

Estrategias de control integrado en frutales de hoja caduca I.¹

Roberto H. González²

INTRODUCCION

Los pesticidas químicos constituyen, sin duda, el principal recurso que la agricultura dispone actualmente para el control de plagas que afectan los cultivos. En el futuro próximo es también probable que los insecticidas y acaricidas continuarán siendo una herramienta esencial en los programas de control de plagas agrícolas. Estos productos proveen en la mayoría de los casos un control rápido, relativamente económico, eficiente y de fácil aplicación.

Sin embargo, muchos países, y el nuestro propio, han sido testigos de muchos fracasos en el control de plagas mediante insecticidas, debido a problemas derivados de la eliminación de los enemigos naturales, o bien al desarrollo o incremento de la resistencia hacia los insecticidas, fenómeno que se ha observado en muchas especies de insectos y ácaros. Aparte de estos problemas, el uso prolongado de pesticidas de amplio espectro de acción (no específicos), ha causado la reducción de parásitos y predadores que controlan plagas secundarias y/o potenciales, resultando así en el resurgimiento de nuevas plagas que hasta ese momento no tenían importancia. Además, la distribución de residuos de insecticidas clorados persistentes, ha llegado a ser una causa de preocupación mundial, por cuanto estos residuos son ahora encontrados muy lejos de los sitios originales de aplicación, siendo acarreados por las aguas, vientos, erosión del suelo y por organismos intermediarios en la cadena alimenticia.

Aunque los insecticidas convencionales han estado en uso por casi tres décadas y han sido objeto de considerable investigación en sus aspectos toxicológicos, fisiológicos, espectros de acción, etc., falta aún mucho por conocerlos en cuanto a su impacto en los diversos compo-

nentes del agroecosistema y del medio ambiente en general; por otra parte, el conocimiento sobre las propiedades biológicas del pesticida se ha referido casi exclusivamente con respecto al organismo plaga, desconociéndose por lo general la acción que ejercen sobre organismos benéficos tales como parásitos y predadores de insectos y ácaros.

En lo que se refiere al desarrollo de resistencia de los insectos y ácaros hacia los pesticidas, desde el primer caso conocido en 1903, de desarrollo de resistencia de la Escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.)) hacia el polisulfuro de calcio, la información más reciente indica que estos artrópodos han logrado desarrollar resistencia a por lo menos unos 12 diferentes grupos químicos de pesticidas. El número de especies que ahora se conocen como resistentes a uno u otro grupo es de unas 250 de acuerdo al Informe de la 4ª Sesión del Grupo de Trabajo de Expertos en Resistencia de Insectos a los Pesticidas (FAO, 1968). Las adiciones registradas a la fecha, no son tanto en nuevas especies sino más bien en la mayor distribución geográfica de las ya existentes. Cerca de 40% de las especies conocidas como resistentes son Dípteros, 15% Hemíptero-Homóptero, 15% Lepidóptero y los Coleópteros y Acaros contribuyen con un 10% cada uno. En huertos frutales es bien conocido el desarrollo de resistencia hacia el arseniato de plomo por parte de la polilla de la manzana, *Laspeyresia pomonella* (L.), una de las razones que contribuyó precisamente a la puesta en marcha del programa de control integrado más antiguo que se conoce, esto es, el programa de Nueva Escocia en Canadá desarrollado por Pickett *et al.* (1946). Además, en huertos y viñas muchas especies de arañas rojas (Tetranychidae y Tenuipalpidae) han desarrollado rápidamente resistencia hacia productos clorados, fosforados y últimamente hacia carbamatos. Resistencia a aldicarbam y formetanato se ha conocido recientemente en la araña roja de los citrus, *Panonychus citri* (McGregor) (Gerghiou, 1971), y hacia dinitro derivados por parte de

¹Trabajo presentado a la Cuarta Sesión del Panel de Expertos en Control Integrado, FAO, Roma, diciembre, 1972. Recepción originales: 20 de diciembre de 1973.

²Ing. Agr., M. S., Ph. D., Profesor de Entomología, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Dirección actual: Servicio de Protección de Plantas, División de Producción y Protección Vegetal, FAO, Roma, Italia.

la araña de los frutales, *Tetranychus mcDanieli* Mc Gregor, especie que también ha desarrollado resistencia a binapacrilato según lo informado por Hoyt (1966).

