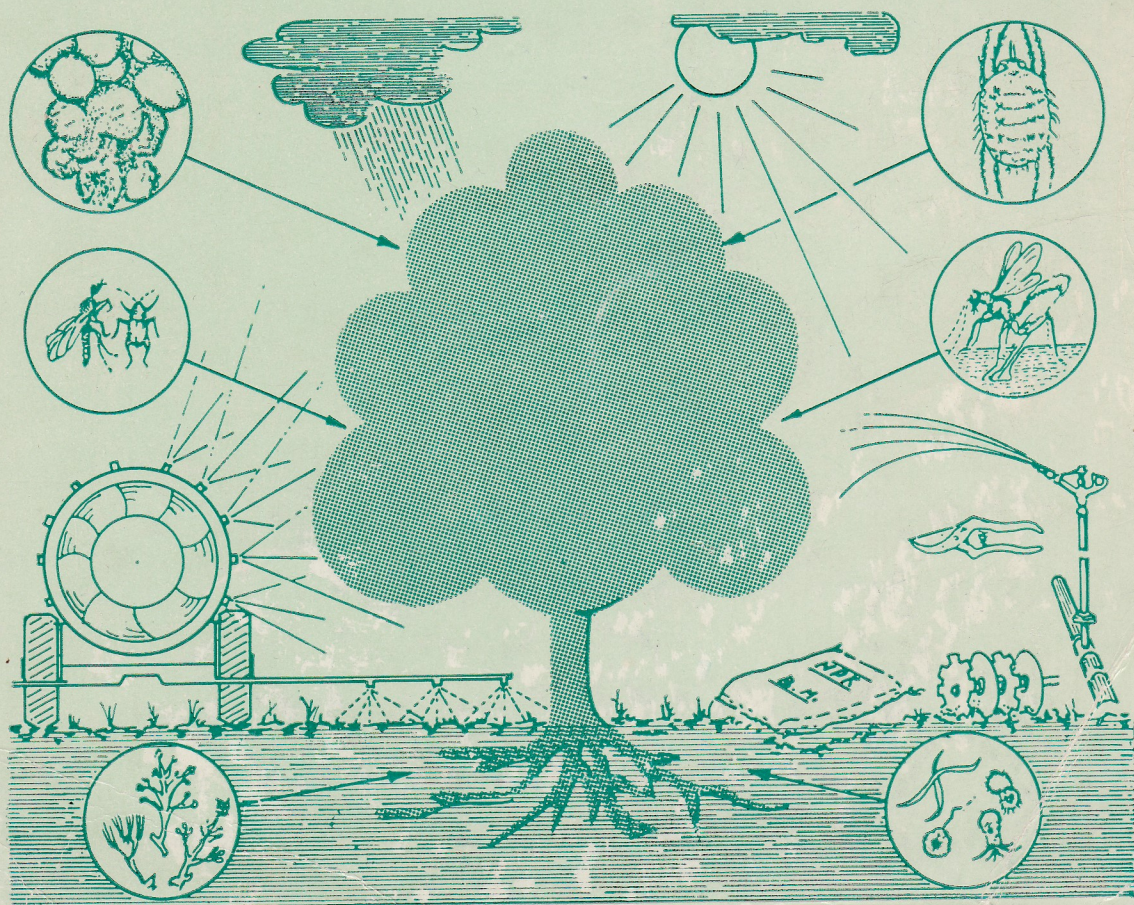


P. AMARO & M. BAGGIOLINI, ed.

INTRODUÇÃO À PROTECÇÃO INTEGRADA

VOLUME 1



INTRODUÇÃO À PROTECÇÃO INTEGRADA

MANUAL ADAPTADO DO CURSO FAO/DGPPA
LISBOA, 1980/81

VOLUME 1

EDITORES

P. AMARO, M. BAGGIOLINI

AUTORES

H. AUDEMARD, M. BAGGIOLINI,
J. P. BASSINO, C. BENASSY,
L. BRADER, H. G. MILAIRE

P. AMARO, M. LOURDES BORGES,
A. M. P. LAVADINHO,
G. MAGALHÃES SILVA

TRADUTORES

P. AMARO, M. LOURDES BORGES, G. MAGALHÃES SILVA

A uniformização dos textos e da respectiva terminologia e a revisão final e global deste Volume foi assegurada por um grupo constituído por P. Amaro, M. Lourdes Borges, E. Júlio, A. M. P. Lavadinho e G. Magalhães Silva.

LISBOA
1982

EDITORIAL

O Curso de Protecção Integrada FAO/DGPPA foi realizado em Portugal, em Setembro/Outubro de 1980 e Abril de 1981, através da colaboração de consultores da FAO, especialistas da Organização Internacional de Luta Biológica (OILB) e de docentes e especialistas portugueses de protecção das plantas (Ver Nota Prévia).

A total ausência de publicações sobre protecção integrada em língua portuguesa e mesmo a sua escassez à escala mundial foram certamente tomadas em consideração pela FAO ao determinar que, na sequência do Curso, se procedesse à elaboração e divulgação de um manual sobre protecção integrada.

O material apresentado durante o Curso serviu de base à elaboração dos dois volumes do Manual, mas, nalguns textos, foi incluída informação obtida posteriormente.

A ausência de homogeneidade da documentação acumulada ao longo do Curso e as prioridades estabelecidas na escolha dos temas justificam um certo desequilíbrio no desenvolvimento dos vários Capítulos do Manual, em especial no Volume II.

Apesar destas lacunas, esta publicação pode representar um precioso apoio para todos os que tenham a preocupação de promover a produção agrícola, salvaguardando a qualidade de vida e procurando melhorar o que a natureza pode oferecer e a ciência deve valorizar. A integração dos meios de protecção e dos esforços humanos que sugere a protecção integrada pode ser a via para alcançar tal objectivo.

Enquanto o Volume I do Manual é dedicado a aspectos gerais da protecção integrada, o Volume II, além de uma apreciação geral da problemática da protecção das plantas em Portugal, inclui a análise da problemática da protecção fitossanitária de várias culturas agrícolas (macieira, pereira, pessegueiro, citrinos, vinha, oliveira, batateira, milho e trigo) de modo a contribuir para o fomento da protecção integrada nestas culturas em Portugal.

Esta publicação é o resultado de um trabalho de grupo, composto pelos professores portugueses, coordenados por Pedro Amaro e assistido pelos consultores da FAO, coordenados por Mário Baggiolini.

Julgou-se conveniente e mesmo indispensável aproveitar esta oportunidade para se procurar uniformizar a terminologia portuguesa sobre protecção integrada. Tal objectivo foi alcançado através da actividade do grupo português constituído por P. Amaro, Maria de Lourdes Borges, E. Júlio, A. M. P. Lavadinho e G. Magalhães Silva. Este grupo procedeu também à uniformização dos textos e à revisão global dos dois volumes.

Os nomes vulgares são acompanhados dos nomes científicos completos e as designações de entidades são apresentadas sem abreviaturas na primeira citação de cada Capítulo, de cada subcapítulo em 3.1, 3.2 e 3.3 e na subdivisão seguinte em 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5, 3.4.6, e 3.4.7. Nas restantes citações apresentam-se só os nomes vulgares ou os nomes científicos abreviados e os nomes das entidades igualmente abreviados.

Os autores e responsáveis pela tradução ou pela tradução e adaptação dos temas do Curso são identificados em IV. A ausência de referência a autores nos Quadros e Figuras significa que são da responsabilidade do(s) autor(es) do respectivo tema.

A bibliografia considerada essencial, referenciada ou não no texto, foi incluída no fim dos Capítulos e fracções de Capítulo, segundo o critério acima referido.

Este Manual só foi possível graças ao apoio da FAO, através do Projecto FAO TPC/POR/8903 (T), e da Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola (DGPPA), a qual, entre outros aspectos, assegurou o financiamento desta edição.

Um agradecimento é devido aos autores dos textos e das traduções pelo excelente trabalho produzido e pelo permanente espírito de colaboração ao longo das várias revisões e adaptações efectuadas a partir

dos documentos iniciais. A H. G. Milaire agradece-se, também, a especial contribuição para a bibliografia. O trabalho desenvolvido pelo grupo de especialistas portugueses constitui uma valiosa demonstração de persistente e eficiente funcionamento de uma equipa interdisciplinar.

Agradece-se a cedência das fotografias, referidas na página 254, que permitiu a sua inclusão neste volume do Manual.

Ao Dr. E. Saouma, Director-Geral da FAO, e ao Dr. L. Brader, Chefe do Serviço de Protecção das Plantas desta Organização e à Comissão Nacional da FAO agradece-se toda a colaboração prestada.

A Eng. Agrón. Amélia Frazão, Directora-Geral de Protecção da Produção Agrícola, agradece-se o permanente apoio e entusiasmo, sem os quais não teria sido possível realizar este trabalho.

Ao Instituto Nacional de Investigação Agrária (em especial à Estação Agronómica Nacional) e ao Instituto Superior de Agronomia agradecem-se as facilidades e apoio.

A dedicada colaboração de Maria Manuela Rocha na realização do trabalho de dactilografia e de José Vieira na elaboração dos desenhos das figuras foi particularmente apreciada e facilitou a elaboração deste Manual.

Lisboa, Junho de 1982.

Os Editores

Pedro Amaro

Mário Baggiolini

Autores e responsáveis pela tradução ou pela tradução e adaptação dos temas do Curso de Protecção Integrada incluídos neste volume

Tema	Autor	Tradução	Tradução e adaptação
Nota prévia	Baggiolini	Amaro	
1 - Introdução	Brader	Amaro	
2 - Os princípios da protecção integrada	Milaire		Amaro
3 - Os componentes da protecção integrada			
3.1 - Introdução	Baggiolini	Amaro	
3.2 - A estimativa do risco	Baggiolini e Milaire	Amaro	
3.3 - A utilização do nível económico de ataque	Baggiolini	Amaro	
3.4 - A escolha dos meios de protecção			
3.4.1. - Generalidades	Amaro		
3.4.2 - Os meios de luta biológica			
Generalidades	Bénassy		Magalhães Silva
Artrópodos entomófagos	Bénassy e Baggiolini		Magalhães Silva
Luta microbiológica	Milaire		Magalhães Silva
3.4.3 - Os meios de luta biotécnica			
Generalidades	Magalhães Silva		
Hormonas e reguladores de crescimento	Magalhães Silva e Baggiolini		
Precocenas e Antiquitinas	Magalhães Silva		
Feromonas	Magalhães Silva e Milaire		
Luta autocida	Bénassy e Milaire		Magalhães Silva
Fago-inibidores	Magalhães Silva		
3.4.4 - Os meios de luta genética	M. L. Borges e Milaire		
3.4.5 - Os meios de luta cultural	M. L. Borges		
3.4.6 - Medidas de quarentena	M. L. Borges		
3.4.7 - Os meios de luta química			
Generalidades. Alguns conceitos. Classificação	Lavadinho e Amaro		
Vias de penetração e modo de acção	Amaro		
Eficácia. Persistência. Efeitos secundários	Lavadinho, Milaire, Baggiolini e Bénassy		
Toxidade. Homologação. Pesticidas e a protecção integrada	Lavadinho		

(Continua)

(Continuação)

Tema	Autor	Tradução	Tradução e adaptação
4 - A introdução da protecção integrada na prática			
4.1 - Introdução	Amaro		
4.2 - As fases da evolução tendente à protecção integrada	Bassino e Milaire		Amaro
4.3 - Os serviços regionais de avisos e a protecção integrada	Audemard	Amaro	
4.4 - A acção dos agricultores e das organizações profissionais	Baggiolini e Bassino		Amaro
4.5 - Biometria, informática e protecção integrada	Audemard		Amaro
5 - As fases da evolução no sentido da protecção integrada			
5.1 - Da luta química cega à protecção integrada	Baggiolini		Amaro
5.2 - Da protecção integrada à produção integrada	Baggiolini	Amaro	
5.3 - Exemplos	Audemard e Bassino		Amaro
6 - O futuro da produção agrícola			
6.1 - Realidades e perspectivas da produção agrícola francesa	Milaire		Amaro
6.2 - A acção da OILB e a produção integrada	Baggiolini		Amaro
6.3 - As directrizes da OILB para a valorização comercial da produção integrada	Baggiolini		Amaro
6.4 - A certificação da qualidade em arboricultura	Milaire e Baggiolini		Amaro
Lista dos nomes vulgares e científicos	Amaro, M.L. Borges e Magalhães Silva		
Glossário sobre protecção integrada	Amaro		
Índice por assuntos	Amaro		

ÍNDICE

	Pág.
EDITORIAL	III
AUTORES E RESPONSÁVEIS PELA TRADUÇÃO OU PELA TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO DOS TEMAS DO CURSO DE PROTECÇÃO INTEGRADA INCLUIDOS NESTE VOLUME	VII
NOTA PRÉVIA SOBRE O CURSO DE PROTECÇÃO INTEGRADA FAO/ /DGPPA	XIII
1 — INTRODUÇÃO	1
2 — OS PRINCÍPIOS DA PROTECÇÃO INTEGRADA	7
2.1 — O ecossistema agrário	7
2.1.1 — Ecologia e ecossistema	8
2.1.2 — Funcionamento de um ecossistema agrário	10
2.2 — A protecção integrada e os ecossistemas agrários	10
2.2.1 — Bases ecológicas	14
2.2.2 — O conceito de protecção integrada	17
2.3 — Bibliografia	19
3 — OS COMPONENTES DA PROTECÇÃO INTEGRADA	19
3.1 — Introdução	20
3.2 — A estimativa do risco	20
3.2.1 — Os princípios da amostragem	24
3.2.2 — Estimativa quantitativa	24
Vigilância	24
Observação visual	26
A técnica das pancadas	28
Armadilhas... ..	31
3.2.3 — Estimativa qualitativa	31
Generalidades	32
Factores abióticos. O clima	41
Factores bióticos	43
Factores culturais	44
Factores económicos e técnicos	45
3.2.4 — Bibliografia	46
3.3 — A utilização do nível económico de ataque	46
3.3.1 — Generalidades	49
3.3.2 — Estimativa do risco imediato e do risco potencial	51
3.3.3 — Significado dos níveis económicos de ataque	54
3.3.4 — Bibliografia	54

	Pág.
3.4 — A escolha dos meios de protecção	55
3.4.1 — Generalidades	55
3.4.2 — Os meios de luta biológica	56
Generalidades	56
Luta biológica por meio de artrópodos entomófagos	66
Luta biológica por meio de microrganismos entomopatogénicos. Luta microbiológica	74
Bibliografia	78
3.4.3 — Os meios de luta biotécnica	81
Generalidades	81
Hormonas e reguladores de crescimento dos insectos	81
Precocenas (anti-hormonas)	86
Antiquitinas	87
Feromonas	88
Substâncias esterilizantes (Luta autocida)	99
Fago-inibidores	104
Bibliografia	105
3.4.4 — Os meios de luta genética	106
Generalidades	106
Meios genéticos de protecção contra doenças	108
Meios genéticos de protecção contra pragas	113
Os meios de luta genética em Portugal	117
Bibliografia	118
3.4.5 — Os meios de luta cultural	120
Bibliografia	126
3.4.6 — Medidas de quarentena	126
Bibliografia	136
3.4.7 — Os meios de luta química	137
Generalidades	137
Alguns conceitos	137
Classificação dos pesticidas	138
Vias de penetração e modo de acção dos pesticidas	139
A eficácia, a persistência e os seus factores	142
A toxicidade dos pesticidas para o homem, animais domésticos e ambiente	150
Efeitos secundários dos pesticidas	152
A homologação dos pesticidas	164
Os pesticidas e a protecção integrada	166
Bibliografia	174
4 — A INTRODUÇÃO DA PROTECÇÃO INTEGRADA NA PRÁTICA	177
4.1 — Introdução	177
4.2 — As fases da evolução tendente à protecção integrada	177
4.2.1 — Investigação	178
4.2.2 — Desenvolvimento experimental	180
4.2.3 — Formação. Assistência técnica. Extensão	181
4.3 — Os serviços regionais de avisos e a introdução da protecção integrada na prática	183
4.3.1 — Os objectivos de um serviço regional de avisos	183
4.3.2 — A estrutura dos serviços regionais de avisos	185
4.4 — A acção dos agricultores e das organizações profissionais	188
4.4.1 — A importância do agricultor na introdução da protecção integrada na prática	188
4.4.2 — Organizações profissionais de agricultores na Suíça	189
4.4.3 — Organizações profissionais de agricultores em França	191
4.5 — As possibilidades de utilização da biometria e da informática no sector da protecção integrada	195
4.5.1 — Generalidades	195
4.5.2 — Amostragem e obtenção de dados	195

	Pág.
4.5.3 — A análise de sistemas e a modelização	198
4.5.4 — Os bancos de dados	204
4.6 — Bibliografia	204
5 — AS FASES DA EVOLUÇÃO NO SENTIDO DA PROTECÇÃO INTEGRADA	207
5.1 — Da luta química cega à protecção integrada	207
5.2 — Da protecção integrada à produção integrada	209
5.3 — Exemplos de introdução de métodos fitossanitários, segundo os princípios da protecção integrada	212
5.3.1 — Pomar de macieiras	212
5.3.2 — Vinha	216
5.4 — Bibliografia	219
6 — O FUTURO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO MUNDO: DA PROTECÇÃO INTEGRADA À PRODUÇÃO AGRÍCOLA INTEGRADA	221
6.1 — Realidades e perspectivas da produção agrícola francesa	221
6.2 — A acção da OILB em favor da produção integrada. A mensagem de Ovrornaz	223
6.3 — As directrizes da OILB para a valorização comercial da produção integrada	224
6.4 — A certificação da qualidade em arboricultura	229
6.5 — Bibliografia	231
ANEXO 1 — Alunos participantes no Curso de Protecção Integrada	233
ANEXO 2 — Ficha GALTÍ de registo de resultados da observação visual ...	235
ANEXO 3 — Ficha ACTA de registo de resultados da observação visual-mac cieiras, estado G-J	236
ANEXO 4 — Ficha GALTÍ de registo da estimativa de capturas por pancadas	237
ANEXO 5 — Ficha ACTA de registo da estimativa de capturas por pancadas	238
ANEXO 6 — Reprodução do «Cahier d'exploitation parcellaire» adoptado pelo GALTÍ	239
ANEXO 7 — Trabalhos e observações indispensáveis ao nível da parcela a realizar pelos arboricultores em produção integrada	248
ANEXO 8 — Ficha de controlo e qualidade do pomar para atribuição da mar- ca de qualidade OILB/GALTÍ	249
LISTA DOS NOMES VULGARES E CIENTÍFICOS	251
ORIGEM DAS FOTOGRAFIAS	254
LISTA DE ABREVIATURAS	256
GLOSSARIO SOBRE PROTECÇÃO INTEGRADA	257
INDICE POR ASSUNTOS	269

NOTA PRÉVIA SOBRE O CURSO DE PROTECÇÃO INTEGRADA FAO/DGPPA

I — Motivações e objectivos

As principais razões do interesse manifestado por Portugal à FAO para o desenvolvimento das técnicas de protecção integrada resultaram dos inconvenientes inerentes à utilização irracional e excessiva da luta química na protecção das plantas e, também, dos perigos de uma industrialização desequilibrada da agricultura. Na verdade, essa evolução é considerada, hoje, como fundamental para assegurar o aumento e a melhoria da produção agrícola do País, evitando o agravamento dos problemas causados, à escala mundial, pela contaminação do ambiente, pelos resíduos dos pesticidas e pela deficiente utilização da energia.

