocapsa pomonella*, la oruga del manzano, se mostró también inmune al arseniato de plomo, que había sido utilizado con éxito contra este insecto durante más de cuarenta años.

En total una docena de especies fueron añadiéndose a la lista de insectos, ante los cuales resultaron ineficaces los insecticidas en uso, antes de la aparición en 1939 del DDT.

Con la utilización extensiva del

Productos eficaces para los cultivadores profesionales.



soluplant

FERTILIZANTES CRISTALINOS
SOLUBLES 100 %

Especiales para cultivos por fertirrigación. Le ayudarán a conseguir mayor calidad, aumento de producción, mayores beneficios.

verplant

FERTILIZANTES DE LENTA LIBERACION
VARIAS FORMULACIONES
PARA SATISFACER CADA EXIGENCIA



turba de sphagnum

ISOOP: Nacional
NOVBALT: U.R.S.S.
TORFSICOSA: R.F. Alemana
PLANTAFLOR: R.F. Alemana
TURBAS FERTILIZADAS: PLANTAFLOR SUBSTRAT 1 y 2

DDT en 1942 y las indiscutibles muestras de su eficacia, obtenidas durante la Segunda Guerra Mundial y en años posteriores, este insecticida y los otros productos orgánicos de síntesis que inmediatamente se fueron añadiendo hicieron concebir la esperanza de que las plagas de insectos quedarían definitivamente acorraladas.

No obstante, también en estas nuevas circunstancias muy pronto comienza a hacer su aparición el fenómeno de resistencia. En 1946 en Suecia y Dinamarca se comprueba la resistencia de *Musca domestica* al DDT, que luego repite en Italia, El Cairo, California y, por fin, en todos los continentes. A partir de 1949 la mosca doméstica se hizo también resistente al grupo HCH-dieldrin, y en 1955 a los componentes organofosforados.

Desde la comprobación de la primera resistencia al DDT, en 1946, el número de especies resistentes a éste y otros nuevos insecticidas orgánicos no ha dejado de aumentar de ma-

nera incontenible. **Quaterman** y **Schoof** recogían datos hasta 1955 de 37 especies. **Brown** y **Pal** daban hasta 1973 un total de 104 especies sanitarias resistentes, a los organoclorados, de las que al menos 18 presentaban también resistencia a compuestos organofosforados.

La resistencia aparecida en el campo agronómico y forestal se elevaba ya en 1973 a 130 especies.

Elliot en 1984 habla de 350 especies de artrópodos con líneas resistentes a uno o varios insecticidas. Pero quizás resulte más representativo para la evaluación en conjunto del aumento del número de especies de artrópodos que han desarrollado resistencia a los pesticidas el gráfico elaborado por **Georghiou** y **Mellon** en 1983 que se reproduce, simplificado en la Fig. 1.

El panorama, a la vista de estos datos, es preocupante y muy poco alentador. No obstante, en el lado positivo de esta serie de fracasos está la necesidad que ha obligado a los científicos a buscar otras vías alter-

nativas de lucha contra las plagas y el haber logrado entender un poco mejor las características del fenómeno resistencia.

CARACTERISTICAS DE LA RESISTENCIA. Dado que los altos niveles de resistencia se desarrollan cuando existe una repetida exposición de los insectos al producto tóxico, se puede suponer que el compuesto químico juega un papel en el desarrollo del fenómeno en uno de estos dos sentidos:

1. La resistencia es una respuesta fisiológica y no depende de la constitución genética, o en caso de que sea genética es inducida directamente por el insecticida, o bien.

2. La resistencia es producto de una constitución genética, la cual está ya presente en algunos individuos de la población, y el insecticida actúa solamente como un agente selectivo, favoreciendo los genotipos resistentes.

Los hechos han demostrado que el segundo supuesto es el correcto.



Sicosá

Avd. Ferrocarril, 1 Tel. 656 12 11
Sant Vicenç dels Horts Barcelona



fertiss

TACO DE MULTIPLICACION

FERTISS: Tacos de multiplicación a punto de empleo. Para plantar, sembrar o poner el esqueje directamente. La combinación entre una envoltura especial penetrable por las raíces y un sustrato fertilizado, le ofrece una total garantía para conseguir un excelente sistema radicular.

fertil pot

MACETAS VEGETALES DE TURBA

- EVITA MANO DE OBRA
- ACELERA LA PRODUCCION
- FACILITA EL MANEJO
- DISTINTOS CALIBRES



SUBSTRATOS ESPECIALES

HORTICOLA: Para cepellones - semilleros - bandejas.
GERMIPLANT: Semilleros ornamentales.
KRILIUM 1 y 2: Cultivo de plantas sensibles y exigentes.
PLANTAFLO: Para todos los cultivos.
CULTIVATOR: Cultivo en saco.