En la última década se ha visto la necesidad de reexaminar los conceptos básicos y estrategias de protección de plantas, de introducir nuevas técnicas de control o programas modificados de aplicación de pesticidas, así como también de armonizar el control químico con el biológico. La investigación ha producido nuevas posibilidades de control de plagas, con el desarrollo de productos químicos no pesticidas tales como hormonas sintéticas, atrayentes, repelentes, antitróficos, esterilizantes químicos y otros productos no relacionados con las hormonas pero que interfieren con el proceso de desarrollo y muda del insecto. Muchos de estos métodos deben ser aún demostrados en la práctica, pero se anticipa que jugarán una importante función en los programas de control integrado, pudiendo combinarse con pesticidas, esterilización radioactiva, enemigos naturales y otras formas de control. También se anticipa, que a pesar de tener la gran ventaja de ser más específicos que muchos pesticidas, algunos de ellos ya exhiben algunas de las desventajas de los actuales pesticidas. A este respecto, Dyte (1972) ya ha demostrado que pueden desarrollarse razas ("strains") de insectos resistentes a la hormona juvenil sintética.

En general, el principal problema en la pronta utilización masiva de estos métodos de control, que afectan principalmente la conducta del insecto, radica precisamente en la falta de conocimiento sobre la etología (= conducta) de la especie plaga y en el impropio conocimiento de las condiciones ecológicas del ecosistema. Por ejemplo, el uso de feromonas sexuales (muchas veces erróneamente referidas como atrayentes sexuales) aparte del fenómeno de atracción del insecto, produce una serie de manifestaciones que van desde el despliegue de actividades sexuales hasta la simple estimulación indefinida, lo que puede incluso incrementar la atracción de algunas especies hacia las trampas luminosas. Este ejemplo indica que existen muchos mecanismos fisiológicos, no bien precisados, que varían de acuerdo a la especie y que pueden ser estimulados diferentemente con los nuevos métodos químicos (no pesticidas) de control.

EL CONCEPTO DE CONTROL INTEGRADO

Esencialmente todos los métodos señalados (*vide supra*), más el uso de prácticas culturales modificadas, variedades resistentes de plantas, enemigos naturales incluyendo bacterias, vi-

rus y otros patógenos, pueden aplicarse en forma complementaria y compatible con los pesticidas; todo basado en un conocimiento adecuado de las condiciones ecológicas del agroecosistema.

Sin embargo, no es fácil la puesta en marcha de esta nueva metodología de protección vegetal basada en el concepto señalado, ya que precisa no sólo de un conocimiento biológico adecuado de las plagas y de sus enemigos naturales, sino también de varios otros aspectos relativos al manejo del cultivo, particularmente de acuerdo con las condiciones ecológicas existentes. También precisa de un cambio en la filosofía de los métodos tradicionales de control, los que en gran medida dependen exclusivamente de pesticidas químicos y, por último, exige de un cambio en la mentalidad del técnico, del agricultor y del consumidor en cuanto a permitir algún nivel de daño pero, desde luego, sin que se desprece la calidad del producto o se reduzca la cantidad de la cosecha obtenida. También esta metodología de control exige un cambio en la perspectiva con que el técnico enfoca los problemas sanitarios del cultivo; el enfoque debe ser multidisciplinario, integrando, en lo posible, a especialistas de otras disciplinas que interactúan en un determinado agroecosistema.

El concepto de Control Integrado en su definición original (Stern *et al.*, 1959) se refirió básicamente a la combinación armónica del control químico y biológico, considerados éstos los componentes más importantes de los esquemas de protección vegetal. Esta idea original se amplió posteriormente para incluir "todos los métodos adecuados en una forma compatible" (Smith y Reynolds, 1966); definición que, en su contexto, ha sufrido varias modificaciones propuestas por numerosos autores. Es muy probable que aparezcan aún nuevas alternativas de definición, las que en todo caso no modificarán el contenido de fondo de esta filosofía de control, la que se encuentra recién en su período de establecimiento. También ha existido una amplia tendencia a sinonimizar los términos Control Integrado y Manejo de Plagas. Las diferencias entre ambos conceptos han sido analizadas por Raab (1970). Este autor otorga a Manejo de Plagas un sentido más amplio que Control Integrado, ya que le asigna un significado ecológico mayor al incluir el estudio de poblaciones y comunidades del ecosistema. Sin embargo, el Control Integrado está también basado en principios ecológicos, los que son previos e inherentes a los métodos de control practicados de acuerdo a esta disciplina. Por otra parte, Manejo de Plagas incluye una serie de decisiones que van más allá del nivel predial, por ejemplo: cuarentena vegetal, erradí-

cación de plagas, prohibición de cultivar una determinada especie o variedad y otras medidas regulatorias.