A recente criação da Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola (DGPPA) e das Direcções Regionais no Ministério da Agricultura e Pescas abriu novas perspectivas ao progresso no sector da protecção das plantas, enquadrado num programa de promoção do desenvolvimento da agricultura, que pretende respeitar as exigências ecológicas e económicas preconizadas pela protecção integrada.

Neste sentido, procurou-se obter o apoio financeiro da FAO para a realização de um Curso intensivo sobre os princípios gerais e a metodologia da protecção integrada, destinado essencialmente a um grupo de técnicos, investigadores e docentes, que certamente participarão no futuro desenvolvimento da produção agrícola do País.

Os principais objectivos deste Curso podem resumir-se em:

- a) formar o pessoal responsável pela assistência técnica regional, a fim de se concretizar a fase de extensão experimental e demonstrativa das técnicas integradas, de modo a alcançar, em seguida, com uma melhor participação responsável dos agricultores, a produção integrada;

- b) motivar e formar, na utilização destas técnicas, o jovem pessoal de investigação e de ensino no sector da protecção das plantas;
- c) assegurar a preparação de um manual sobre protecção integrada.

2 — Programa e Regulamento

2.1 — Organização

O Curso foi organizado e realizado no âmbito da DGPPA, com o amplo apoio da Directora-Geral (Eng. Agrón. Amélia Frazão) e dos respectivos Serviços, na base de um projecto [Projecto FAO TPC/POR/8903(T)] estabelecido, em Novembro de 1979, entre o Ministro da Agricultura e Pescas de Portugal e o Director-Geral da FAO. O Chefe do Serviço de Protecção das Plantas da FAO, Dr. L. Brader, assegurou a indispensável coordenação e apoio técnico.

As actividades de ensino abrangeram duas épocas distintas:

Primeira fase — *O período principal teórico e prático de Outono*, com duração de três semanas, decorreu em Lisboa entre 22 de Setembro e 10 de Outubro de 1980.

A parte teórica, especialmente desenvolvida (83 lições ou exposições), e as práticas de laboratório foram realizadas na DGPPA, na Tapada da Ajuda, em Lisboa.

A parte prática, abrangendo as demonstrações no campo, foi efectuada em pomares, vinhas e olivais na região do Ribatejo e Oeste.

Segunda fase — *O período complementar de Primavera* foi essencialmente itinerante, tendo decorrido entre 6 e 15 de Abril de 1981.

Consagrada, sobretudo, ao ensino prático e ao intercâmbio entre alunos e docentes, esta segunda fase permitiu o exame e a discussão «no campo» dos projectos de trabalho, colectivos ou individuais, apresentados pelos alunos, em complemento do ensino teórico.

2.2. — Parte teórica

A matéria foi distribuída por três semanas do período de Outono:

a) Primeira semana — *Os princípios e os componentes da protecção integrada*

Além das bases ecológicas foram considerados os seguintes componentes:

- a estimativa do risco;
- a utilização do conceito de nível económico de ataque;

- a escolha dos meios de protecção (em particular o estudo dos meios biológicos, biotécnicos, genéticos, culturais e químicos).
- b) Segunda semana — *O estudo das possibilidades de aplicação prática dos métodos de protecção integrada nas principais culturas portuguesas.* Foram seleccionadas as culturas da vinha, macieira, pereira, pessegueiro, oliveira, citrinos, batateira, trigo e milho, e foi dada especial atenção aos inimigos e aos problemas particularmente importantes em Portugal.
- c) Terceira semana — *A introdução da protecção integrada na prática.*

Foram sucessivamente consideradas:

- as actividades de investigação desenvolvimento experimental, formação e extensão;
- a função dos serviços regionais de avisos (com a contribuição da informática), das empresas de pesticidas, das organizações profissionais e a acção e responsabilidade do agricultor;
- as fases evolutivas da protecção integrada, desde a luta química cega.

Na matéria abordada no Curso, o estudo dos pesticidas (primeira semana) teve um desenvolvimento relativamente importante em relação aos outros meios de protecção, tendo em consideração a necessidade de transmitir noções suficientes sobre estes meios de luta complementares, que desempenham um papel importante em protecção integrada e a indispensabilidade de os conhecer bem, de modo a serem utilizados somente se necessário e quando necessário.

Também na escolha dos assuntos para estudo das possibilidades práticas de utilização dos princípios da protecção integrada, nas condições portuguesas (segunda semana), *foram considerados, sobretudo, os problemas postos pelas pragas (insectos e ácaros)*, relativamente aos quais se dispõe de mais conhecimentos e de metodologias suficientemente testadas. Assim, de um modo geral, o Curso não abrangeu com tanta frequência problemas inerentes à luta contra doenças e infestantes, problemas que, muitas vezes, exigem número crescente de intervenções fitossanitárias. Estes assuntos têm sido submetidos a investigação e experimentação, muitas vezes com resultados prometedores, mas ainda não atingiram a fase de divulgação experimental em esque-

e extensão e a *formação profissional do próprio agricultor* (terceira semana). Na verdade, a valorização da profissão de agricultor, que é uma das finalidades e uma das resultantes da produção integrada, baseia-se na participação mais consciente e mais activa do agricultor. Assim, a primeira preocupação daqueles que têm a responsabilidade da divulgação das técnicas agrícolas consiste em trabalhar «no campo», em contacto directo com o agricultor.

2.3 — Parte prática

Durante a primeira e a segunda fase do Curso realizaram-se demonstrações práticas no campo, em especial sobre:

- estimativas das populações de pragas pelo método da observação visual utilizado em pomares e vinhas;
- estudos da fauna (artrópodos nocivos, úteis e indiferentes) pelo método das pancadas, efectuados em culturas de macieira, pereira e citrinos, abrangendo colheita, separação e identificação em laboratório;
- conhecimento de armadilhas destinadas à captura das principais pragas.

2.4 — Escolha dos candidatos

A participação no Curso, segundo o regulamento, foi limitada a um grupo restrito de alunos (33 participantes), provenientes do Ministério da Agricultura e Pescas e das Universidades, dispondo de um mínimo de três anos de experiência profissional. O Curso destinava-se, contudo, em especial, aos responsáveis pelos serviços de avisos e pela assistência técnica no sector da protecção das plantas das várias regiões agrícolas do País (ver Anexo 1). Estes candidatos (17 técnicos) participaram prioritariamente nos trabalhos de campo e laboratório.

2.5 — Direcção técnica

A responsabilidade técnica da direcção do Curso foi confiada a:

- Dr. Mário Baggiolini, Tattes d'Oie, 2, CH-1260 Nyon (Suíça), nomeado Director do Curso pela FAO.
- Investigador Eng. Agrón. Gabriel de Magalhães Silva, Chefe do Departamento de Entomologia da Estação Agronómica Nacional,

Oeiras (Instituto Nacional de Investigação Agrária), nomeado co-Director do Curso, pelo Secretário de Estado do Fomento Agrário do Governo português.

3 — Corpo docente e corpo discente

As aulas do Curso foram ministradas por:

- Cinco professores portugueses

Prof. Dr. Eng. Agrón. Pedro Amaro	Instituto Superior de Agronomia Tapada da Ajuda, 1300 Lisboa
Investigador Dr. ^a Maria de Lourdes Borges	Estação Agronómica Nacional 2780 Oeiras
Eng. Agrón. Eduardo Júlio	Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola Quinta do Marquês, 2780 Oeiras
Investigador Dr. Eng. Agrón. António M. P. Lavadinho	Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola Quinta do Marquês, 2780 Oeiras
Investigador Eng. Agrón. Gabriel de Magalhães Silva	Estação Agronómica Nacional 2780 Oeiras

- Seis professores estrangeiros, consultores da FAO

Dr. Ing. Henri Audemard	INRA, Station de Zoologie Domaine de St.-Paul F-84140 Montfavet, Avignon (França)
Dr. Mário Baggiolini	Tattes d'Oie 2 CH-1260 Nyon (Suíça)
Ing. Jean-Pierre Bassino	ACTA MNE 149, rue de Bercy F - 75595 Paris (França)
Dr. Claude Bénassy	INRA, Station de Lutte Biologique Route de Biot F-06569 Valbonne (França)
Ing. Lucas Lescar	Institut Technique des Céréales et des Fourrages Station Expérimentale Boigneville F-91720 Maise (França)
Dr. Henri Georges Milaire	INRA, Station de Zoologie Etoile de Choisy — Route de Saint Cyr F-78000 Versailles (França)

É de destacar que cinco dos consultores da FAO são especialistas conhecidos, membros activos da Organização Internacional de Luta Biológica (OILB), com tradição comum de experimentação e intercâmbio. Esta homogeneidade do corpo docente contribuiu certamente para o excelente espírito de compreensão e confiança entre professores e alunos que caracterizou e assegurou o desenvolvimento do Curso.

O grupo de 33 alunos abrangeu representantes de vários organismos:

• Direcções Regionais de Agricultura	12
• Serviços de Agricultura dos Açores e Madeira	3
• Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola	2
• Escolas Superiores de Agricultura (Lisboa, Évora, Vila Real e Açores)	8
• Instituto Nacional de Investigação Agrária	1
• Monitores	5
• Secretariado técnico	2

A lista completa dos alunos do Curso está incluída no Anexo 1.

As línguas oficiais do Curso foram o português e o francês. Para melhorar a compreensão e a eficácia do ensino dos consultores da FAO e para facilitar a adaptação às condições locais, a maior parte das exposições em francês foi completada com um comentário de um professor português.

4 — Material didáctico

Além de resumos e de esquemas sobre as matérias leccionadas, foi distribuída aos alunos *vária documentação* incluindo:

- esquemas-tipo de programas de tratamento sobre vinha, oliveira, macieira e pereira, publicados pela DGPPA e INIA;
- guias dos produtos fitofarmacêuticos publicados pelo Laboratório de Fitofarmacologia e pela DGPPA;
- três brochuras de vulgarização da luta integrada sobre «Contrôle visuel» e «Auxiliaires», da OILB;
- seis brochuras sobre «Lutte intégrée» em macieira, pessegueiro e vinha e, ainda, «Lutte intégrée», «Insectes auxiliaires» e «Stades de développement des plantes cultivées», da «Association de Coordination Technique Agricole» (ACTA);

- sete brochuras sobre milho e trigo editadas pelo «Institut Technique des Céréales et des Fourrages» (ITCF).

Para os *trabalhos práticos* foi fornecido aos alunos material óptico de campo e de laboratório e dispositivos de amostragem.

Durante o Curso exibiram-se *filmes de vulgarização* sobre protecção das plantas, na óptica da protecção integrada, amavelmente cedidos por instituições francesas e suíças. Por vezes, estes filmes precederam os convívios organizados semanalmente e em que participaram docentes, alunos e responsáveis da DGPPA.

5 — Resultados

A previsão sobre a concretização das esperanças que levaram à realização do Curso é, sem dúvida, problemática. Os objectivos visados são de facto muito ambiciosos, sendo consideráveis os obstáculos a vencer para atingir as diferentes fases da evolução proposta no Curso.

Os resultados positivos obtidos com o Curso levam, porém, a um certo optimismo e encorajam a continuar:

- a) O primeiro resultado, e certamente o mais prometededor, reside *no interesse e na motivação entre os alunos*.

As discussões e o intercâmbio estabelecidos entre os professores portugueses, os consultores da FAO e os alunos, durante o Curso e muitas vezes no campo, contribuíram para criar um clima de confiança em relação à nova maneira de abordar a protecção das plantas, e para abrir novas perspectivas de acção.

- b) De acordo com esta orientação, no fim do Curso os alunos elaboraram *projectos de trabalho* regionais, colectivos ou individuais, destinados a contribuir para a introdução prática dos métodos de protecção nas culturas.

Estes projectos abrangem diferentes tipos de actividade:

- de *investigação*: aperfeiçoamento dos conhecimentos faunísticos, biológicos e epidemiológicos dos principais inimigos das culturas;
- de *desenvolvimento experimental*: determinação, nas «culturas experimentais» de métodos de amostragem, de níveis económicos de ataque, de métodos de protecção adaptados às condições do País, nomeadamente a fim de aperfeiçoar os avisos.

Consideraram-se em especial: a macieira [nomeadamente aranhão-vermelho (*Panonychus ulmi*) e bichado (*Cydia pomonella*)], a vinha [traças-da-uva (*Lobesia botrana* e *Eupoecilia ambiguella*) e podridão-cinzenta (*Botrytis cinerea*)], a pereira (psilas), o pessegueiro, a oliveira, os citrinos, a batateira, os cereais e o tomateiro;

- de *extensão supervisionada*: em culturas-piloto que deverão ser o local de encontro de investigadores, técnicos e agricultores responsáveis pela protecção das plantas e pelas técnicas culturais.

Em geral, trata-se de *projectos de trabalho* colectivos e regionais, agrupando pessoal de investigação e de assistência técnica das Direcções Regionais de Agricultura e pessoal de investigação e técnico da DGPPA e do INIA.

Estes projectos representam importante envolvimento dos participantes no Curso, o que merece o devido reconhecimento e apoio dos responsáveis pela agricultura portuguesa.

- c) Aliás, neste sentido, os responsáveis pelos Serviços de Protecção das Plantas portugueses deram início à preparação de um novo projecto (apoando-se ainda na ajuda da FAO) destinado a fomentar o progressivo interesse das autoridades portuguesas pelo sector da protecção das plantas.

O *projecto PNUD sobre protecção integrada*, previsto para a duração de cinco anos, permitirá, na verdade, apoiar, e de certo modo desenvolver, os projectos de trabalho regionais que se tornarão, assim, parte integrante do novo projecto. Deve realçar-se que a ajuda financeira, assaz modesta, que o PNUD e a FAO proporcionarão no âmbito deste projecto, é essencialmente destinada à assistência de especialistas estrangeiros e à permanência de estagiários portugueses em instituições estrangeiras.

- d) O resultado imediato, mais importante e mais concreto do Curso, é, sem dúvida, o Manual de *Introdução à protecção integrada*.

Este Manual, essencialmente destinado a técnicos e investigadores da protecção das plantas, aos professores e alunos do ensino agrícola e aos técnicos das empresas de pesticidas, constitui um meio de prolongar o Curso a todos aqueles que se preocupam com a evolução da produção agrícola portuguesa.

Perante a vastidão do projecto em vista, este Manual, como aliás o Curso, constituem somente um modesto começo. Contudo, convictos

da necessidade desta evolução e tomando em consideração as circunstâncias favoráveis que se abrem à transformação da agricultura portuguesa, apresenta-se com confiança e optimismo esta contribuição, desejando que esta mensagem seja compreendida pelos técnicos, investigadores e pelos docentes a quem é destinada.

Espera-se, ainda, que através deles esta mensagem possa chegar, ampliada e melhorada, aos agricultores portugueses.

Pela equipa de professores do Curso

Mário Baggiolini

1 — INTRODUÇÃO

L. Brader (FAO)

A palavra «integrada» foi utilizada, pela primeira vez nos anos cinquenta, na expressão *luta integrada*, para traduzir a reunião, na prática, de dois conceitos: a luta química e a luta biológica. A integração das vantagens dos dois conceitos foi proposta para alcançar uma protecção das culturas que proporcionasse os mais satisfatórios resultados técnicos. Desde então esta integração evoluiu imenso, nomeadamente no que se refere: a um melhor conhecimento da importância económica dos prejuízos causados pelas pragas; ao estabelecimento de sistemas de avisos aperfeiçoados pela utilização de melhores métodos de amostragem e de captura; à demonstração da importância de diferentes factores não químicos na redução das pragas e no fomento dos inimigos naturais. Também devem mencionar-se, sobretudo, os métodos culturais, a selecção de cultivares mais resistentes e o desenvolvimento de meios de luta mais selectivos, sejam químicos ou biológicos.

Estes diferentes aspectos são tratados em pormenor durante este *Curso de protecção integrada*. Anteriormente falava-se principalmente da *luta integrada*, mas, dada a evolução entretanto operada, a palavra «protecção» exprime novamente uma modificação fundamental. Isto é, não se trata mais de uma simples luta, com um único método contra esta ou aquela praga, mas sim da *protecção das culturas através de um conjunto de acções e meios complementares apropriados*.

O desenvolvimento da protecção integrada é necessário em virtude das insuficiências da luta química, que sozinha não satisfaz, nem no plano técnico, nem no económico, nem no ambiental. No plano técnico verifica-se que os tratamentos químicos não proporcionam soluções permanentes relativamente à melhoria do estado sanitário das plantas, pelo que é preciso geralmente tratar mais, e mais frequentemente, com doses cada vez mais elevadas, para se alcançarem resultados satisfa-

tórios. Em consequência, os custos aumentam progressivamente. Além disso surgem problemas de poluição do ambiente de crescente importância.

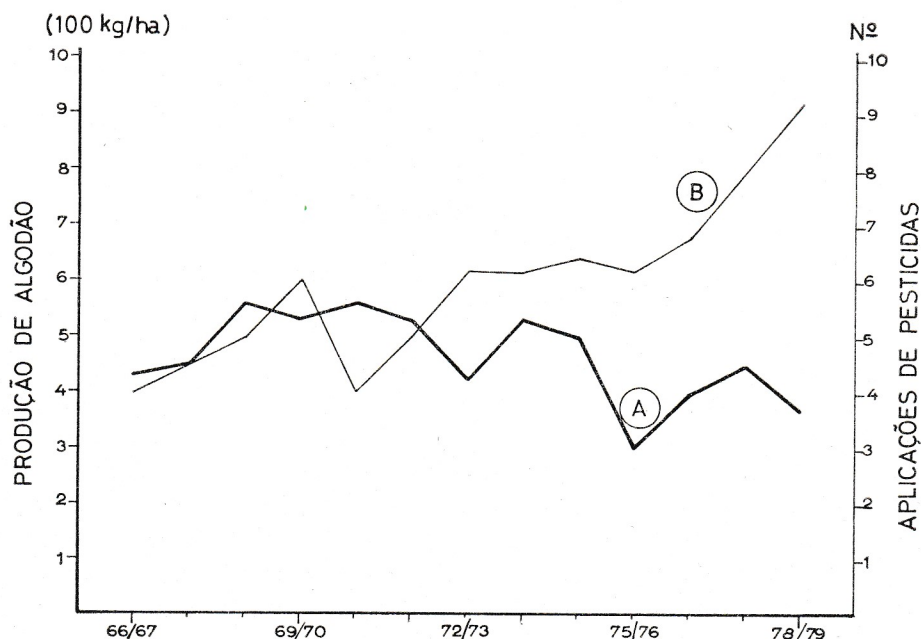


Fig. 1.1 — Evolução da produção de algodão (A) e do número de tratamentos fitossanitários (B) em Gezira, Sudão (Eveleens & Amin, 1978).