Krilium

¡UNA GARANTIA PARA SUS VIVEROS Y CULTIVOS!

La característica de mayor importancia de la resistencia es, por tanto, su transmisión hereditaria. No es un fenómeno de adaptación. Los insectos, en contra de algunas creencias generalizadas, no adquieren la tolerancia durante su vida, por el contrario, cuando se exponen a la acción de pequeñas cantidades de insecticida se vuelven más susceptibles.

Por otro lado, los insecticidas no inducen mutaciones en la resistencia, ni, al parecer, tampoco incrementan la tasa normal de mutación.

Así, el grado y velocidad, con los que una población pueda desarrollar resistencia dependerán:

- De la variabilidad genética que presenten sus componentes.
- De la selección intensiva que en ella se realice, con aplicaciones frecuentes de altas dosis de insecticida.
- De las condiciones medioambientales, concurrentes de la zona.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA RESISTENCIA. A pesar del frecuente desarrollo de resistencia, el enorme éxito que inicialmente se consigue con los insecticidas ha creado una dependencia en su utilización, difícilmente renunciable.

Esta situación obliga al continuo desarrollo de nuevos productos generalmente más caros que sigan manteniendo la eficacia, lo que implica también nuevas dificultades y un alto costo.

Para conseguir aislar, comprobar, desarrollar y comercializar un nuevo insecticida de síntesis, se calcula que es necesario analizar unos 15.000 compuestos, emplear de 8 a 10 años de investigación e invertir entre 20 y 40 millones de dólares.

Pimentel y colaboradores en 1980 estimaron que el incremento de la utilización de pesticidas, a causa de la resistencia, suponía por lo menos 118 millones de dólares anuales para los agricultores norteamericanos.

A este costo directo habría que añadir el incremento de un costo medioambiental por la contaminación del suelo, del agua, y de los alimentos con gran peligro para la salud humana y otros organismos, de no menor importancia, aunque de más difícil evaluación.

Recientemente Knight y Norton (1989) acaban de publicar una inte-



Melocotón con picaduras de *Ceratitlis capitata*, «mosca de las frutas».

resante revisión, aparecida en *Annual Review of Entomology*, en la que analizan y evalúan los diversos impactos derivados del fenómeno de la resistencia. En sus conclusiones terminan diciendo:

«La resistencia a los pesticidas entre las principales plagas de artrópodos se han convertido en la Agricultura en un problema creciente en los últimos años. Se han hecho algunos progresos en la evaluación de sus implicaciones económicas, pero la naturaleza del problema hace necesaria la propuesta de acciones colectivas, cuya factura deberá ser pagada por todos».

«La complejidad de mecanismos a través de los cuales se desarrolla la resistencia y la multitud de impactos económicos que produce, complican su gestión. A menos que se acometa una acción simultánea por los propietarios agricultores, las Compañías agroquímicas, y la Administración, la Agricultura y el Medioambiente (y por tanto el hombre) sufrirán las consecuencias de una brusca escalada del problema de la resistencia en un futuro inmediato».

CONSIDERACIONES FINALES. Los insecticidas se han convertido en la ac-

tualidad en herramientas necesarias para asegurar en el campo agrónomico una producción regular y de calidad. Pero su utilización comporta peligros que deben ser cuidadosamente evitados, entre los que se encuentra, como hemos visto, el fenómeno de la resistencia.

Dentro del marco de una acción integrada las adecuadas técnicas de cultivo o los métodos profilácticos pueden contribuir a una reducción de algunos riesgos fitosanitarios, pero si la utilización de los insecticidas se hace necesaria existe unanimidad en que se tomen las siguientes precauciones:

- Evitar su uso masivo, continuado e indiscriminado.
- Siempre que sea posible, alternar el empleo de sustancias activas distintas o asociar productos de acción conocida y diferente.
- Utilizar las técnicas de aplicación correctas con la elección juiciosa de los productos, períodos de aplicación, zonas en las que se va a realizar el tratamiento y una esmerada adecuación con las previstas normas de empleo.