Control Integrado es una forma de manejo de plagas que "en el contexto del medio ambiente asociado y de la dinámica de población de la plaga, utiliza todas las técnicas adecuadas y métodos en una forma compatible; manteniendo la población de la plaga a un nivel inferior al que produce daño económico al cultivo". Implícita a esta definición, aprobada por el Panel de Expertos en Control Integrado (FAO, 1973), está el uso de pesticidas que deben emplearse cuando se ha excedido el nivel económico. Por definición, por lo tanto, este método debe ser aplicado de acuerdo a las condiciones del medio ambiente asociado; lo que significa en otras palabras, que deben producirse métodos originales, de acuerdo a las propias condiciones ecológicas existentes en un determinado ecosistema y, naturalmente, de acuerdo al tipo de plagas presente y al de sus enemigos naturales asociados. Si además, se considera que esta metodología de control debe tomar en cuenta las condiciones socio-económicas existentes, la rentabilidad del cultivo, el tipo y tamaño de la propiedad agrícola y la asistencia técnica disponible, entonces se deduce claramente que esta aparente compleja estructura, sobre la cual descansa el método, sólo puede ser diseñada, probada y difundida en el propio lugar donde existe el problema. Sólo los principios básicos y algunos elementos comunes del sistema pueden trasplantarse; lo demás debe ser fruto de la investigación y de la experiencia local.

CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS EN HUERTOS FRUTALES

La posibilidad de utilizar este método en huertos de hoja caduca emergió naturalmente como resultado de la necesidad de armonizar el control químico con el biológico para solucionar algunos de los problemas resultantes del uso de pesticidas, particularmente la resistencia desarrollada por la polilla de la manzana hacia el arseniato de plomo y de diversas especies de arañas rojas hacia insecticidas clorados y fosforados.

Entre las especies frutales, el manzano fue seleccionado como especie piloto, por el hecho de necesitar un gran número de aplicaciones de pesticidas, porque su compleja y relativamente abundante fauna asociada, ha sido estudiada con mayor énfasis que en otras especies frutales; y, además, porque casi en forma simultánea se presentaron idénticos problemas en las diversas regiones donde este frutal se produce; problemas derivados del cambio de insecticidas inorgánicos o no sintéticos por los

modernos insecticidas desarrollados poco después de la Segunda Guerra Mundial. Se ha acumulado mucha información desde que el primer programa de Control Integrado se iniciara, poco más de 25 años atrás, en Nueva Escocia, Canadá, por Pickett y colaboradores (1946, *op. cit.*). Dicho trabajo representa el programa de campo más sostenido que se conoce en Control Integrado. Se inició poco después de la introducción comercial del DDT a fin de reemplazar el arseniato de plomo en el control de la polilla, insecticida este último que se utilizó intensivamente en Canadá desde 1930 hasta 1949. Este programa que hasta ahora se ha continuado con algunas pequeñas modificaciones, comenzó con una reducción en el número de aplicaciones de pesticidas; luego con la sustitución del DDT por Ryania, insecticida que sin ser tan efectivo como el DDT produce un control adecuado en esa región donde la polilla tiene una sola generación anual. En la actualidad dicho programa, que se ha expandido hacia Montreal y otras zonas, está orientado a la preservación de los enemigos naturales mediante el uso de pesticidas selectivos. También representa una aproximación ecológica al problema de control de plagas y con este objetivo se ha desarrollado, durante 25 o más años de continua investigación, un extenso estudio ecológico de la interacción de agentes bióticos y el ecosistema.

Una aproximación semejante, pero adaptada de acuerdo a los propios componentes locales de la biocenosis, ha sido aplicada en otros programas de Control Integrado, que se realizan en manzanos y durazneros principalmente. Entre los primeros se destacan los desarrollados en los EE.UU., en los Estados de Washington (Hoyt, 1969) y Pennsylvania (Asquith, 1971); en Holanda (De Fluiter, 1962; Gruys, 1969; Gruys *et al.*, 1973); Suiza (Mathys y Baggiolini, 1967; Baggiolini, 1969); Europa Central (OILB, 1969), Francia y Sur de Europa (OILB, 1972). Programas en durazneros se llevan a efecto en California (Hoyt y Caltagirone, 1971) y en Francia (Leclant y Remaudière, 1970). En Chile se han iniciado trabajos en manzanos y perales principalmente y se encuentran en la fase del estudio biológico de las especies plagas y sus enemigos naturales y de la acción de los pesticidas sobre estos últimos (González, 1961, 1971).