A verificação de que os tratamentos químicos contra as pragas não conduzem à melhoria do estado sanitário das plantas (Fig. 1.1) é, ainda, o mais inquietante. Até se observa que os tratamentos com pesticidas se tornaram uma parte integrante da produção agrícola. A comparação dos dados correspondentes aos últimos 35 anos (o período de grande desenvolvimento dos pesticidas sintéticos) mostra que as culturas têm cada vez mais problemas fitossanitários. O mundo moderno chegou a uma situação em que não é possível produzir a maior parte dos produtos agrícolas sem utilizar permanentemente grandes quantidades de pesticidas.

Não se dispõe, em geral, de números pormenorizados referentes aos prejuízos causados pelos inimigos das culturas. Os dados relativos aos Estados Unidos da América revelam que, enquanto a utilização dos pesticidas tem aumentado sempre, os prejuízos também têm aumentado, em especial no caso das pragas. Os prejuízos causados pelas pragas em 1904 foram de 9,8 %, no período 1910-35 atingiram 10,5 %, tendo bai-

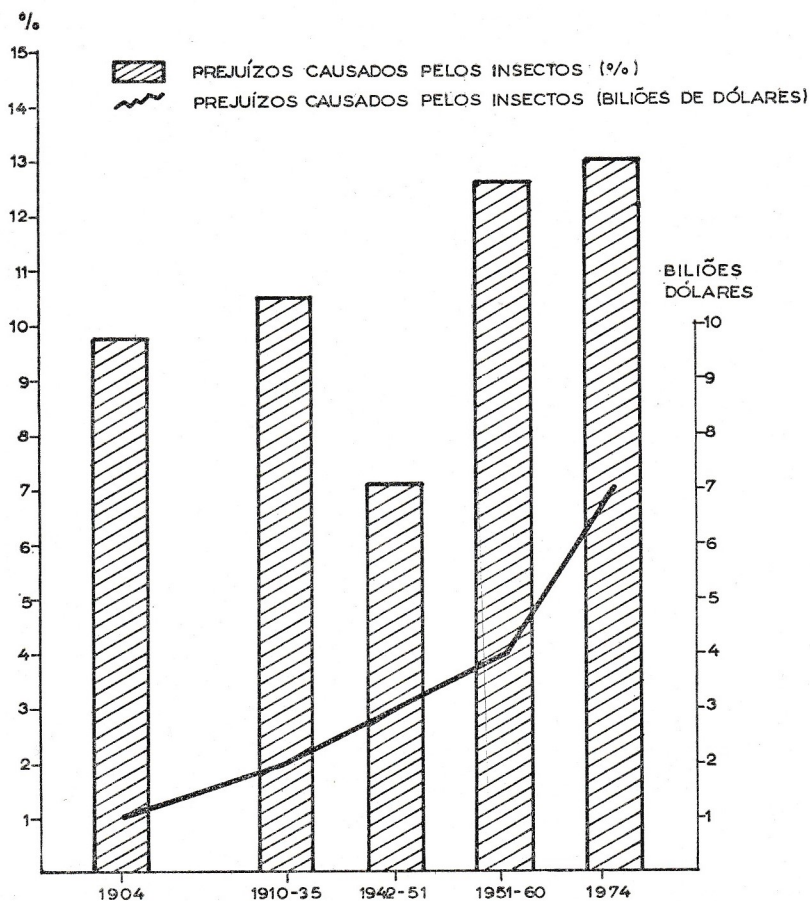


Fig. 1.2 — Evolução dos prejuízos causados pelos insetos nas culturas agrícolas nos EUA (Pimentel, 1978).

xado a 7,1% no período de 1942-51. Desde então, os prejuízos têm aumentado sempre, atingindo 13 % em 1974 (Fig. 1.2).

Deste modo está claramente demonstrado que a protecção das plantas, na base da luta química, é uma solução errada. Felizmente, a acção de investigadores trabalhando de forma coordenada permitiu desenvolver o método agora designado por protecção integrada. Estes estudos, com carácter de actividade pioneira, começaram no fim da década de quarenta, início da de cinquenta. Na Europa foi dada prioridade a estes trabalhos onde havia mais graves problemas, isto é, nas fruteiras. A Organização Internacional de Luta Biológica (OILB) deu especial apoio a estas investigações. Nos EUA os estudos foram especialmente desenvolvidos na cultura do algodão. Não é possível analisar em

pormenor, nesta Introdução, a história da protecção integrada. O mais importante é verificar já estar amplamente demonstrado ser possível propor um método de protecção das plantas que dá resultados técnicos muito satisfatórios e permite reduzir em mais de 50% o emprego de pesticidas, com todas as vantagens implícitas.

A FAO está activamente envolvida em trabalhos de protecção integrada desde 1965. Neste ano organizou, o que se pode chamar, o primeiro Simpósio mundial sobre luta integrada (FAO, 1965). Esse Simpósio fez uma apreciação dos progressos realizados até então e recomendou, com ênfase, que a FAO liderasse o desenvolvimento da luta integrada. Numa primeira fase a FAO criou um Grupo de especialistas para a aconselhar nas actividades a empreender.

A maior parte dos trabalhos sobre a luta integrada, nessa época, eram realizados na Europa e na América do Norte. Em virtude desta situação, o Grupo de especialistas, que se reúne, em geral, anualmente, insistiu sobre a necessidade da FAO se ocupar mais de trabalhos de campo e não se limitar às discussões dos resultados já obtidos ou à simples transmissão de recomendações aos países-membros. Deste modo foram organizadas visitas de especialistas a diferentes países em desenvolvimento, na sequência das quais se elaboraram projectos e se procedeu à sua execução. Tornou-se evidente ser indispensável dispor de uma estrutura permanente para assegurar o rápido desenvolvimento dos trabalhos de campo. Nesse sentido foi proposto, em 1974, dar início ao Programa Mundial Conjunto FAO/PNUE para a organização e aplicação da protecção integrada em agricultura. Esse Programa tornou-se operacional desde 1975, e tem por objectivo o desenvolvimento da protecção integrada através de: difusão de informação; implantação de campos de demonstração; formação; investigação aplicada; e apoio aos serviços de extensão e assistência técnica. O algodão, o arroz, o sorgo e o milho foram escolhidos como culturas prioritárias, tendo-se previsto estas actividades numa base regional (FAO, 1975).

Entretanto procedeu-se à elaboração e divulgação de várias publicações sobre directrizes a adoptar na protecção integrada em várias culturas, como algodão (Falcon & Smith, 1973), arroz (FAO, 1979a), milho (Bottrell, 1979) e sorgo (FAO, 1979b).

Os maiores progressos na protecção integrada têm sido alcançados na Europa e na América do Norte, em especial se for tomada em consideração a amplitude dos trabalhos realizados. Contudo, resultados práticos espectaculares têm sido obtidos frequentemente em países com débeis infra-estruturas, mas onde foram postas em prática boas noções de base, e, por razões meramente de carácter económico ou pelo fra-

casso quase total da luta química, se foi forçado a obter rapidamente resultados práticos, sem prévio período de prudente experimentação. Neste sentido podem referir-se os sucessos obtidos, na luta contra as pragas do algodão, no Peru, através de uma melhor selecção dos pesticidas e pela adopção de boas técnicas culturais. O mesmo se verificou na cultura do algodão no Egipto e, em casos mais isolados, na Colômbia, Salvador e Nicarágua. Merecem referência também os excelentes resultados obtidos recentemente na cultura da soja no Brasil e na cultura do arroz, na Índia e na Tailândia. Contudo, o caso mais espectacular é certamente a amplitude dos trabalhos realizados na China e a vastidão das áreas em que se utiliza a protecção integrada em culturas, como o arroz, o milho, o trigo e o algodão. Este facto tem particular interesse para a FAO, pois na China são adoptados geralmente métodos muito simples que exigem para a sua aplicação uma participação mínima da investigação e dos serviços de extensão (Brader, 1979).

Deste modo, a protecção integrada tornou-se na melhor resposta às crescentes exigências de uma protecção das plantas eficaz, económica e que proporcione uma verdadeira melhoria do estado sanitário das plantas.

A todo o momento se insiste na necessidade de aumento da produção agrícola mundial. E, geralmente, a este respeito, a protecção das plantas não é considerada ou pouca importância se lhe atribui. E, contudo, duas questões-chave justificam plenamente que se reconheça uma grande parte da importância deste domínio:

- uma agricultura mais intensiva, que utilize, por exemplo, mais água, mais adubos e a repetição de culturas afins por ano, é muito mais susceptível aos inimigos das culturas se medidas adequadas não forem tomadas a tempo;
- os prejuízos causados actualmente pelos inimigos das culturas são estimados em, pelo menos, 30% e os números citados anteriormente para os EUA evidenciam que os prejuízos têm tendência para aumentar.

De facto, os prejuízos causados pelos inimigos das culturas têm ocorrido frequentemente a níveis desastrosos em situações em que foram adoptadas novas técnicas de produção sem assegurar adequadas medidas de protecção fitossanitária. Por outro lado, dispõe-se hoje de conhecimentos que permitem afirmar que os actuais prejuízos poderiam ser reduzidos a metade, se uma acção, coordenada e bem apoiada pelas autoridades oficiais, fosse desenvolvida no domínio da protecção das

plantas. É evidente que tais resultados não seriam obtidos num curto prazo, mas a importância do problema bem merece ser devidamente considerada.

A protecção integrada proporciona adequada solução ao problema da escassez de produtos agrícolas. Nestas circunstâncias a *FAO, nos seus programas de protecção das plantas, atribui a mais alta prioridade à protecção integrada*. E este Curso em Lisboa demonstra que as autoridades portuguesas estão a adoptar a mesma política.

O Curso vai certamente ser um sucesso e é motivo de particular satisfação a sua realização com o apoio básico de especialistas e de trabalhos da OILB.

A finalizar deseja-se exprimir a esperança de que as actividades a desenvolver durante o Curso sejam prosseguidas através do mais amplo desenvolvimento da protecção integrada noutros países.

Bibliografia

- BOTTRELL D. G. (1979). *Guidelines for integrated control of maize pests*. FAO Pl. Prod. Prot. Pap., 18. FAO, Rome.
- BRADER, L. (1979). Integrated pest control in the developing world. *A. Rev. Ent.*, 24: 225-254.
- EVELEENS, K. G. & AMIN, T. (1978). *Status of cotton insect pests in Sudan and identification of needs of the development and application of integrated control*. Wk. Pap. 8th sess. FAO Panel experts integrated pest control, Rome, 4-8 Sept. 1978. AGPP, 1979/M/1, Rome.
- FALCON, L. A. & SMITH, R. F. (1973). *Directives pour la lutte intégrée contre les ennemis du cotonnier*. FAO, Rome, AGPP, Misc./8.
- FAO (1965). *Proceedings FAO Symposium on integrated pest control*. Rome.
- FAO (1975). *The development and application of integrated pest control in agriculture. Formulation of a cooperative global programme*. Report ad hoc sess. FAO Panel experts integrated pest control, Rome, 15-25 Oct. 1974. Rome.
- FAO (1979a). *Directives pour la lutte intégrée contre les ennemis du riz*. Étud. FAO: Prod. Végétal Prot. Pl., 14. FAO, Rome.
- FAO (1979b). *Elements of integrated control of sorghum pests*. FAO Pl. Prod. Prot. Pap. 19. FAO, Rome.
- PIMENTEL, D. (1978). Socioeconomic and legal aspects of pest control. In: SMITH, E. H. & PIMENTEL, D. (Eds.) (1978). *Pest Control Strategies*. Academic Press, New York: 55-71.

2 — OS PRINCÍPIOS DA PROTECÇÃO INTEGRADA

2.1 — O ecossistema agrário

2.1.1 — *Ecologia e ecossistema*

A *ecologia* estuda as relações recíprocas entre os organismos vivos e entre estes e o seu ambiente.

O *ambiente* abrange o conjunto dos *factores ecológicos*, isto é, dos factores susceptíveis de actuarem directamente sobre os seres vivos, pelo menos durante uma fase do seu ciclo. Os factores ecológicos são de natureza *abiótica*, física, ou exógena (luz, temperatura, precipitações atmosféricas) e *biótica* (isto é, todos os seres vivos que se encontram na área ocupada pela espécie em estudo).

Em ecologia o termo *população* significa o conjunto de indivíduos da mesma espécie vivendo numa área determinada.

A *biocenose* é uma comunidade ou um conjunto de seres vivos reunidos numa dada área pela atracção que sobre eles exercem diferentes factores do ambiente. Essa comunidade é caracterizada por uma composição determinada de espécies vegetais e animais, dependendo os seus membros uns dos outros, oscilando a composição do conjunto em número de espécies e em número de indivíduos de cada espécie sob a influência de factores externos e internos, em relação a um estado denominado *equilíbrio biológico*.

O espaço ou território ocupado pelos membros da biocenose é designado *biótopo*.

A biocenose e o biótopo são dois elementos que reagem um sobre o outro produzindo um sistema mais ou menos estável, o *ecossistema*.

As interacções entre os componentes de um ecossistema (atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera) são representadas esquematicamente na Fig. 2.1.

Os ecossistemas constituem, em certa medida, unidades funcionais independentes e que podem subsistir como tal, havendo um intercâmbio mínimo com outros ecossistemas. Os ecossistemas têm dimensão muito diversa, podendo limitar-se a um aquário, ou a uma árvore, ou alargar-se a um lago, a um pomar, a uma floresta, ou mesmo a um oceano, ou a um continente.

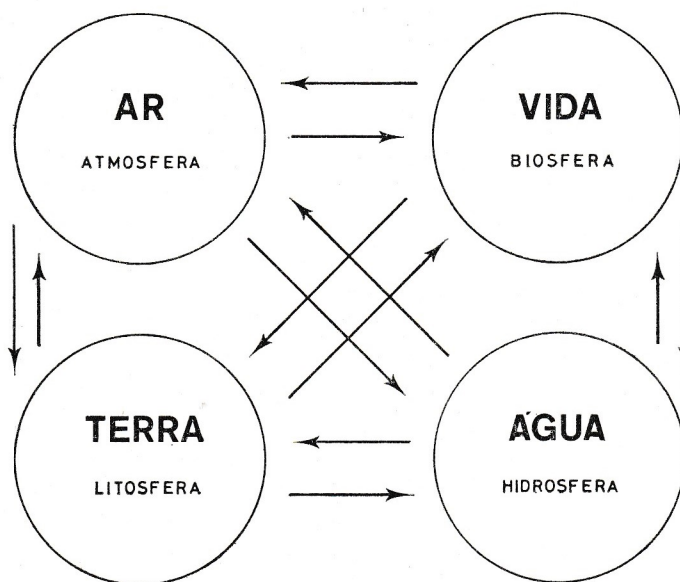


Fig. 2.1 — Interacções entre os componentes de um ecossistema (Rosnay, 1975).

Os *ecossistemas agrários* são constituídos por biocenoses evoluindo em biótopos correspondentes a áreas em que se desenvolvem actividades agrárias, como uma cultura agrícola, uma pastagem e o respectivo gado ou uma cultura florestal ou, ainda, uma região natural integrando esses três tipos de actividade agrária.

2.1.2 — *Funcionamento de um ecossistema agrário*

Os factores bióticos de um ecossistema, ou seja, a biocenose, podem agrupar-se em três categorias, consoante as funções que desempenham:

- a) *organismos produtores* — organismos autotróficos, na maioria plantas verdes, capazes, através de fotossíntese, de elaborar com-

postos orgânicos, isto é, alimento, a partir de substâncias inorgânicas simples;

b) *organismos consumidores* — organismos heterotróficos, na maioria animais que se alimentam de outros organismos ou de partículas de matéria orgânica; a par dos *consumidores primários*, animais herbívoros (como o boi, o coelho, os insectos desfolhadores, os insectos xilófagos e os peixes herbívoros) que consomem directamente as matérias vegetais, existem os *consumidores secundários*, animais carnívoros [como o tigre, o lúcio (*Esox lucius*) e a louva-a-Deus] que vivem à custa dos consumidores primários;

c) *organismos decompositores* — organismos heterotróficos (como animais que se alimentam de cadáveres e principalmente os fungos e bactérias saprófitas) que decompõem as substâncias existentes nos organismos mortos, absorvendo uma parte dos produtos decompostos e libertando substâncias simples utilizáveis pelos produtores.

Estes diferentes organismos são interdependentes do ponto de vista alimentar, chamando-se *cadeia alimentar* ao conjunto de animais e vegetais que dependem sucessivamente uns dos outros no que respeita à alimentação.

As interacções das três categorias de factores bióticos de um ecossistema constituem, afinal, a *fase orgânica dos ciclos ecológicos*, verdadeiro motor que assegura o funcionamento do ecossistema (Fig. 2.2).

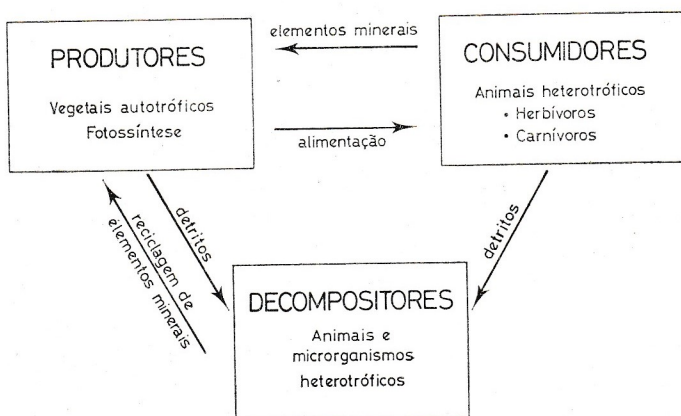


Fig. 2.2 — Fase orgânica dos ciclos ecológicos (Rosnay, 1975).

A *transferência de energia* na cadeia alimentar é esquematizada na Fig. 2.3.

As interações que regulam o funcionamento de um ecossistema agrário levam à formação de uma situação de *estabilidade dinâmica* entre os seus componentes. Deste modo as populações de seres vivos que compõem a biocenose evoluem à volta dum certo nível de equilíbrio, já atrás referido por *equilíbrio biológico*.

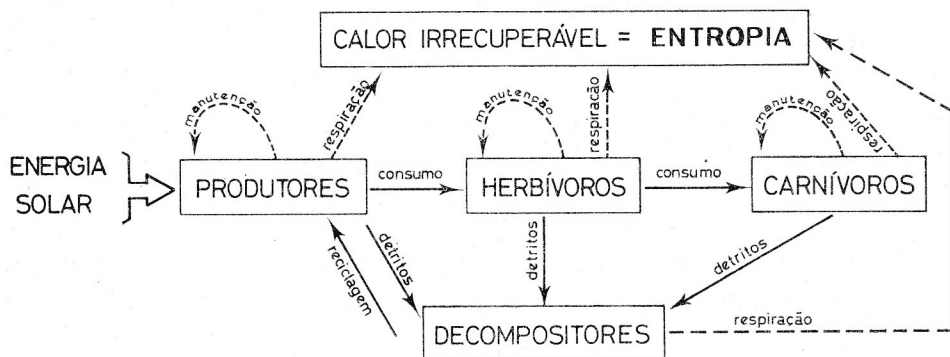


Fig. 2.3 — Transferência de energia na cadeia alimentar (Rosnay, 1975).

Estes níveis de equilíbrio abrangem também os organismos que podem ser nocivos às culturas, isto é, os *inimigos das culturas*. De facto, nesta categoria, os níveis populacionais atingidos por estes organismos traduzem-se em prejuízos económicos para as culturas, tornando-se necessário, então, proceder à *protecção fitossanitária* destas.

2.2 — A protecção integrada e os ecossistemas agrários

2.2.1 — Bases ecológicas

Os agricultores procuram alcançar o melhor rendimento nas suas culturas. Neste contexto, a planta cultivada ocupa a posição central em cada ecossistema agrário.

O desenvolvimento e o estado sanitário da planta são condicionados por um conjunto de factores interdependentes: natureza das cultivares, rotação, mobilização do solo, fertilização, rega, amanhos e grangeios, desenvolvimento de pragas, doenças e infestantes, etc.

Muitas vezes admite-se que a utilização de um produto fitofarmacêutico na luta química se traduz por uma *relação simples*: acção de um insecticida contra afídeos, de um fungicida contra fungos, de um

herbicida contra infestantes. Na verdade, a multidão de *interacções* que se exercem entre os diferentes componentes do ambiente impede que a situação seja tão simples. De facto, interacções de natureza indirecta envolvem elementos que actuam sobre o vigor das plantas. Estas interacções são negativas quando favorecem o desenvolvimento de organismos nocivos às culturas. Por exemplo, uma adubação azotada excessiva pode favorecer os ataques de afídeos ou de fungos; uma técnica cultural pode facilitar o desenvolvimento de doenças: poda longa da macieira/oídio (*Podosphaera leucotricha*), rega do pessegueiro/cancro (*Fusicoccum* spp.). A influência das *retroacções* («feed back») sobre a regulação das populações dos inimigos das culturas intervém sobretudo nos factores bióticos, seja directamente através da destruição da entomofauna útil pelos produtos polivalentes, seja indirectamente, por via trófica, em virtude da acção estimulante sobre a multiplicação de certas pragas ou doenças, provocada por diversos pesticidas.

Estas interacções provocadas por causas naturais, como por exemplo o clima, ou artificiais, como os métodos culturais, determinam importantes flutuações que podem perturbar seriamente o equilíbrio natural de um ecossistema agrário.

A curva teórica da evolução da população de um artrópodo oscila ao longo da sua posição geral de equilíbrio, ultrapassando, por vezes, o nível económico de ataque, quando se trata de pragas (Fig. 2.4 A e 2.4 B). A curva traduz a flutuação da densidade da população em relação à sua *posição de equilíbrio* e ao longo do tempo de desenvolvimento da cultura.

Por *nível económico de ataque* entende-se a intensidade de ataque a partir da qual se devem aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que o aumento da população atinja níveis em que se verifiquem prejuízos de importância económica. Esta matéria terá o devido desenvolvimento no Capítulo 3.3.1.

Várias situações de equilíbrio e desequilíbrio podem ocorrer entre a população de uma praga e a dos seus inimigos naturais (Fig. 2.4).

Uma situação de *equilíbrio estável*, isto é, de estabilidade dinâmica, é representada na Fig. 2.4 A. A população de *Typhlodromus* spp. [predadores do aranhaço-vermelho (*Panonychus ulmi*)] pode manter a população desta grave praga da macieira em intensidades de ataque sempre inferiores ao nível económico de ataque.

O *equilíbrio é instável* se a população de parasitóides e predadores é incapaz de evitar que periodicamente a população da praga atinja o nível económico de ataque (Fig. 2.4 B). Por vezes o equilíbrio instável tem um carácter accidental, como se evidencia na Fig. 2.4 C, podendo resultar, por exemplo, da ocorrência de temperaturas demasiado baixas,

que afectam o parasitóide, permitindo o aumento progressivo da população da praga [ex.: *Prospaltella perniciosi*/cochonilha-de-San José (*Quadraspidiotus perniciosus*)] ou demasiado altas [ex.: *Cales noacki*/mosca-branca-dos-citrinos (*Aleurothrixus floccosus*)].

Nas Fig. 2.4 D e 2.4 E apresentam-se duas situações de *desequilíbrio permanente*. Na Fig. 2.4 D trata-se de uma situação *natural* resultante

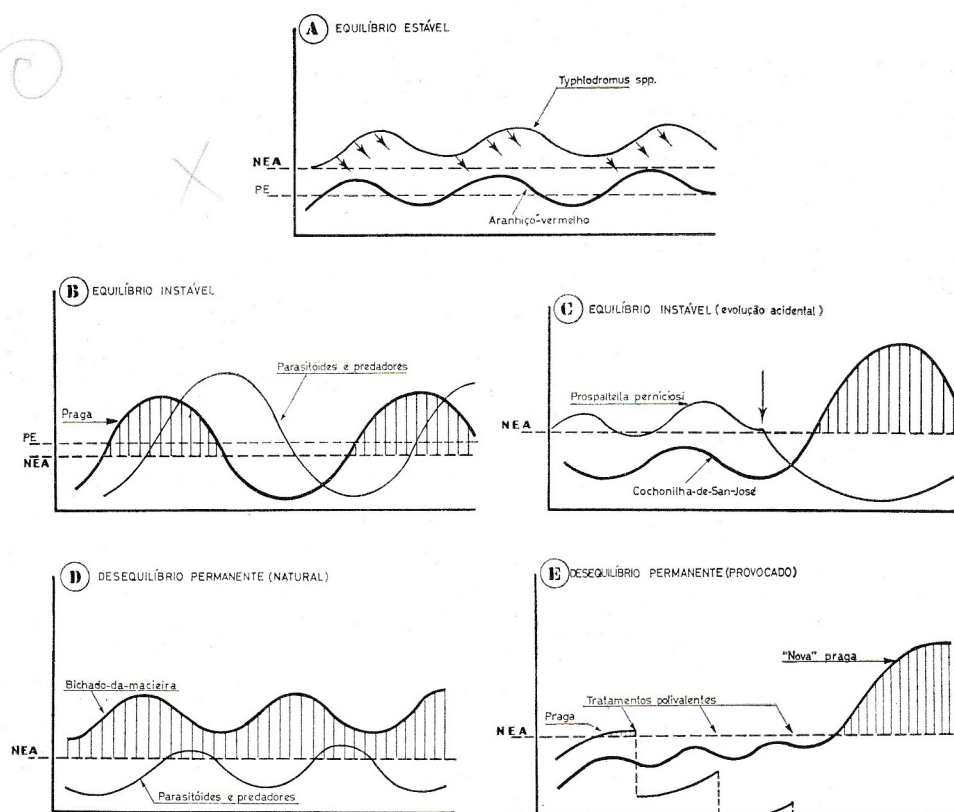


Fig. 2.4 — Situações de equilíbrio e desequilíbrio entre a população de uma praga e a dos auxiliares. NEA: nível económico de ataque; PE: posição geral de equilíbrio. [Adaptado de Baggiolini, 1969, Cours de lutte intégrée GALTÍ (não publicado)].

de os parasitóides e predadores serem incapazes de impedir que a praga [ex.: bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*)] atinja o nível económico de ataque. Tratamentos insecticidas irracionais, com excessiva utilização de produtos polivalentes, causando graves destruições de parasitóides e predadores, podem originar situações de desequilíbrio permanente (neste caso *provocadas*) (Fig. 2.4 E). Foi o que aconteceu com a «nova» praga do aranha-vermelho.

As interacções entre os principais elementos de um ecossistema agrário foram representadas por Steiner (1966) (Fig. 2.5). A par do

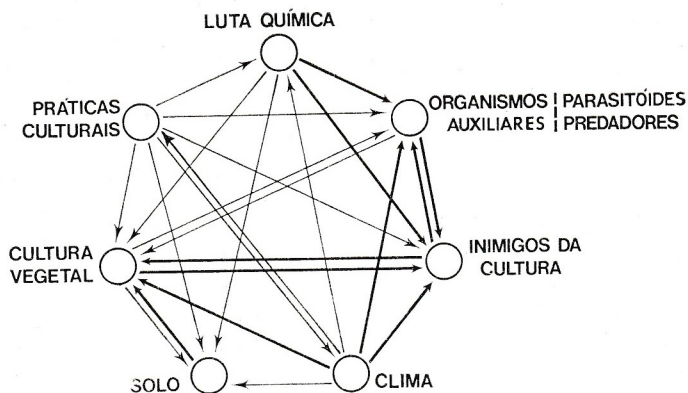


Fig. 2.5 — Interacções entre os mais importantes componentes de um ecossistema agrário (Steiner, 1966).

solo, do clima e da planta, consideram-se as técnicas culturais, a luta química, as pragas e os seus parasitóides e predadores. Milaire (1978) representa na Fig. 2.6 as interacções verificadas num ecossistema agrário.

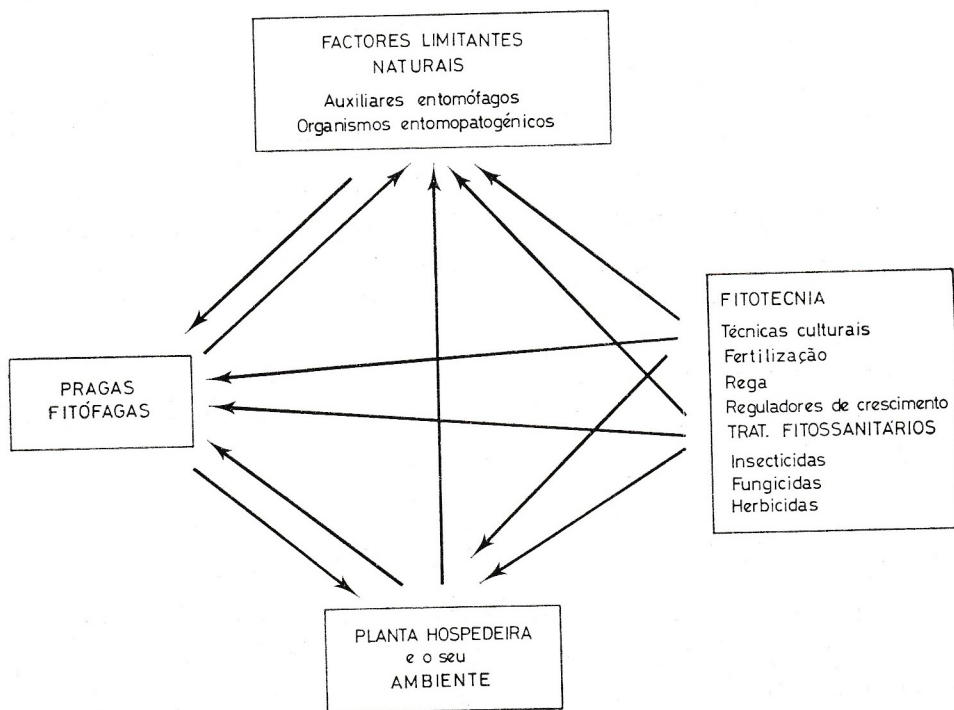


Fig. 2.6 — Interacções num ecossistema agrário (Milaire, 1978).

No caso particular de um ecossistema agrário constituído por um pomar, os seus componentes e as respectivas interações são apresentados nas Fig. 2.7 e 2.8, segundo Audemard (1975) e Baggiolini (1975), respectivamente.

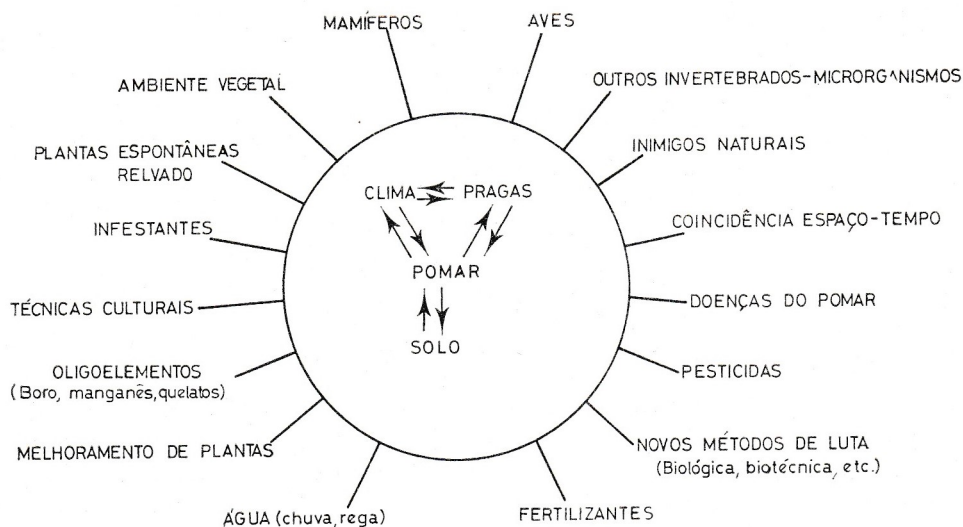


Fig. 2.7 — Relações funcionais entre os principais componentes de um ecossistema agrário, representado por um pomar, no qual o impacto das pragas é tomado como factor dominante (Audemard, 1975).

O pomar, simbolizado pela árvore, sofre a acção directa e as interações dos vários factores representados: o clima, o solo com a sua flora e a fauna, as infestantes, as práticas culturais (nomeadamente as mobilizações do solo e as fertilizações), os tratamentos fitossanitários e os respectivos produtos fitofarmacêuticos (insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, etc.), as pragas, as doenças, os auxiliares e a fauna e flora indiferentes.

2.2.2 — O conceito de protecção integrada

A ignorância e o desrespeito dos factores ecológicos, referidos no Cap. 2.1, provocam o aumento das dificuldades relativas à manutenção do bom estado sanitário das culturas, evidenciado na Fig. 2.4 E. Esta situação é agravada pela escalada de tratamentos químicos (*a espiral*

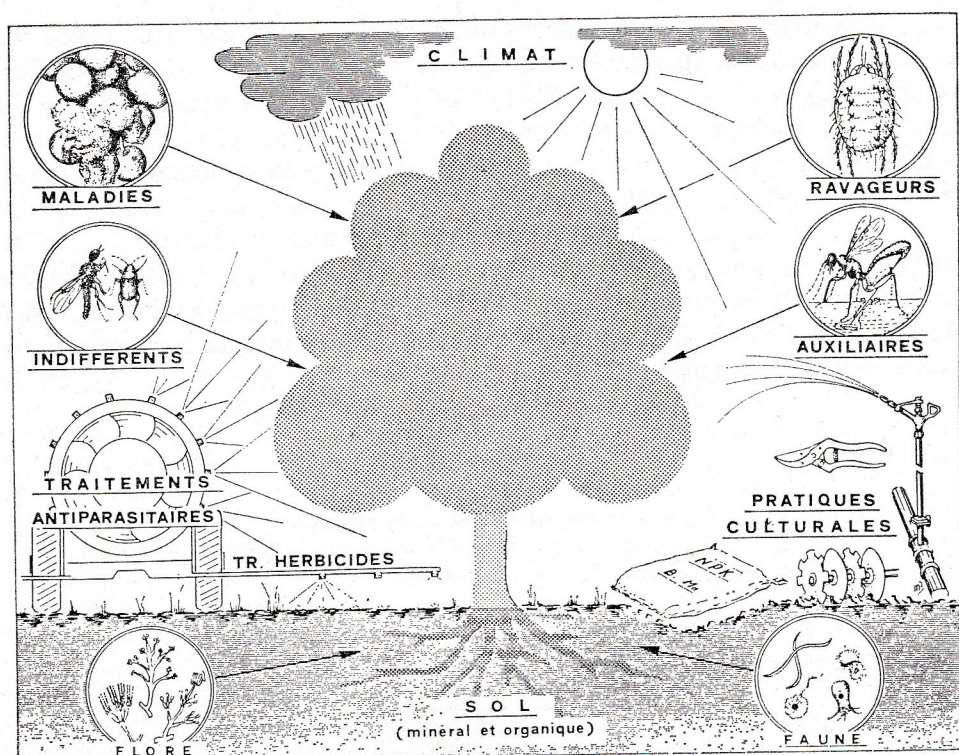


Fig. 2.8 — Os componentes de um ecossistema agrícola (pomar) (Baggiolini, 1975).

dos tratamentos) que se traduz no aparecimento de novas dificuldades relacionadas com:

- a intensificação do ataque de certas pragas;
- o desenvolvimento de novas pragas;
- o aparecimento e o agravamento do fenómeno da resistência;
- o aumento da poluição do ambiente;
- o acréscimo dos custos de produção.

A progressiva consciencialização da importância das bases ecológicas anteriormente referidas levou, assim, à concepção da *protecção integrada* que visa, portanto, uma melhor gestão dos factores componentes do ecossistema agrícola, através de uma estratégia limitativa ou correctiva, em contraste com a luta química que preferencia uma estratégia preventiva ou curativa.

O conceito de protecção integrada baseia-se, assim, no conhecimento do ambiente e na dinâmica das populações da biocenose agrícola.

A protecção integrada considera, além da limitação natural, todas as técnicas e métodos apropriados a fim de impedir que as populações das pragas (ou de outros inimigos das culturas) ultrapassem intensidades de ataque correspondentes a prejuízos de importância económica, isto é o nível económico de ataque. Este conceito tem sido aplicado, até agora, em especial aos artrópodos fitófagos.