REQUISITOS PARA ESTABLECER UN PROGRAMA DE CONTROL INTEGRADO EN HUERTOS

1. *Clasificación de las plagas de acuerdo a su importancia.*

Entre los requisitos necesarios para estable-

cer un programa de esta naturaleza, es esencial un conocimiento apropiado, en lo posible íntimo, de la biología y dinámica de la población de las plagas principales y de los enemigos naturales más importantes. Las plagas claves (muchas veces son factores limitantes para el establecimiento de un programa práctico) tienen que ser enfocadas adecuadamente, como la base del programa de control.

Se consideran plagas claves aquellas permanentes y de importancia primaria, cuyo nivel de tolerancia (*vide infra*) es generalmente muy estrecho y, por lo tanto, muy crítico, y que, además, en cada temporada deben obligatoriamente combatirse con pesticidas. El suspender estos tratamientos o bien hacerlos a destiempo puede significar un daño de consideración a la cosecha. Plagas claves en Chile se consideran la polilla de la manzana; la arañita roja europea *Panonychus ulmi* (Koch) en manzanos, ciruelos, perales; la arañita bimaclada *Tetranychus urticae* (Koch) en manzanos, perales, nogales; el pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) y la polilla oriental de la fruta *Glypholitha molesta* (Busck) en durazneros, el chape *Caliroa cerasi* (L.) en cerezos y guindos, el trips de la uva *Drepanothrips reuteri* Uzel en uva de mesa, el trips del nectarino *Frankliniella cestrum* Moulton, etc.

Bajo ciertas condiciones de manejo inapropiado algunas plagas primarias no claves, pueden transformarse en tales, ej.: Escama de San José en perales, durazneros, cerezos; el escolito del duraznero *Scolytus rugulosus* (Ratz.) en damascos y durazneros; el cabrito del duraznero *Aegorhinus phaleratus* Er. y la arañita parda de los frutales *Bryobia rubrioculus* Scheuten en almendros. Otras plagas se consideran secundarias en el sentido de que no necesitan de un control químico específico o bien su regulación depende de los enemigos naturales existentes, ej.: ácaro del plateado en duraznero, *Vasates (Aculus) cornutus* Banks; chanchitos blancos del chirimoyo, *Planococcus citri* (Risso) y de la uva de mesa, *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn). Estas plagas pueden pasar rápidamente a la categoría de primarias, si las condiciones de equilibrio se alteran; por ejemplo, si los pesticidas eliminan los enemigos naturales o se permite, en el caso de los chanchitos blancos, una excesiva invasión de hormigas hacia las colonias de la plaga. El gusano de los penachos *Notolophus antiqua* (L.) puede adquirir importancia crítica, en árboles individuales o en grupos de árboles, si su presencia ha pasado desapercibida en años anteriores; en este caso deberán controlarse con tratamientos individuales sólo los árboles afectados o eliminar durante el invierno las masas de huevos que se fijan a las ramillas de ciruelos, manzanos.

También deben mencionarse las plagas potenciales, las que se encuentran en número reducido debido principalmente a la acción de enemigos naturales y que por lo tanto causan sólo daños insignificantes y ocasionales, ej.: enrolladores de la hoja *Proeulia* spp. en ciruelos, nectarines, uva de mesa, damascos; el mal uso de los pesticidas puede transformar a éstas, en plagas de primera importancia. Finalmente, existe un grupo que no tiene mayor importancia para la fisiología de la planta o para la cosecha y que dudosamente alcanzarán el nivel de plaga, ej.: erinosis del nogal, *Eriophyes tristatus erimeus* Nal.; chinche parda de los frutales *Leptoglossus chilensis* Spin.