No fim da década de cinquenta, este mesmo conceito, com a designação de *luta integrada*, é adoptado, mas limitado à associação da luta química e da luta biológica. Em 1960, no Congresso de Entomologia de Viena, já Franz (1962) alarga o conceito de luta integrada ao conjunto dos meios de luta (Fig. 2.9).

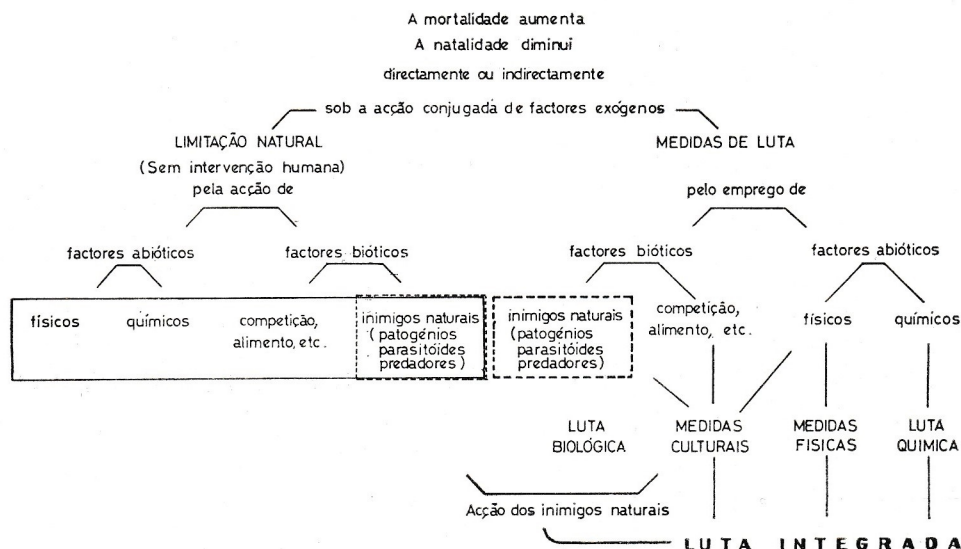


Fig. 2.9 — Natureza e função dos factores exógenos que intensificam a mortalidade e diminuem a natalidade de uma população natural de uma praga (Franz, 1962).

Segundo a definição adoptada pela FAO, em 1967 (FAO, 1967), a luta integrada é «um sistema de protecção contra os inimigos das culturas que, tomando em consideração as condições particulares do ambiente e a dinâmica das populações das espécies em questão, utiliza todos os meios e técnicas apropriados, dum modo tão compatível como for possível, com o objectivo de manter as populações dos inimigos das culturas a um nível suficientemente baixo para que os prejuízos ocasionados sejam economicamente toleráveis».

Mais tarde, em 1973 (OILB/SROP, 1977), a luta integrada é definida pela OILB como: *um processo de luta contra os organismos nocivos*

utilizando um conjunto de métodos que satisfaçam as exigências económicas, ecológicas e toxicológicas e dando carácter prioritário às acções fomentando a limitação natural dos inimigos das culturas e respeitando os níveis económicos de ataque.

Esta definição da OILB é adoptada no presente Curso, mas com a designação de *protecção integrada* (ver p. 1).

2.3 — Bibliografia

- AMARO, P. (1979). *A luta integrada em protecção das plantas e os ecossistemas agrários*. Simp. Nac. Ciên. Tecnol. Desenvolvimento, Lisboa, Maio 1979.
- AUDEMARD, H. (1975). Mise au point d'un programme de lutte intégrée en vergers de pommiers de la basse-vallée du Rhône. *Note Inf. Lutte intégrée, ACTA*, N.º sp. 6.
- BAGGIOLINI, M. (1975). Guide des traitements antiparasitaires en viticulture et en arboriculture. *Revue suisse Vitic. Arbor. Hortic.*, 7(1).
- BILIOTTI, E. (1971). Tendances nouvelles dans la protection des plantes. *Bull. OEPP*, 1: 7-76.
- BRADER, L. (1975). Integrated control, a new approach in crop protection. *C. r. 5.º Symp. Lutte intégrée vergers, OILB/SROP, Bolzano, 3-7 Sept. 1974*: 9-16.
- DELUCCHI, V. (1979). *Le paradigme intégré*. Symp. Changins (Stat. Féd. Rech. Agr. Nyon), 27-28 Juin 1979.
- FAO (1967). *Report first session. FAO Panel experts integrated pest control, Rome, 18-22 Sept. 1967*.
- FRANZ, J. M. (1962). Definitions in biological control. *Verh. 11.º int. Kongr. Ent. Wien 17-25 Aug. 1960*, 2: 670-674.
- LAVADINHO, A. M. P. (1978). *Protecção fitossanitária integrada*. Pub. Feira Nac. Agric. Santarém, Junho 1978.
- MATHYS, G. (1976). The strategy and tactics of integrated pest management. *Proc. 15.º int. Congr. Ent., Washington D. C., 19-27 Aug. 1976*: 535-540.
- MILAIRE, H. G. (1978). La protection des cultures par la lutte intégrée. *C. r. Acad. Agric. Fr.*, 17: 1351-1370.
- OILB/SROP (1974). Rapport de la troisième session du conseil. *Bull. SROP*, 1974(1).
- OILB/SROP (1977). La protection intégrée, une technique d'appoint conduisant à la production intégrée. *Bull. SROP*, 1977(4): 117-132.
- ROSNAY, J. de (1975). *Le macroscopie. Vers une vision globale*. Ed. Seuil, Paris.
- SILVA, G. M. (1976). *Problemas gerais em Entomologia Agrícola. Métodos biológicos. Luta integrada*. «Curso de Actualização e Extensão Universitária». Soc. Port. Ciênc. Nat., Maio 1976.
- SMITH, R. F. & REINOLDS, M. T. (1966). Principles, definitions and scope of integrated pest control. *Proc. FAO Symp. integrated pest control, Rome, 11-15 Oct. 1965*, 1: 11-17.
- STEINER, H. (1966). General techniques of integration. *Proc. FAO Symp. integrated pest control, Rome 11-15 Oct. 1965*, 3: 13-20.

3 — OS COMPONENTES DA PROTECÇÃO INTEGRADA

3.1 — Introdução

De acordo com o conceito de protecção integrada, referido no Cap. 2.2, parece evidente que esta concepção da protecção das plantas se baseia essencialmente na necessidade de «suportar», de «viver com», isto é, de *tolerar* o maior número de organismos ou de factores bióticos, mas assegurando, mesmo assim, o equilíbrio biológico da cultura. Este é o *aspecto ecológico* fundamental da protecção integrada.

Mas, em agricultura, é também essencial o *aspecto económico* associado à obtenção de uma compensação ao capital de produção e ao custo das operações culturais envolvidas numa dada cultura. Esta compensação deve proporcionar ao agricultor: um negócio rendível; a obtenção de produtos de qualidade; e a conservação ou, se possível, a melhoria do solo e do ambiente.

A procura de equilíbrio entre o aspecto ecológico e o económico conduz à noção de um nível de tolerância, base fundamental da protecção integrada. Este nível é designado por nível económico de ataque. (Ver Cap. 3.3).

Os *componentes essenciais da protecção integrada*, que serão estudados neste Capítulo segundo a óptica resumida no Quadro 3.1, são:

- a) a *estimativa do risco*;
- b) a *utilização da noção de nível económico de ataque*;
- c) a *escolha dos meios de protecção*.

Se esta abordagem pode parecer arbitrária ou incompleta, a verdade é que ela traduz o esquema de raciocínio a adoptar pelo agricultor quando pretende pôr em prática os princípios teóricos da protecção integrada, sintetizados no Capítulo anterior.

QUADRO 3.1 — *Os componentes da protecção integrada.*

Questão	Resposta
A importância da ameaça? Qual? Quanto? Como?	a) Estimativa do risco <ul style="list-style-type: none"> • Quantitativa (métodos de amostragem) • Qualitativa (factores de nocividade)
A ameaça é tolerável?	b) Utilização do nível económico de ataque Avaliação global de: <ul style="list-style-type: none"> • prejuízos previsíveis • custos das medidas de luta previstas
Que fazer?	c) Escolha racional dos meios de protecção Prévia ponderação de aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • ecológicos • económicos. Utilização prioritária de factores limitantes

De facto o agricultor deverá:

- vigiar periodicamente a cultura para apreciar a situação fitossanitária;
- julgar, perante uma dada situação, o que «é ou não tolerável»;
- e, finalmente, quando a situação se tornar economicamente intolerável, escolher o meio de regulação mais adequado, que não terá de ser necessariamente um pesticida.

3.2 — A estimativa do risco

3.2.1 — *Os princípios da amostragem*

A dinâmica das populações dos artrópodos nocivos às culturas, presentes num dado ecossistema agrário, é estudada através *de métodos de amostragem* que permitem proceder à estimativa quer das densidades relativas das espécies presentes quer dos prejuízos causados às culturas.

Com estes métodos é possível analisar periodicamente a situação, referenciando, por um lado, o ciclo biológico dos organismos nocivos e dos seus parasitóides e predadores e, por outro lado, os períodos de risco de prejuízos para as culturas.

Para um estudo aprofundado deste assunto seria indispensável proceder ao amplo desenvolvimento dos princípios de amostragem e dos elementos de *estatística* e de *biometria* em que se baseia a sua utilização, alguns dos quais são apreciados no Cap. 4.5.2.

Dada a orientação prática do Curso, este assunto limitar-se-á, essencialmente, a uma sumária apresentação dos principais métodos disponíveis para efectuar a *estimativa quantitativa* dos organismos nocivos (que respondem à questão «quanto» do Quadro 3.1), e à análise dos factores que possam influenciar a sua nocividade (*estimativa qualitativa* que esclarece a questão «como» do Quadro 3.1).

Para concretizar estas duas fases e a consequente utilização dos níveis económicos de ataque propostos em protecção integrada, é indispensável dispor de métodos rigorosos, rápidos e simples que os investigadores, constantemente, procurem obter e melhorar.

A natureza do método de amostragem é condicionada pelo objectivo em vista. Os métodos de amostragem podem ser directos ou indirectos.

Pelos *métodos de amostragem directos* obtém-se um conjunto de dados numéricos a partir da observação directa de um certo número de órgãos vegetais definidos. Constitui exemplo o método da observação visual.

Com os *métodos de amostragem indirectos* procede-se à captura das pragas e dos auxiliares entomófagos através de dispositivos apropriados, como os utilizados na técnica das pancadas e nos vários tipos de armadilhas.

Os aparelhos de medida dos factores climáticos (ex.: temperatura, chuva, duração da humectação) que, instalados numa cultura, fornecem dados que permitem melhor apreciar, por exemplo, os riscos de contaminação pelo pedrado-da-macieira (*Venturia inaequalis*), são incluídos nos métodos indirectos.

No Quadro 3.2 apresentam-se, a título de exemplo, vários métodos de amostragem a adoptar no estudo de pragas de diferentes culturas. A natureza das pragas e dos seus estados de desenvolvimento condiciona a escolha do método de amostragem, como se evidencia para a arboricultura no Quadro 3.3.

Como os métodos de amostragem são utilizados por diferentes pessoas, devem ser relativamente simples de executar e com suficiente precisão para o fim em vista. A preocupação da simplicidade deve, contudo, ser condicionada pela exigência da manutenção da validade do método. A adopção, para a macieira, do método de contagem de folhas com presença de ácaros (percentagem de ocupação) em vez do anterior método de determinação do número de ácaros por folha, constitui um bom exemplo de progressiva simplificação de um método de amostragem, sem diminuição de rigor (Bassino, 1972; Baillot *et al.*, 1979).

A dimensão da amostra deve ser adoptada tomando em consideração a necessidade de impedir que a população em estudo seja gravemente afectada pela eliminação dos órgãos da planta removidos pela amostra.

QUADRO 3.2 — *Métodos de amostragem de populações de pragas das culturas*
(adaptado de Milaire, 1978).

Método	Cultura	Praga
Observação visual	Macieira, pereira, pessegueiro, ameixeira	Pragas mais importantes e auxiliares
	Vinha	Pragas principais
	Cevada, trigo	Afídeos
	Milho	Pirale
	Couve	Afídeos da couve
Saco de bater	Luzerna-grão	Percevejos
Pancadas	Pomares	Pragas e auxiliares
Cinta-armadilha	Macieira	Bichado
Armad. aspiradora	Culturas arvenses e arbóreas	Afídeos
Armadilha luminosa	Culturas arvenses e hortícolas	Nóctuas
Armadilha colorida	Trigo, beterraba	Afídeos
Armadilha colorida adesiva	Oliveira	Mosca-da-azeitona
	Cerejeira	Mosca-da-cereja
	Cenoura	Mosca-da-cenoura
Armadilha sexual	Macieira	Bichado
	Pereira	Bichado
	Pessegueiro	Traça-oriental
	Ameixeira	Bichado-da-ameixeira
	Oliveira	Traça-da-oliveira
	Vinha	Traças-da-uva
	Milho	Pirale
	Couve	Nóctuas

A descrição dos métodos deve ser bastante pormenorizada para facilitar a sua execução por utilizadores menos familiarizados com eles.

Em Portugal, como exemplo de estudo de métodos de amostragem, podem referir-se os trabalhos sobre as pragas da tremocilha (Silva & Oliveira, 1959a, 1959b) e sobre a cochonilha-de-San José (*Quadraspidotus perniciosus*) (Freitas, 1966, 1975) e a cochonilha-negra (*Saissetia oleae*) (Freitas, 1972, 1977); no entanto, a laboriosidade no caso das cochonilhas não permite a sua utilização prática na determinação do risco.

Os métodos de amostragem estão estreitamente associados à determinação do nível económico de ataque de cada *praga-chave* de uma cultura. Daí a necessidade da indicação do nível económico de ataque ser sempre completada pela indicação do método de amostragem.

As estimativas obtidas nas amostragens são em seguida comparadas com os níveis económicos de ataque. Para além dessa compa-

QUADRO 3.3 — Escolha do método de amostragem dos diferentes grupos de pragas e auxiliares em arboricultura. (Adaptado de Mathys & Baggiolini, 1967).

Época de observação *	Observação visual	Pancadas	Armadilha luminosa	A. sexual	Outros métodos
	I A M J V	A M J V	I A M J V	A M J V	A M J V
PRAGAS					
COLEÓPTEROS					
Nocivos diversos		i			
LEPIDÓPTEROS					
Queimadobia	o l		i		
Nóctuas		l			
Teia	o l				
Traças (Cápuas)	l	p			
Bichado		o - p			
Mineiras		o - p			
HOMÓPTEROS					
Afídeos	o	l - i			
Psílas	o	i - l			
Cochonilhas		l - i			
Cicadelídeos	o				
HETERÓPTEROS					
Percevejos nocivos	o	l - i			
HIMENÓPTEROS					
Tentredos		o			
DÍPTEROS					
Cecidomídeos		p			
Moscas-da-fruta					
TISANÓPTEROS					
Trips		l - i			
ÁCAROS					
Tetraniquídeos	o	l - i			
Eriofídeos		l - i			
AUXILIARES					
COLEÓPTEROS					
Úteis diversos		i			
HETERÓPTEROS					
Mirídeos-Antocorídeos		l - i			
HIMENÓPTEROS					
Calcídídeos		i			
Outros parasitas					
DÍPTEROS					
Larvevorídeos					
Sirfídeos		o - l			
NEURÓPTEROS					
Crisopídeos		o - l			
Coniopterigídeos		l - i			
ÁCAROS					
Aranhas	o	l - i			
Tiflodromos		i			

Legenda: o - ovos; i - imagos; l - larvas, lagartas; p - prejuízos

* I - Inverno; A - Abril; M - Maio; J - Junho; V - Verão

ração, a estimativa do risco deverá tomar em consideração outros aspectos, como a biologia da praga, a importância dos auxiliares, a precisão dos dados meteorológicos, os dados fornecidos pelas estações de avisos e as práticas culturais programadas, em especial as regas.

Deve realçar-se que os melhores métodos de amostragem só são utilizáveis e eficazes se *o utilizador dispõe de conhecimentos suficientes sobre os organismos presentes e sobre a cultura, bem como dos factores que os influenciam.*

3.2.2 — Estimativa quantitativa

Vigilância

A observação periódica de uma cultura com o objectivo de vigiar a evolução ou o aparecimento de fenómenos susceptíveis de influenciar a aplicação de medidas culturais ou de outros meios de protecção adequados não é específica da protecção integrada.

Mesmo o agricultor que utiliza medidas de luta preventiva, baseadas em estados fenológicos ou a intervalos regulares, não pode deixar de acompanhar com «olhos de ver» a cultura, se pretende evitar grandes riscos [ex.: aranha-vermelha (*Panonychus ulmi*), carências, víruses, etc.].

A vigilância conduz afinal a uma estimativa pré-quantitativa que poderá condicionar, em certos casos, a adopção de métodos verdadeiramente quantitativos, fundamentais para a avaliação do risco.

Observação visual

A observação visual ocupa uma posição privilegiada entre os métodos de amostragem utilizados em protecção integrada.

É o método mais natural e mais fácil de pôr em prática, pois utiliza os conhecimentos e a experiência que o agricultor tem da sua própria cultura e permite uma permanente adaptação às reais necessidades do momento.

De facto, a observação visual consiste numa determinação periódica das pragas e doenças, ou dos seus prejuízos, bem como dos auxiliares activos da cultura, através da observação de um certo número de órgãos representativos das plantas na parcela considerada (Baggiolini, 1979). Esta observação efectua-se em geral directamente na cultura, mas em certos casos pode prever-se a colheita de um dado número de amostras

que serão examinadas no laboratório (ex.: observação de Inverno do aranhão-vermelho em amostras de ramos de macieira). Os métodos de amostragem são variáveis com as culturas e a natureza das pragas (Quadros 3.2 e 3.3), devendo ser respeitadas as regras estabelecidas pelos experimentadores que desenvolveram esses métodos.

As pessoas que utilizam tais métodos (Fig. 3.1) devem dispor de uma formação adequada. Será essencial, em especial, que disfrutem de conhecimentos sobre:

- a *cultura em causa*;
- as *pragas e doenças* em questão e o tipo de *prejuízos* que provocam;
- o *ciclo biológico* dos organismos nocivos, a fim de escolher as épocas de observação e os órgãos a examinar mais adequados;
- os principais *auxiliares* potencialmente presentes;
- os *factores de nocividade* preponderantes.

Na verdade, é indispensável, antes de iniciar as observações, conhecer bem o que se vai examinar. Assim, as modalidades de amostragem devem ser adaptadas à cultura, à época e ao organismo a observar.

A Organização Internacional de Luta Biológica (OILB) divulgou uma publicação sobre observação visual em macieira (OILB/SROP, 1974). Como exemplo, referem-se, a seguir, alguns pormenores sobre este método em pomares de macieira.*

Consoante as épocas de observação e as pragas em questão, as principais modalidades de observação visual abrangem:

- a) *órgãos a examinar* — amostras de madeira de poda de 2-3 anos (para observação de ovos de Inverno do aranhão-vermelho), de folhas, botões, inflorescências, infrutescências ou de frutos;
- b) *número de amostras* — de 100 a 500 órgãos por observação [1000 frutos para as novas penetrações do bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*) escolhidos ao acaso em 10 a 50 árvores por parcela (2-20 órgãos por árvore)];
- c) *épocas de observação e pragas principais* — a periodicidade das observações é condicionada pela intensidade da ameaça relativa-

* O Curso de protecção integrada abrangeu, entre vários exercícios práticos, a realização da observação visual em pomares de macieira e de pereira e em vinha.

mente às principais épocas. Como exemplo, podem-se referir as seguintes:

- observação de Inverno: aranhão-vermelho e cochonilhas;
 - observação pré-floral: afídeos, lagartas;
 - observação pós-floral: afídeos, ácaros;
 - observação de Verão: bichado-da-macieira, ácaros, afídeo-verde (*Aphis pomi*);
 - observação de fim de estação: bichado-da-macieira, ácaros, afídeo-verde;
- d) *modalidades de observação visual* — O tipo e o número de órgãos a observar variam com o estado da praga, a época de observação e a importância da ameaça (ver OILB/SROP, 1974);
- e) *registo e interpretação dos resultados* — Os resultados da observação visual são registados sobre fichas (Anexos 2 e 3); as contagens permitem determinar a *percentagem de infestação* que pode ser comparada com o *nível económico de ataque* de cada praga.

A técnica das pancadas

Este método de amostragem foi desenvolvido por Steiner (1962), em Stuttgart, a partir do antigo «guarda-chuva do entomologista» (Fig. 3.2).

As pancadas podem ser utilizadas como:

- a) excelente *método de amostragem complementar*, reservado a algumas pragas particularmente difíceis de observar de outro modo, como o gorgulho-da-macieira (*Anthonomus pomorum*) e a psila-da-pereira (*Psylla pyri*);
- b) meio de *avaliação da fauna auxiliar*, nomeadamente coleópteros, himenópteros e neurópteros, muito mais difíceis de apreciar pela observação visual (Quadro 3.3);
- c) meio de estudo do conjunto da fauna das fruteiras.

A técnica das pancadas tem particular interesse para as *culturas arbóreas*, tendo a OILB divulgado, em 1976, uma publicação sobre pomares de macieira (OILB/SROP, 1976). Posteriormente foi publicada informação adicional sobre esta técnica (ACTA, 1979).

Na *vinha*, utiliza-se um método similar, desenvolvido por Rambier (1975) em Montpellier.

Noutras culturas, em especial nas *culturas arvenses*, utilizam-se vários tipos de sacos de bater (Quadro 3.2).

Todas estas técnicas se baseiam no mesmo princípio de capturar de surpresa, no seu meio natural, os artrópodos que se deseja estudar.

As pancadas, utilizadas em arboricultura, nomeadamente em *maieira*, constituem o principal método de amostragem adoptado na Alemanha, em especial para obter estimativas dos riscos associados a lagartas, afídeos, coleópteros, cicadelídeos e mesmo a ácaros. Na França e na Suíça é utilizado sobretudo como meio de avaliação de algumas pragas (antónomos, rinquitos e nóctuas-verdes) e de certos auxiliares (ex.: antocorídeos e outros percevejos predadores); também é utilizado quando se pretende estudar o conjunto da fauna dos pomares.

Nas pancadas procede-se às capturas com um dispositivo em forma de funil, de tecido muito liso e resistente, montado numa armação, com uma abertura superior rectangular (40 cm × 50 cm), muni-do na sua base de um frasco de vidro ou de um saco de plástico (Fig. 3.2). Com a ajuda de um pau, com uma das extremidades envolvida por um tubo de borracha ou de plástico (Fig. 3.2), dão-se três pancadas rápidas e seguidas por ramo. Esta operação é feita em diferentes árvores. Deste modo, obtém-se uma amostra de artrópodos proveniente de 100 ramos representativos da parcela. Cada amostra pode ser repartida por duas ou três capturas, batendo separadamente 3 × 33 (34) ramos ou 2 × 50 ramos.

As capturas são anestesiadas, com éter acético, no frasco de vidro (Fig. 3.3) ou no saco de plástico antes da crivagem. Esta é efectuada num conjunto de crivos, procedendo-se depois à separação e contagem dos artrópodos presentes. Para facilitar esta operação pode utilizar-se uma placa de separação com divisórias e reticulado (Fig. 3.4), sobre a qual se agrupam os artrópodos por famílias ou por espécies. Esta operação é efectuada de preferência no laboratório, utilizando, se necessário, uma lupa com ampliação adequada.

A estimativa dos artrópodos muito pequenos e numerosos pode ser facilitada pela sua distribuição de forma homogénea sobre a quadrícula de papel milimétrico da placa de separação. Em seguida procede-se à contagem, à lupa, de algumas amostras constituídas pelos artrópodos presentes nalguns quadrados e, depois, calcula-se, por extrapolação, o conjunto da população.

O registo dos resultados de cada captura é efectuado em fichas. O modelo da ficha (Anexos 4 e 5) diferencia três categorias de artrópodos: pragas, auxiliares e indiferentes.

Os níveis económicos de ataque, propostos pela OILB (1974), referem-se a uma amostra obtida pelas pancadas de 100 ramos.

A utilização deste método, de tanto interesse em arboricultura, exige um bom conhecimento da fauna da cultura em questão e a experimentação tendente à progressiva melhoria dos valores dos níveis económicos de ataque.

Na vinha também se utiliza a técnica das pancadas, mas a colheita dos artrópodos é efectuada num pequeno funil transportado pelo operador sendo os artrópodos recolhidos num tubo de vidro. Um dispositivo semelhante (funil com 17 cm a 30 cm de diâmetro) pode ser utilizado em arboricultura, sem perda de rigor, mas o número das pancadas deve aumentar 2,5 vezes (Fauvel *et al.*, 1980) (Fig. 3.5).

Armadilhas

A utilização de armadilhas apresenta uma importância crescente, em especial após a introdução das armadilhas sexuais. Estes dispositivos de amostragem são indispensáveis nos serviços de avisos regionais e cada vez mais utilizados ao nível da parcela.

As armadilhas são utilizadas essencialmente para fornecer informações sobre:

- a época de aparecimento e de provável actividade de certas pragas ou auxiliares (Quadro 3.3) e, por vezes, de agentes de dispersão de doenças (ex.: aparelho de captura de esporos);
- a intensidade da ameaça, servindo de base à utilização dos níveis económicos de ataque.

Os métodos gerais de amostragem utilizando armadilhas podem agrupar-se em duas categorias: armadilhas por intercepção e armadilhas por atracção. Na prática, numerosos dispositivos associam estes dois princípios de actuação.

As *armadilhas de intercepção* são pouco selectivas, sendo os artrópodos capturados por aspiração causada por uma corrente de ar, ou pela utilização de redes (Fig. 3.6), ou, ainda, através de substâncias pegajosas.

Como exemplo, pode citar-se a armadilha de Barber (Fig. 3.7), as armadilhas aspiradoras (Fig. 3.8, 3.9) e as armadilhas com visco (Fig. 3.10).

Estas armadilhas, dada a sua pouca selectividade, podem fornecer indicações de natureza qualitativa úteis para estudar a composição mais ou menos completa de uma entomocenose. Também se utilizam para

estudos de migração e como meio de controlo da eficácia de largadas de entomófagos auxiliares, em especial de micro-himenópteros.

As *armadilhas de atracção* são baseadas na resposta dos insectos a estímulos de diferente natureza (tropismos), como o alimento, a luz, a cor, o sexo e a procura de um local para pupar.

As *cintas-armadilha* (Fig. 3.11), constituídas por papel canelado colocado à volta do tronco das macieiras, permitem capturar as lagartas do bichado-da-macieira que aí vão pupar. Este método dá possibilidades de obter estimativas do risco potencial que a população larvar da praga faz correr à parcela. Níveis económicos de ataque podem ser utilizados para o bichado e são referentes às capturas efectuadas num conjunto de 40 cintas-armadilha.

Nas *armadilhas alimentares* o isco utilizado pode ser muito diferente dos alimentos normais do insecto, mas a sua actuação fundamenta-se numa atracção de natureza alimentar. São exemplos, os vasos ou copos contendo uma mistura atractiva e as garrafas-mosqueiras com atractivo (sulfato de amónio ou fosfato de amónio) utilizadas para capturar a mosca-da-azeitona (*Dacus oleae*) e a mosca-da-fruta (*Ceratitis capitata*) (Fig. 3.12). Este tipo de armadilha, largamente utilizado no passado, na observação do voo do bichado-da-macieira e das traças-da-uva, eudémis (*Lobesia botrana*) e cochilis (*Eupoecilia ambiguella*), é agora substituído com vantagem pelas armadilhas sexuais.

A atracção de natureza visual é utilizada nas *armadilhas luminosas*, através de luzes mais ou menos intensas e usando sobretudo raios ultravioletas. Como exemplo, temos a armadilha Williams, a armadilha Steiner e outras (Fig. 3.13) utilizadas na captura de adultos de nóctuas, o que pode permitir a previsão, a nível regional, de infestações de lagartas destes insectos.

O mesmo tipo de atracção é utilizado nas *armadilhas cromotrópicas* ou coloridas, que podem ter adaptações diversas: com ou sem água, com ou sem adesivo. As armadilhas amarelas são hoje largamente utilizadas na observação do voo de moscas da família *Trypetidae*, nomeadamente da mosca-da-cereja (*Rhagoletis cerasi*) (armadilha *Rebell* — Fig. 3.14) e da mosca-da-fruta. Estas armadilhas são também atractivas para certos dípteros, pragas de culturas hortícolas, como a mosca-da-cenoura (*Psila rosae*) e para alguns aleurodódeos, pragas de culturas de estufa. Placas amarelas são empregadas na observação do voo do gorgulho-das-crucíferas. Recipientes da mesma cor (armadilha *Moericke*) são, desde há alguns anos, utilizados em Portugal para capturar afídeos (Fig. 3.15).

A *atracção sexual* tem o grande interesse da sua elevada selectividade. Essencialmente baseadas na acção atractiva da fêmea (feromonas),

as armadilhas sexuais utilizavam inicialmente as próprias fêmeas virgens; nos últimos anos têm tido grande desenvolvimento em virtude de se dispor de um crescente número de feromonas sexuais de síntese.

No Capítulo 3.4.3 este assunto é apresentado com algum desenvolvimento, referindo-se no Quadro 3.14 as feromonas actualmente disponíveis na Europa. O seu número aumenta progressivamente, admitindo-se que o domínio destes mediadores químicos terá no futuro uma crescente importância. Comercializados sob a forma de pequenas cápsulas de borracha ou de matéria plástica, suporte da feromona específica, estes atractivos são colocados em armadilhas, dispondo de uma parte pegajosa que captura os machos atraídos.

Para o bichado-da-macieira e as traças-da-uva utiliza-se, de preferência, uma única armadilha por cada unidade cultural, até 3 ha a 4 ha de superfície, determinando-se as capturas 3 vezes por semana e mudando as cápsulas todas as 5-6 semanas.

Além do interesse do seu emprego, cada vez mais generalizado pelos serviços de avisos, as armadilhas sexuais constituem um valioso meio de vigiar as populações de certas pragas ao nível da parcela, podendo assim permitir ao agricultor a determinação do número e do ritmo dos tratamentos insecticidas, por exemplo no combate ao bichado-da-macieira. Deste modo, torna-se viável a prática da «previsão negativa», isto é, a decisão de não efectuar tratamentos insecticidas quando o número de capturas for inferior ao nível económico de ataque; antes do conhecimento deste nível tal decisão só deverá ser tomada na ausência de capturas.

Por outro lado, em certos casos, a atracção exercida pelas feromonas sexuais de síntese, associada a insecticidas apropriados, pode constituir verdadeiro meio de luta (captura directa ou confusão) (ver Cap. 3.4.3 e a cultura da macieira no Volume II).

Vários modelos de armadilhas sexuais têm sido recentemente desenvolvidos, estando já a ser utilizados nos serviços de avisos, em Portugal, em estudo de populações do bichado-da-macieira e das traças-da-uva (Fig. 3.16, 3.17, 3.18 e 3.19).

Além das referências feitas à utilização de armadilhas em Portugal, informações adicionais neste âmbito podem ser acrescentadas. Assim, há uma experiência antiga relativamente à utilização de garrafas-mosqueiras para capturar a mosca-da-azeitona e a mosca-da-fruta. Armadilhas luminosas têm utilização corrente na captura de lepidópteros, principalmente noctuas de várias culturas (tomate, beterraba, tabaco e vinha em especial).

Recentemente teve início a utilização de feromonas como monitor da traça-da-oliveira (*Prays oleae*).

3.2.3 — Estimativa qualitativa

Generalidades

Como já foi referido no Capítulo 3.1, a estimativa do risco, causado por um organismo nocivo a uma cultura, não abrange somente a intensidade do ataque (traduzida em dados quantitativos através de uma amostragem) mas também uma avaliação qualitativa da incidência dos principais *factores de nocividade*. Estes factores, de natureza abiótica, biótica, cultural ou económica, podem influenciar favorável ou negativamente o desenvolvimento, multiplicação e nocividade do inimigo da cultura em questão, bem como a acção benéfica de auxiliares.

No Quadro 3.4 os factores de nocividade de uma praga são agrupados em função da influência directa na praga e nos seus antagonistas, na planta e, ainda, pelo seu carácter económico ou técnico.

QUADRO 3.4 — *Principais factores susceptíveis de influenciar a nocividade de uma praga e o estabelecimento do nível económico de ataque em arboricultura.*

Factores relativos à PRAGA e aos ANTAGONISTAS	Factores bióticos	— frequência, poder de multiplicação, de dispersão e de nocividade das pragas — frequência e eficácia dos antagonistas presentes, em função dos vários estados de desenvolvimento
	Factores abióticos	— clima: temperatura, humidade, insolação (e fotoperiodismo), vento
Factores relativos à PLANTA (referentes ao equilíbrio fisiológico da cultura)	Factores culturais	— carga de flores e de frutos — cultivar e idade da planta — modo de condução do pomar — influência directa dos tratamentos fitossanitários precedentes, da fertilização e da natureza do solo
	Efeitos secundários (estimulantes ou retardadores por acção trófica)	— dos tratamentos fitossanitários — da fertilização e de outras medidas culturais
Factores económicos e técnicos	Estrutura da exploração	— nível de formação do observador — equipamento para as observações e a luta fitossanitária
	Condições de mercado	— valor da colheita — exigências do mercado

Factores abióticos. O clima

Entre os factores abióticos considera-se somente o clima, dada a sua grande importância sobre as plantas cultivadas, sobre a biocenose das culturas e também sobre a interpretação do nível económico de ataque.

A *meteorologia agrícola* (o estudo das relações entre os factores meteorológicos e a agricultura) não pode ser devidamente desenvolvida neste Manual, pelo que serão somente realçadas a influência do clima sobre a evolução dos inimigos das culturas e a indispensabilidade de adequadas observações meteorológicas. Neste contexto, os principais elementos do clima são:

- a temperatura do ar e do solo;
- a insolação e a radiação solar;
- as precipitações (nomeadamente a chuva);
- a humidade do ar e do solo;
- o vento.

A *influência do clima* faz-se sentir, em especial, sobre:

- o desenvolvimento da planta cultivada e de todos os organismos presentes num dado ecossistema agrário; deste modo, a natureza, a frequência e a época de aparecimento dos organismos fitófagos estão estreitamente dependentes do clima; *
- a resistência (ou a sensibilidade) da planta aos ataques dos organismos nocivos;
- a eficácia e a persistência de acção dos meios de protecção utilizados.

A *utilização dos dados meteorológicos*, feita através do seu registo (manual, automático ou electrónico) e exploração (Fig. 3.20), pode permitir a *previsão*, com boa aproximação:

- da época de aparecimento dos diferentes estados de desenvolvimento de uma dada praga (ex.: utilização da soma de temperaturas de desenvolvimento, na luta contra o bichado-da-macieira) (Quadros 3.5 e 3.6 e Fig. 3.21);

* A diversidade climática, mesmo num país pequeno como Portugal, justifica que a cochonilha-de-San José possa ter 2 gerações no Porto, 3 em Alcobaca e 4 no Algarve (Freitas, 1966, 1975).