2. Nivel de Tolerancia (= Nivel Económico de Daño, Umbral Económico).

La determinación del Nivel de Tolerancia es tal vez el principal requisito que debe considerarse antes de intentar la aplicación práctica del método. Este concepto implica el aceptar un cierto nivel de población de la plaga, nivel por el cual se produce algún daño pero que resulta económico aceptarlo, en el sentido de que la inversión necesaria, en caso de tratamiento especial, resultaría más onerosa que el daño mismo producido en ese momento. El problema radica en que la población de la plaga tiende a aumentar y, por lo tanto, de sobrepasarse el nivel pueden producirse daños, por lo cual debe intervenir con métodos químicos. Como el nivel además no puede mantenerse sin oscilar por un tiempo determinado, en la medida en que se mantenga significativamente próximo al nivel de tolerancia, puede ser aceptado; es lo que se denomina umbral económico.

El Nivel de Tolerancia debe ser establecido para cada plaga (o grupo de plagas afines que coexisten en el mismo cultivo) y para cada tipo de especie frutal, en este caso. Para la polilla de la manzana un nivel de población muy bajo puede significar riesgos para el huerto y el productor, quien puede fácilmente obtener un 100% de control con insecticidas modernos tales como Gardona, Fundal, Gusathion; no aceptará fácilmente una proposición de siquiera un nivel bajo de población de esta plaga. En cambio, para otras plagas claves como arañitas, se han establecido niveles que varían de acuerdo a los diversos objetivos o enfoques del programa particular de Control Integrado, y muchas veces se toman en cuenta no solamente el posible daño que pueda causar a la planta, sino también, qué nivel de población es capaz de ser mantenido bajo control por el enemigo natural existente. En otras palabras, este último nivel toma en consideración la relación plaga:

enemigo natural, y por lo tanto deben tomarse muestras de ambos grupos de organismos.

En el país, una primera aproximación —para determinar niveles económicos de daño— se ha hecho en manzanos y perales con respecto a arañas (González, 1971). Para manzanos (Figura 1) se ha establecido un

nivel de tolerancia cercano a 6 estados móviles por hoja por un período de 3 meses, con un umbral que varía entre 4 y poco más de 8; en el ejemplo ilustrado el nivel de tolerancia se sobrepasó, hacia fines de enero, siendo necesaria una tercera aplicación de pesticidas durante la primera parte del mes siguiente.

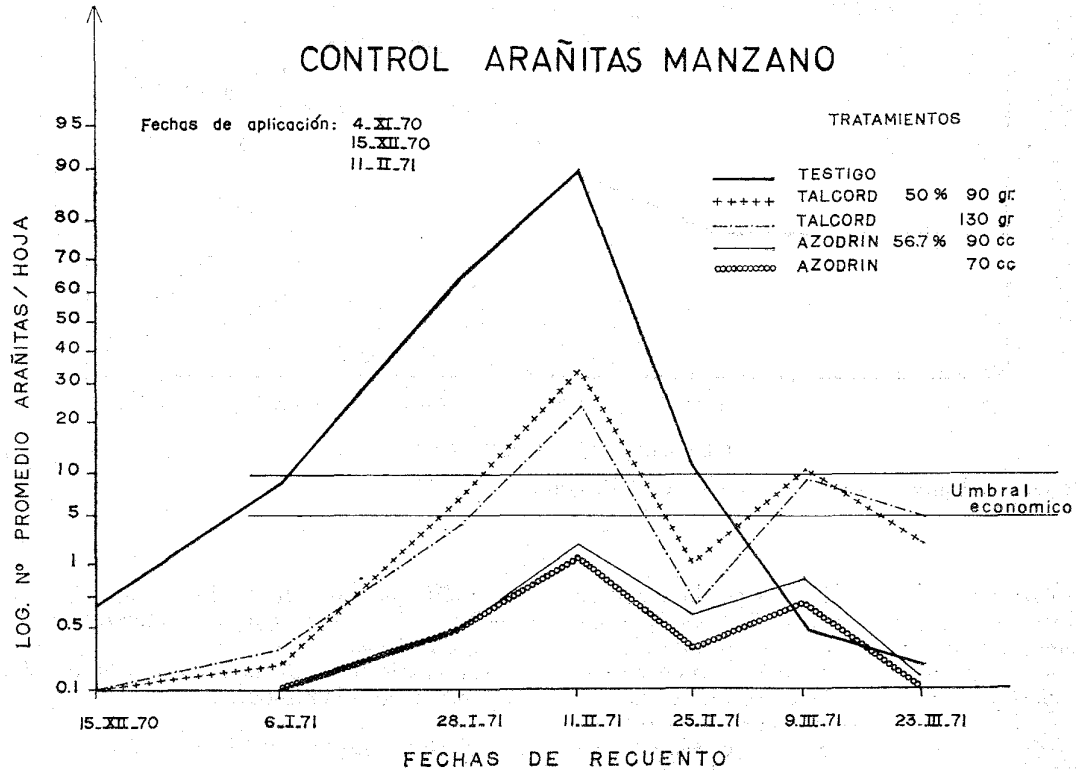


Figura 1 — Umbral económico para el control de arañas en manzano.