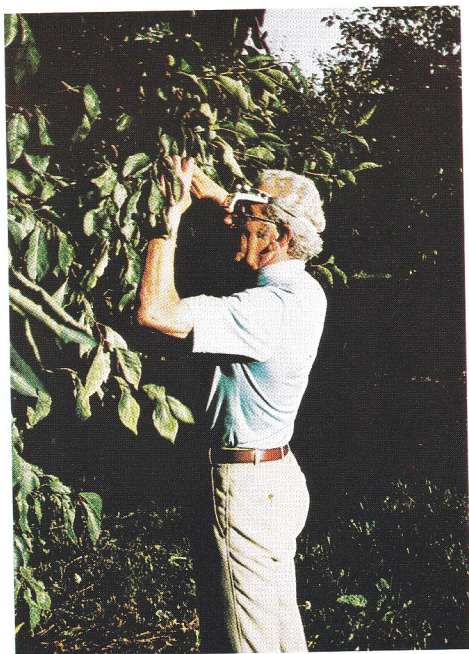


Fig. 3.1 — Observação visual efectuada com lupa frontal

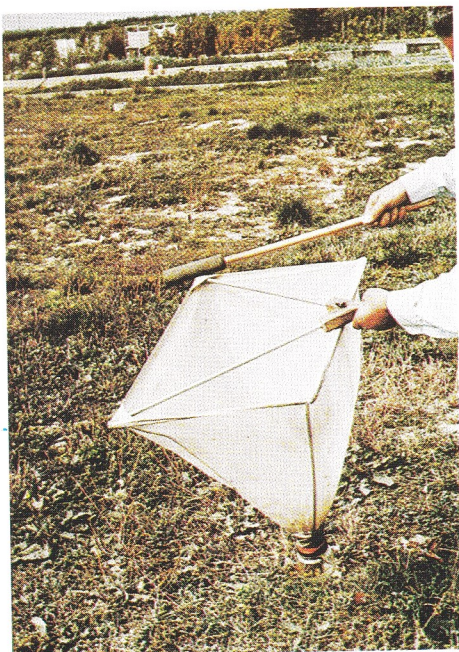


Fig. 3.2 — Técnica das pancadas. Dispositivo utilizado em árvores

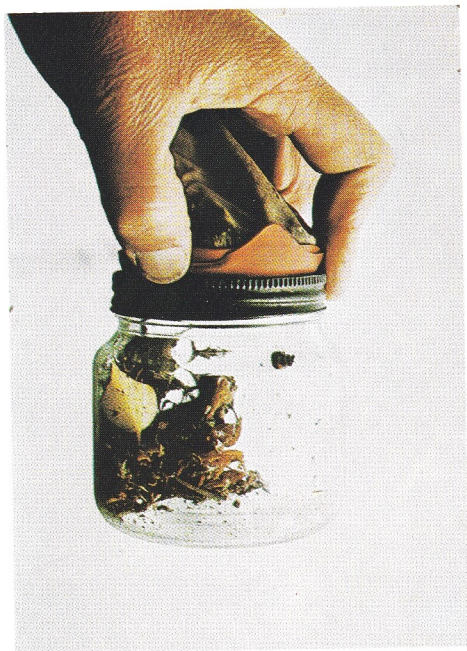


Fig. 3.3 — Técnica das pancadas. Frasco de vidro contendo artrópodos capturados

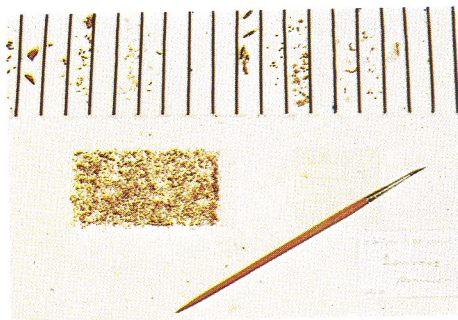


Fig. 3.4 — Placa de separação dos artrópodos capturados pela técnica das pancadas

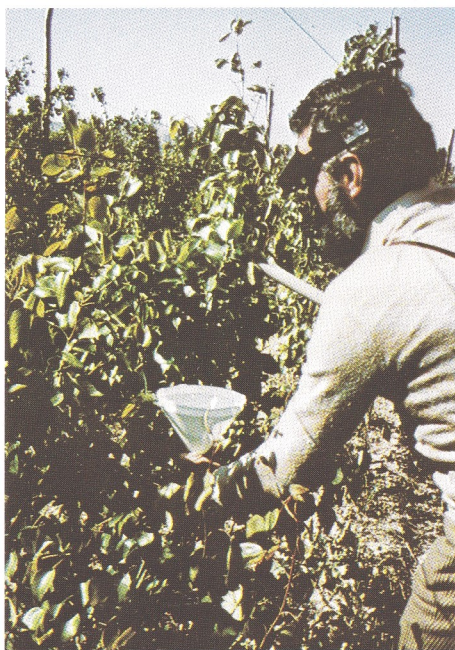


Fig. 3.5 — Técnica das pancadas («batta-ge») utilizada na vinha e em arbori-cultura



Fig. 3.6 — Saco de bater utilizado na captura de insectos



Fig. 3.7 — Armadilha de Barber, no solo, para predadores



Fig. 3.8 — Armadilha aspiradora para insectos



Fig. 3.9 — Armadilha aspiradora para afídeos



Fig. 3.10 — Armadilha cilíndrica para hoplocampa (*Hoplocampa* spp.)



Fig. 3.11 — Cinta-armadilha



Fig. 3.12 — Garrafa-mosqueira



Fig. 3.13 — Armadilha luminosa



Fig. 3.14 — Armadilha cromotrópica
Rebell



Fig. 3.15 — Armadilha amarela Moericke para afídeos



Fig. 3.16 — Armadilha sexual tipo INRA



Fig. 3.17 — Armadilha sexual tipo cilindro



Fig. 3.18 — Armadilha sexual tipo Zoecon

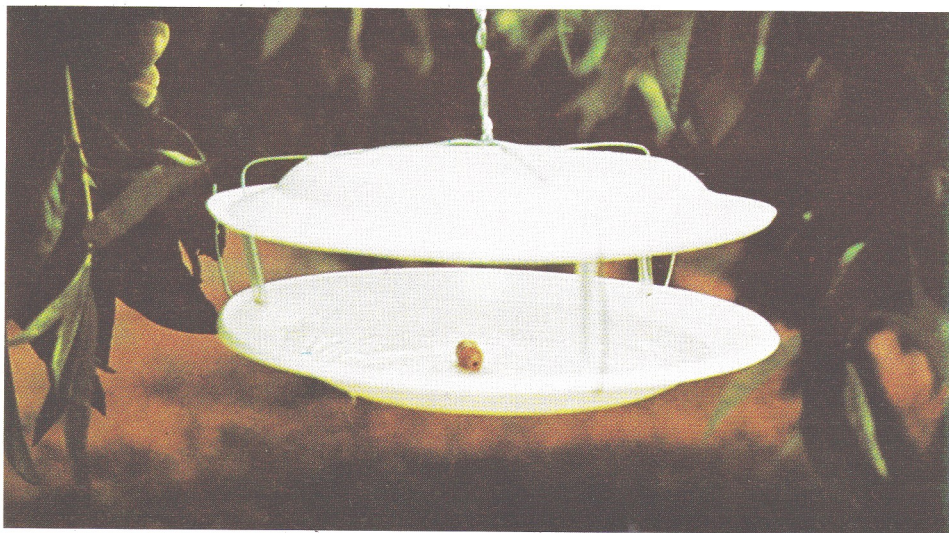


Fig. 3.19 — Armadilha sexual tipo prato



Fig. 3.20 — Termohigrógrafo num pomar

- das condições de infecção por patogénios [ex.: utilização da tabela de Mills e Laplace para a previsão das infecções do pedrado-da-pereira (*Venturia pirina*) e do pedrado-da-macieira];
- da inibição de actividade de um inimigo da cultura por efeito de um factor meteorológico desfavorável (ex.: temperaturas crepusculares deficientes para a postura ou fotoperiodismo desfavorável impedindo a evolução da segunda geração do bichado-da-macieira).

A partir do conhecimento da temperatura de desenvolvimento dos vários estados de uma praga é, por vezes, possível determinar, com boa aproximação e para dada região, as *somas de temperatura* necessárias para o aparecimento dos diferentes estados ou das várias fases de actividade dos fitófagos.

Para cada praga e região, as somas de temperaturas podem ser calculadas (Quadro 3.5), quer desde o início do ano a fim de serem utilizadas para o conjunto do ciclo biológico (ex.: bichado-da-macieira na Suíça — Quadro 3.6 e Fig. 3.21), quer desde o início da actividade de cada estado, para previsão de uma fase determinada [ex.: início do período da eclosão de larvas de cúpua (*Adoxophyes orana*) ou de certas fases das traças-da-uva].

Este método, ainda pouco utilizado na prática, oferece grandes possibilidades ao aperfeiçoamento da previsão.

As somas de temperaturas devem ser estudadas regionalmente, constituindo matéria de investigação aplicada, de particular interesse para Portugal.

QUADRO 3.5 — *Extracto de um registo da soma de temperaturas de desenvolvimento para o bichado-da-macieira (Cydia pomonella).*

Data	TM (°C)	Excedente (> 10° C)	Soma de temperaturas (Excedente) (> 10° C)
Março 12	8	—	—
Março 13	12 *	2 *	2 *
Março 14	7	—	2
Março 15	14	4	6
Março 16	18	8	14
Março 17	9	—	14
Março 18	19	9	23
..... etc.	—	—	—

* A soma dos excedentes da temperatura média diária (TM), superiores a 10° C (limiar do desenvolvimento do bichado), deve iniciar-se desde o princípio do ano.

QUADRO 3.6 — Exemplo de utilização das principais somas de temperaturas na previsão da actividade do bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*) e do bichado-da-ameixeira (*Cydia funebrana*). (Dados válidos para as condições da Suíça).

Fase	Bichado-da-macieira (°C)	Bichado-da-ameixeira (°C)	Utilização prática
Início do primeiro voo	80	30	Colocação das armadilhas sexuais
Início das penetrações	220-250	100-110	Tratamento em luta precoce
Máximo do primeiro voo	350-380	100-200	Observação das penetrações (Estimativa do risco imediato)
Primeiras larvas abandonando o fruto	470	260	Colocação das cintas-armadilha (bichado-da-macieira)
Início do segundo voo	700	450-500	Observação das posturas (bichado-da-ameixeira)
Máximo do segundo voo	desde 780	600	Observação das posturas e das penetrações

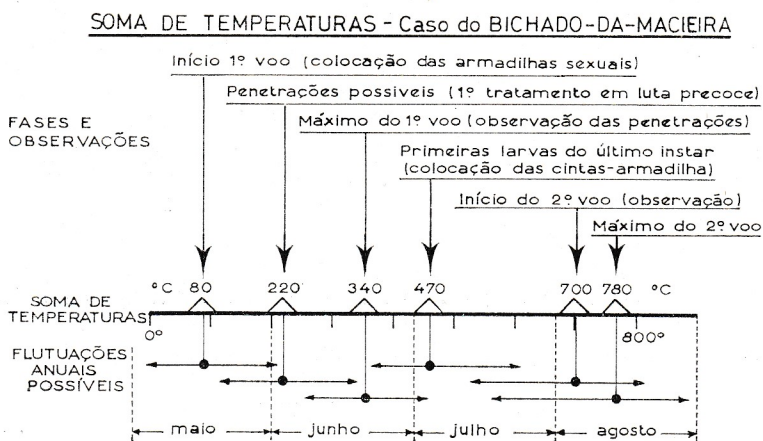


Fig. 3.21 — Possibilidades de utilização prática das somas de temperaturas para a previsão da actividade do bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*). Dados válidos para a Suíça (Baggiolini, 1979).

Desde que se disponha de bons conhecimentos epidemiológicos relativos às principais pragas e doenças das culturas, o estabelecimento de uma rede regional de observação, exploração e divulgação de dados

meteorológicos, em estreita ligação com uma rede nacional, pode facilitar:

- a utilização de níveis económicos de ataque baseados no risco imediato (o que reduzirá a frequência das observações e dos tratamentos);
- a utilização da previsão do risco (obtendo com mais rigor as datas de intervenção, nomeadamente no caso do bichado-da-macieira e de numerosas doenças);
- a prática da previsão negativa, permitindo eliminar os tratamentos reconhecidos como inúteis.

A utilização automatizada destes dados, graças à informática (ver Cap. 4.5), permitirá aos serviços regionais de avisos o lançamento de avisos de alerta cada vez mais precisos e pormenorizados. Contudo, continuará a ser decisiva a acção complementar do agricultor, que deverá assegurar a observação de certos fenómenos meteorológicos (ex.: quantidade de chuva no caso do pedrado-da-pereira) ou da presença efectiva da ameaça ao nível da parcela.

Factores bióticos

Vários *agentes antagonistas* exercem acção limitante no desenvolvimento das populações de pragas de artrópodos ou de patógenos de uma dada cultura. Têm particular interesse os *auxiliares entomófagos* (predadores e parasitóides) cuja acção é completada pelos entomopatógenos, isto é, microrganismos parasitas de insectos. Este conjunto de organismos auxiliares constitui o *complexo de auxiliares* próprio de cada ecossistema agrário (Fig. 3.22).

A eficácia dos auxiliares, muitas vezes atrasada no tempo, pode atingir níveis elevados no caso de parasitóides de pragas de ciclo polivoltino, isto é, com várias gerações por ano.

A possibilidade de utilização dos auxiliares entomófagos depende do conhecimento, na região, da composição da entomofauna (a esclarecer através de inventários biocenóticos) e de se dispor, para a cultura, de técnicas de amostragem apropriadas e de adequados meios de identificação das espécies.

Também devem ser tomadas em consideração as interacções mais marcadas no seio de cada entidade ecológica (Fig. 3.23), nomeadamente:

- o potencial de multiplicação e de dispersão dos auxiliares;
- os locais de refúgio e o ambiente vegetal;

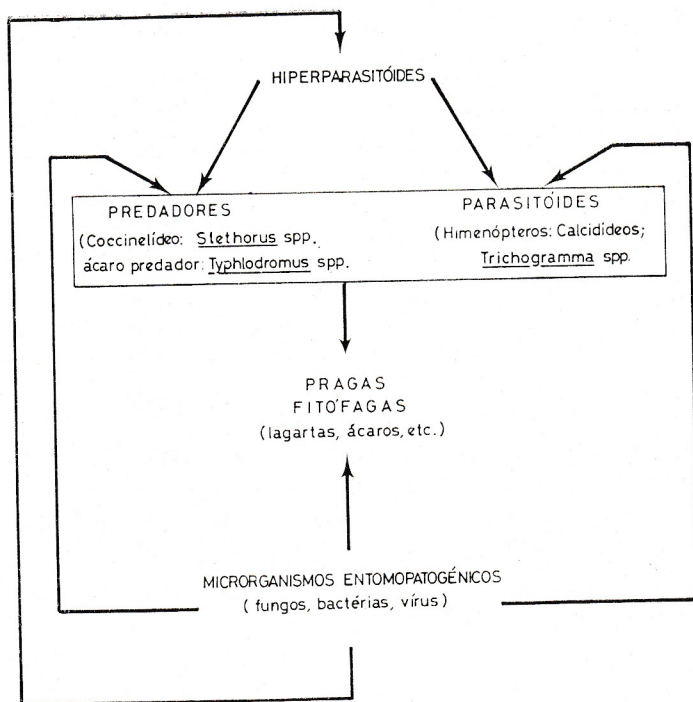


Fig. 3.22 — Complexo de auxiliares de um ecossistema agrícola (Milaire).

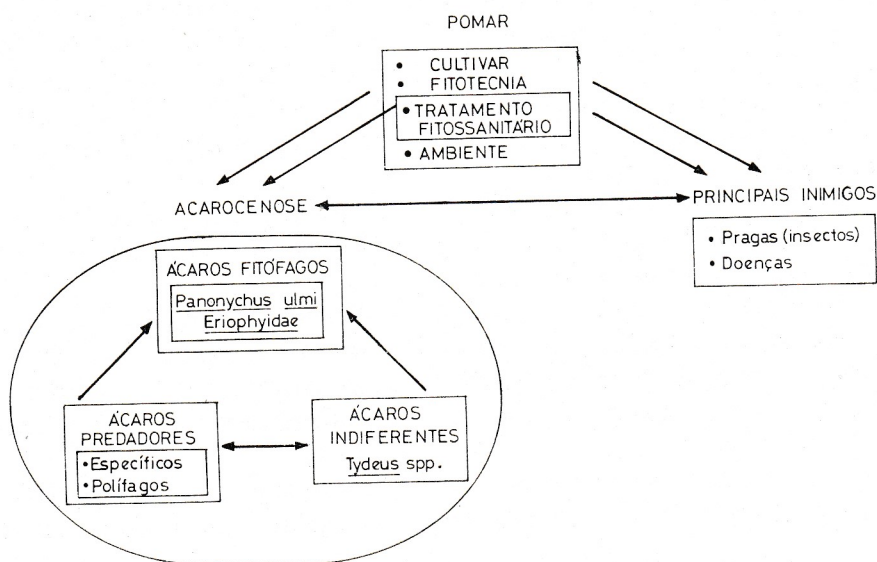


Fig. 3.23 — Interações verificadas na acarocenoze da macieira.
(Adaptado de Rambier, 1974b).

- o crescimento da planta e o desenvolvimento das pragas;
- a incidência do clima sobre a planta, as pragas e os auxiliares;
- os efeitos secundários dos tratamentos químicos.

Os agrupamentos característicos de predadores de ácaros são apresentados no Quadro 3.7.

Vários casos de grupos predador/presa (ex.: *Typhlodromus pyri* / *Panonychus ulmi*; *Anthocoris nemoralis* / *Psylla pyri*) têm sido estudados, dispondo-se já de dados práticos sobre os efectivos de predadores capazes de manter a população da praga a nível aceitável.

O estudo dos auxiliares potencialmente activos nas várias culturas é desenvolvido no Capítulo consagrado à luta biológica (Cap. 3.4.2).

QUADRO 3.7 — *Agrupamentos característicos dos predadores de ácaros.*
(Adaptado de Rambier, 1974a).

<hr/>		
Insectos		
Coccinelídeos	<i>Stethorus punctillum</i>	Predadores
Antocorídeos	<i>Orius</i> spp.	de «limpeza»
Ácaros		
Estigmeídeos	<i>Zetzelia mali</i>	Predadores de «protecção»
Fitoseídeos	<i>Amblyseius aberrans</i>	
	<i>A. finlandicus</i>	
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	
	<i>Typhlodromus pyri</i>	
	<i>T. finlandicus</i>	
<hr/>		

Factores culturais

Todo o desequilíbrio, mesmo temporário, susceptível de modificar a fisiologia da planta, constitui, de um modo geral, uma situação desfavorável ao seu estado sanitário.

As medidas de protecção baseadas em factores de natureza cultural devem, geralmente, preceder a sementeira ou plantação para assegurar o nascimento rápido e simultâneo das plantas, o que, só por si, pode fazer face à acção de várias pragas.

Para as plantas anuais, a rotação tem o maior interesse, pois as culturas precedentes podem ter uma influência decisiva na intensidade de desenvolvimento de certas doenças, como o pé-negro-dos-cereais (*Gaeumannomyces graminis*) ou de certas pragas, como o alfinete (*Agriotes* spp.) que ataca o milho.

Para as culturas vivazes, os cuidados adoptados na implantação do pomar ou da vinha têm uma influência directa na homogeneidade das suas condições fitossanitárias.

Nos pomares e na vinha, os valores dos níveis económicos de ataque são influenciados por várias categorias de factores. A título de exemplo, podem citar-se:

- a idade das árvores — os níveis económicos de ataque para os afídeos são mais baixos nas árvores mais novas;
- a cultivar — a diferença de sensibilidade varietal é conhecida quer em relação a pragas (ex.: as cultivares «vermelhas» da macieira em relação ao aranhão-vermelho) quer a doenças [ex.: a 'Jonathan' em relação a oídio-da-macieira (*Podosphaera leucotricha*)];
- as técnicas culturais (modo de condução) — a destruição da vegetação espontânea invadida por certos ácaros tetraniquídeos pode provocar a rápida invasão, por esta praga, dos pomares de macieira;
- a carga de flores e de frutos — os efectivos de larvas hibernantes de bichado-da-macieira, aceitáveis economicamente, estão directamente relacionados com a quantidade de flores e frutos disponíveis;
- o modo de formação e condução das plantas resultante das exigências da mecanização [ex.: colheita mecânica nas vinhas; as numerosas cicatrizes resultantes da intensa poda favorecem a infecção generalizada pela esca (*Stereum hirsutum*)].