te, y posteriormente, aunque se produjo en dos de los tratamientos un repunte de la población hacia comienzos de marzo, ésta no sobrepasó el umbral establecido. En perales, y en forma tentativa, se ha establecido un nivel de 1,8 arañas (referida a *P. ulmi*) por hoja durante un período similar al de manzanos. En el ejemplo ilustrado (Fig. 2) con las dos aplicaciones de pesticidas efectuadas en noviembre y diciembre, el nivel no fue alcanzado en toda la temporada, excepto por el tratamiento sin aplicación. El huerto donde se realizó esta experiencia (Buin, Santiago), se presentó a comienzos de la temporada con una población insignificante de arañas, debido a los tratamientos invernales preventivos realizados.

Los métodos de estimación del Nivel de Tolerancia están basados en muestreos de población de la plaga (métodos directos) o bien en una estimación del daño que se observa en muestras representativas del cultivo. Los métodos directos de estimación exigen alguna experiencia en cuanto a la identificación de plagas, incluyendo sus estados inmaduros; y de conocimiento sobre su biología, particularmente en cuanto al número de generaciones, distribución especial en el árbol y en el huerto, forma de invernar y enemigos naturales asociados. El número de muestras a extraer, para tener un promedio de la población existente, la forma misma de extraer la muestra y la interpretación de los resultados, exige también alguna experiencia especial. La época en que el

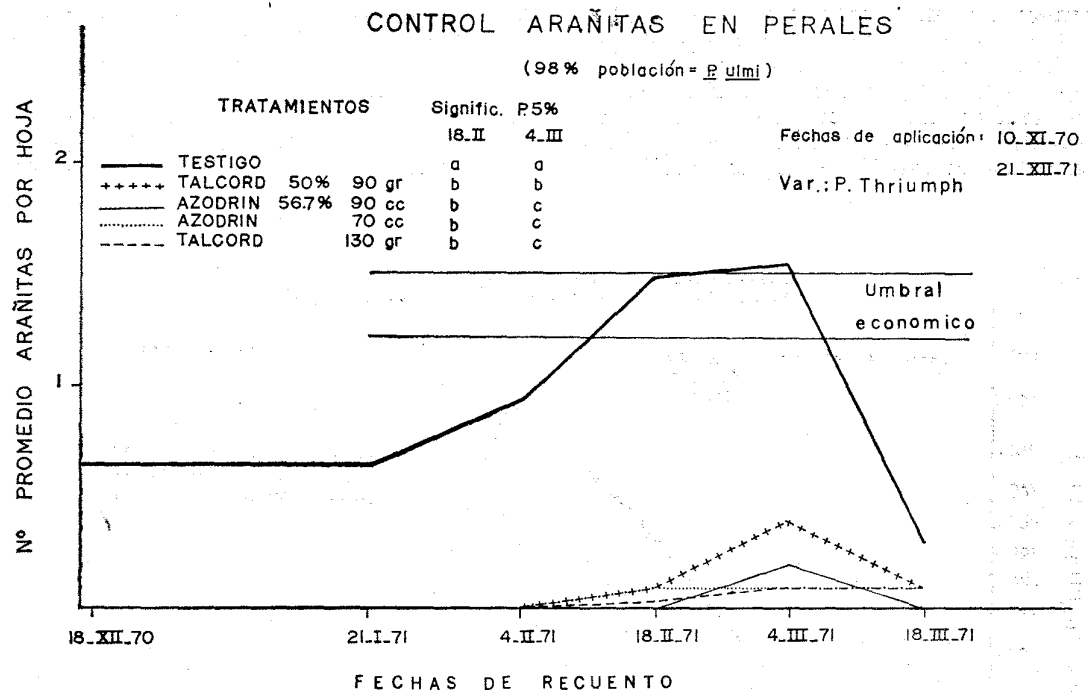


Figura 2 — Umbral económico para el control de arañas en perales.

muestreo tiene real validez es también importante; algunas plagas, como pulgones, aparecen temprano en la primavera, se reproducen rápidamente y causan el daño principal en un corto período. Lo mismo sucede con los trips de la uva, de los nectarinos y ciruelos, en que los estados inmaduros de éstos se cobijan en los elementos de la flor para dañar el fruto recién formado.

Por lo tanto, sólo la experiencia y la investigación decidirán qué métodos deben aplicarse para las diferentes condiciones en las distintas especies frutales. Resumiendo este capítulo, los principales factores que deben tomarse en cuenta son los siguientes:

a) *Factores concernientes a la plaga:*

- Clasificación de acuerdo a su importancia (*vide supra*),
- Capacidad de reproducción y número de generaciones anuales,
- Poder de dispersión,
- Sus enemigos naturales,
- otras plagas asociadas.

b) *Factores concernientes a la planta:*

- Edad (en producción, en formación),

- Vigor del árbol (floración, carga),
- Tipo de manejo cultural (malezas, fertilización, poda),
- Susceptibilidad de la especie o variedad a una plaga determinada.

c) *Factores concernientes al mercado:*

- Mercado interno o de exportación (reglamentaciones pertinentes),
- Destino de la fruta (mercado fresco, conservería, etc.).

3. *Efecto de los pesticidas.*

El impacto de los pesticidas en la plaga y en sus enemigos naturales es otro factor importante a considerar. Pero no sólo insecticidas y acaricidas constituyen un peligro para los elementos benéficos de la biocenosis. Los fungicidas que a menudo tienen que ser aplicados en forma más frecuente, para controlar enfermedades importantes como venturia y mildiu, pueden afectar las poblaciones de insectos y ácaros benéficos. Insecticidas que controlan eficientemente las plagas muchas veces no son adecuados para utilizarse en programas de control integrado, por lo menos en las dosis normales de aplicación. Gusatión, en dosis in-

feriores a las normalmente recomendadas, ha sido intensamente usado en programas de control integrado. Plictran a dosis normales es un excelente acaricida, pero destruye también los ácaros predadores; sin embargo, a dosis menores se comporta eficientemente como acaricida y además mantiene una adecuada inocuidad contra los ácaros benéficos.

La formulación de un pesticida es también importante para la protección de enemigos naturales. El insecticida-acaricida Fundal SP (Formulación de polvo soluble) es prácticamente inocuo para el pequeño coccinélido acarófago, *Stethorus punctum*, comparado con la formulación EC (concentrado emulsificable) del mismo. (Asquith, 1971). Además, este autor señala que el acaricida Acaralate, que es tóxico para ácaros predadores, no lo es en cambio para *Stethorus*.

El uso de un fungicida-acaricida que tenga poca acción sobre ácaros predadores es muy importante ya que es posible controlar, al mismo tiempo, arañas y mildiu (nectarines, manzanos) permitiendo la sobrevivencia de Phytoseidos predadores. A este respecto, Benomil y Wepsin, son recomendados por Besemer (1964). En cuanto al uso de dinocap (Karathane) existe una controversia, la que está fundamentada en el tipo de enemigo natural

de arañas que se desea proteger. Besemer (*op. cit.*) lo rechaza categóricamente en programas de Control Integrado porque este fungicida-acaricida es tóxico también para la familia Phytoseiidae; en cambio Asquith basa su programa de Pennsylvania en el uso de este fungicida y/o Dikar, ya que incluso necesita que un cierto porcentaje de arañas rojas (roja europea) sobreviva, bajo el Nivel de Tolerancia a fin de atraer al predator *Stethorus*.

Los requisitos revisados en los 3 subcapítulos anteriores son básicos para establecer un programa de Control Integrado, el cual debe ser ensayado en pequeña escala y luego examinado económicamente antes de promover su aplicación en escala comercial. El reunir toda esta información puede ser muy laboriosa y desde luego precisa de personal entrenado a fin de ensayar el esquema propuesto en diferentes condiciones ecológicas. Sin embargo, no sería realístico para países como Chile esperar que toda la información deseada se reúna, para iniciar un programa de esta naturaleza. El simple hecho de evitar aplicaciones superfluas de insecticidas constituye ya una primera aplicación práctica de esta disciplina de protección vegetal.