Factores económicos e técnicos

Vários factores económicos e técnicos condicionam a determinação dos níveis económicos de ataque.

Entre outros, podem citar-se as características da empresa agrícola (agricultura de mercado ou agricultura de subsistência) e as condições do mercado (afectando o valor do produto e as exigências comerciais).

Em Portugal, além destes factores, devem destacar-se a instabilidade dos preços dos produtos agrícolas, o grande número de explorações de reduzida dimensão, a precária formação profissional dos agricultores e as deficiências estruturais dos serviços oficiais de agricultura. Estes factores poderão, em alguns casos, tornar até inviável a determinação e utilização dos níveis económicos de ataque.

3.2.4 — Bibliografia

- ACTA (1979). *Note d'information. Lutte intégrée*. N. S. 9-10.
- BAGGIOLINI, M. (1965). Méthode de contrôle visuel des infestations d'arthropodes ravageurs du pommier. *Entomophaga*, **10**: 221-229.
- BAGGIOLINI, M. (1979). Nouveaux aspects dans l'utilisation du seuil de tolérance. *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt*, Wien, 8-12 Oct. 1979; 65-74.
- BAILLOD, M., BASSINO, J. P. & PIGANEAU, P. (1979). L'estimation du risque provoqué par l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et l'acarien des charmillles (*Eotetranychus carpini* Oud.) en viticulture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **11**(3): 123-130.
- BASSINO, J. P. (1972). Simplification possible de la méthode d'estimation des populations de l'acarien rouge. *ACTA, Lutte intégrée*, **10**: 1-5.
- CHARMILLOT, P. J., VALLIER, R. & TAGINI-ROSSET, S. (1979). Carpocapse des prunes (*Grapholita funebrana* Tr.): étude du cycle de développement en fonction des sommes de température et considérations sur l'activité des papillons. *Bull. Soc. ent. suisse*, **52**: 19-33.
- FAUVEL, G., RAMBIER, A. & BALDUQUE-MARTIN, R. (1981). La technique du battage pour la surveillance des ravageurs en cultures fruitière et florale. I — Comparaison des résultats obtenus en verger de pommiers avec des entonnoirs rigides de taille moyenne et avec des entonnoirs en toile. Étude de l'influence de quelques facteurs sur l'efficacité du battage. *Agronomie*, **1** (2): 105-113.
- FREITAS, A. (1966). O comportamento bio-ecológico da Cochonilha-de-San José [*Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.)] em Portugal Continental (Anos de 1960-61 e 1963-64). I — Ciclo anual em Macieira. *Agronomia lusit.*, **26**: 289-335.
- FREITAS, A. (1972). A Cochonilha-negra *Saissetia oleae* (Oliv.) em Oliveira. Bio-ecologia e influência dos tratamentos antidácicos. *Agronomia lusit.*, **33**: 349-390.
- FREITAS, A. (1975). O comportamento bio-ecológico da Cochonilha-de-San José [*Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.)] em Portugal Continental. II — Mortalidade natural e parasitismo em Macieira. *Agronomia lusit.*, **36**: 235-280.
- FREITAS, A. (1977). A Cochonilha-negra *Saissetia oleae* (Oliv.) em Laranjeira. Bio-ecologia, tratamentos e reinfestação. *Agronomia lusit.*, **38**: 5-40.
- MATHYS, G. & BAGGIOLINI, M. (1976). Étude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée. *Agric. rom.*, **4**(3): 27-50.
- MILAIRE, H. G. (1978). La protection des cultures par la lutte intégrée. *C. r. Acad. Agric. Fr.*, **17**: 1351-1370.
- OILB/ACTA (1974). *Contrôles périodiques en verger de pommier*. ACTA, Paris.
- OILB/SROP (1969). *Introduction à la lutte intégrée en verger de pommier*. Broch. 1. Stuttgart.
- OILB/SROP (1976). *Introduction à la lutte intégrée en verger de pommier*. *Die Klopffmethode*. Broch. 4, Pudoc, Wageningen.
- OILB/SROP (1980). *Introduction à la lutte intégrée en verger de pommier*. *Contrôle visuel en verger de pommier*. Broch. 2, Ed. 3.
- PRIMAULT, B. (1970). Nouvelle conception de la présentation, pour l'agriculture, des séries climatologiques. R. Conf. Vienne, *Publ. OEPP*, **57**: 41-50.

- RAMBIER, A. (1974a). Relations entre les acariens nuisibles et leurs ennemis naturels. In OILB/SROP (1974). *Les organismes auxiliaires en verger de pommier*. Broch. 3: 107-109.
- RAMBIER, A. (1974b). Place, relations et nature des acariens nuisibles dans le verger de pommier. In OILB/SROP (1974). *Les organismes auxiliaires en verger de pommier*. Broch. 3: 101-106.
- RAMBIER, A. (1975). Le battage. *Note Inf. Lutte intégrée, ACTA, N. S. 5*: 25-26.
- RICHTER, J. (1978). *Introduction concernant l'appareil électronique de Stuttgart*. OILB, Réunion Bologne, Janv. 1978.
- SILVA, G. M. & OLIVEIRA, A. J. (1959a). Experiments on control of the pests of the yellow lupin (*Lupinus luteus* L.). I — Insecticides. *Agronomia lusit.*, 21: 43-74.
- SILVA, G. M. & OLIVEIRA, A. J. (1959b). Experiments on control of the pests of the yellow lupin (*Lupinus luteus* L.). II — Cultural Practices. *Agronomia lusit.*, 21: 123-134.
- STEINER, H. (1962). Methoden zur Untersuchung der Populations dynamik in Obstanlagen. *Entomophaga*, 7: 207-214.
- STEINER, H. (1976). Die Anwendungsmöglichkeiten der Klopfmethode bei Arbeiten über die Obstbaumfauna. *Entomophaga, H. S. 3*: 17-20.
- VRIE, M. V. (1966). Population sampling for integrated control. *Proc. FAO Symp. integrated Pest Control, Rome, 11-15 Oct. 1965*, 2: 57-75.
- WILDBOLZ, T. (1965). Über die Bedeutung der Temperatursumme und anderer Witterungsdaten bei der Apfelwicklerprognose. *Schweiz. Z. Obst.-Weinbau*, 101: 572-579.

3.3 — A utilização do nível económico de ataque

3.3.1 — Generalidades

A noção de nível económico de ataque *, já anteriormente referida (ver pág. 11), constitui o elemento fundamental e característico da protecção integrada. Este conceito implica, com efeito, uma transformação nas concepções da protecção das plantas, pois leva o agricultor a «tolerar», a aceitar a presença, até um certo nível, das pragas em actividade na sua cultura e a utilizar todos os elementos positivos do ecossistema agrário no qual trabalha, antes de intervir directamente contra essas pragas. Aplicada à agricultura, esta noção ecológica comporta também um aspecto económico.

No estudo dos níveis de tolerância distingue-se a noção de nível prejudicial de ataque e a de nível económico de ataque (Fig. 3.24).

* Tradução de «seuil de tolérance», «seuil d'intervention», «economic threshold», «action threshold», «Bekämpfungsschadenschwelle».

Por *nível prejudicial de ataque* define-se a mais baixa intensidade de ataque do inimigo da cultura que já causará prejuízos de importância económica.

O *nível económico de ataque* é a intensidade de ataque do inimigo da cultura a que se devem aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que a cultura sofra o risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar mais o dos efeitos indesejáveis que estas últimas possam provocar.

Na prática, normalmente, só se faz referência ao nível económico de ataque. Em conformidade, neste Manual será apenas considerado este conceito.

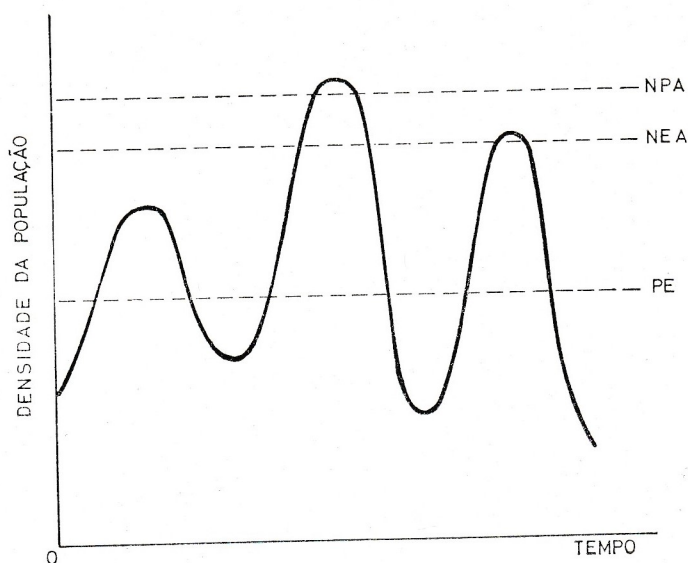


Fig. 3.24 — Curva teórica da evolução de uma população de uma praga (artrópodos). NPA — nível prejudicial de ataque; NEA — nível económico de ataque; PE — posição de equilíbrio (Stern, 1966).

O estabelecimento deste nível implica, portanto, a comparação dos dois elementos seguintes (Fig. 3.25):

- a) a *estimativa do risco ou de ameaça* que engloba (como se descreveu no Cap. 3.2) a apreciação quantitativa dos organismos nocivos (através de métodos de amostragem apropriados) e a análise da influência de certos factores (abióticos, bióticos, cul-

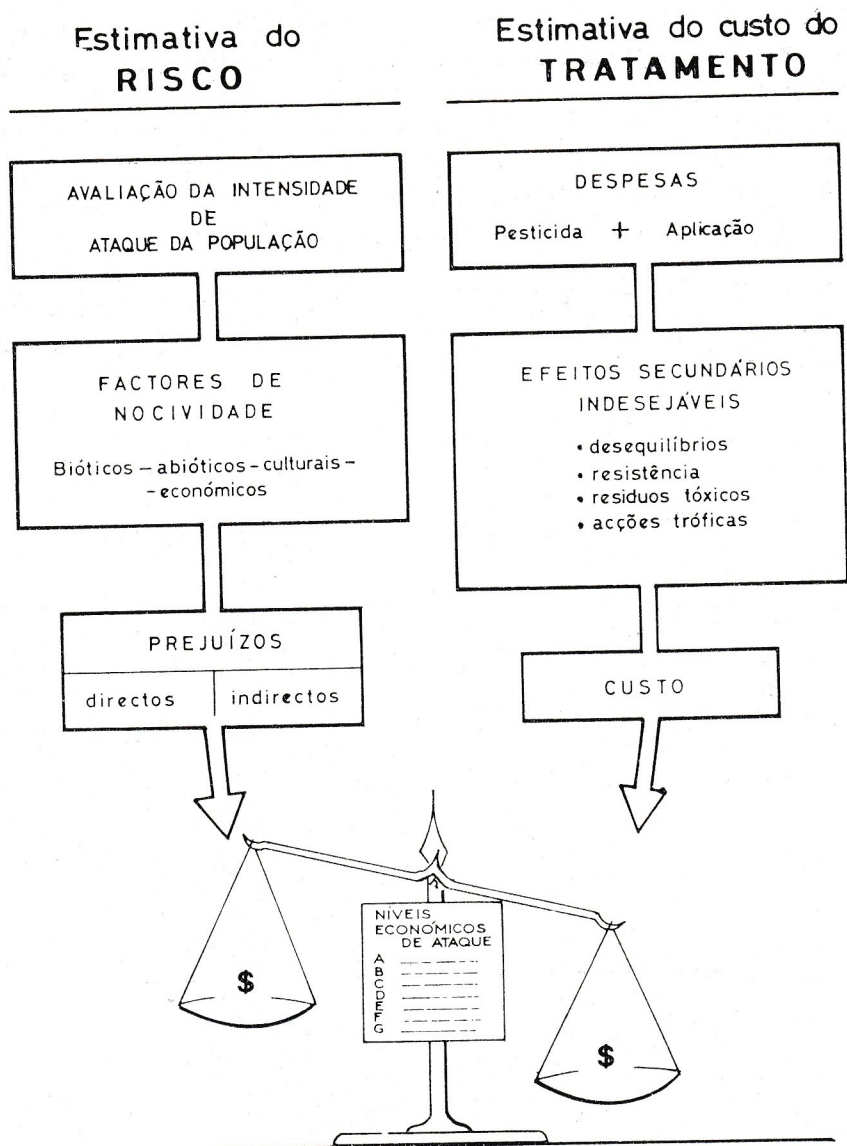


Fig. 3.25 — Utilização do nível económico de ataque (Baggiolini, 1970).

turais e económicos) na nocividade desses organismos e, portanto, nos prejuízos previsíveis, directos (ex.: perda de colheita) ou indirectos (ex.: perda de vigor das árvores);

- b) a *estimativa do custo dos meios de protecção* previstos, englobando todos os tipos de custo; por exemplo, na luta química

devem considerar-se, a par dos custos directos do pesticida e da sua aplicação, os custos indirectos, ou seja, os efeitos secundários indesejáveis (ex.: resistência, resíduos tóxicos, degradação do ambiente, destruição de auxiliares e consequentes desequilíbrios biológicos) que constituem também uma carga económica negativa.

3.3.2 — *Estimativa do risco imediato e do risco potencial*

Na estimativa do risco podem diferenciar-se o risco imediato e o risco potencial (Fig. 3.26).

A *estimativa do risco imediato* é a maneira mais directa, mais simples e mais generalizada de utilização dos níveis económicos de ataque propostos nas publicações da OILB (OILB/ACTA, 1974; OILB/SROP, 1980). Neste caso, *o nível indica o limite de infestação máximo, além do qual é necessário intervir imediatamente*. Este limite crítico refere-se, geralmente, à frequência do estado da praga directamente responsável pelos prejuízos.

Em arboricultura pode citar-se, como exemplo de estimativa do risco imediato:

- 30%-45% de folhas ocupadas por formas móveis do aranhaço-vermelho (*Panonychus ulmi*) na contagem de fim de Verão;
- 1% de novas penetrações nos frutos da primeira geração do bicho-da-macieira (*Cydia pomonella*) e 0,5% da segunda geração (Fig. 3.26).

Este método de utilização do nível económico de ataque é especialmente adaptado para as pragas facilmente detectáveis ou pouco perigosas e que possam ser eficientemente combatidas em caso de grave ameaça. O seu emprego exige uma observação regular da cultura e agricultores com bons conhecimentos fitossanitários.

A *estimativa do risco potencial* pode ser adoptada quando se trata de pragas cuja fase nociva é dificilmente detectável ou quando certas particularidades biológicas ou técnicas tornam demasiado difícil ou incerta a estimativa do risco imediato. Esta estimativa traduz-se na *determinação de um nível de previsão da infestação estimado a partir de um estado precedente da fase nociva da praga*. A utilização deste tipo de nível económico de ataque implica a existência de conhecimentos

MODOS DE UTILIZAÇÃO DO NÍVEL ECONÓMICO DE ATAQUE (Caso do bichado-da-macieira)

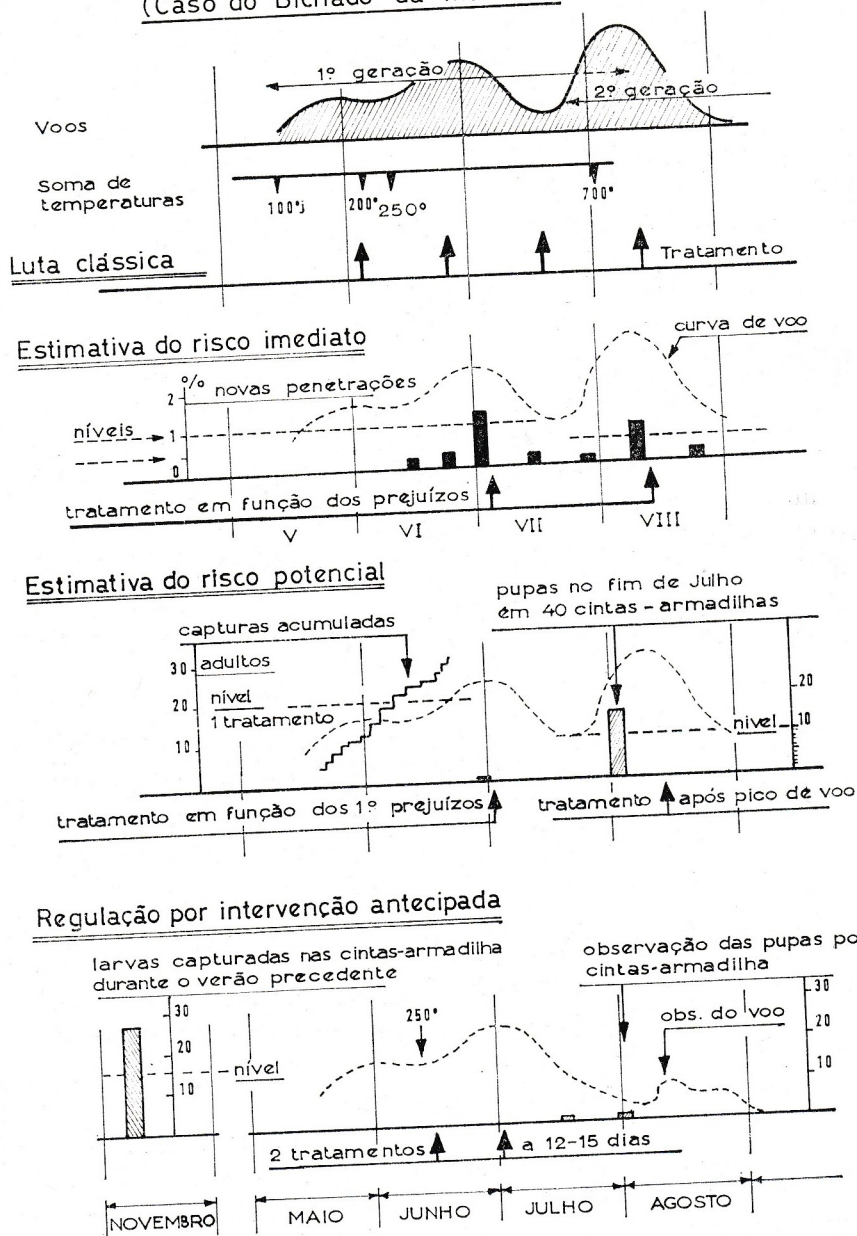


Fig. 3.26 — Representação esquemática das várias formas de utilização da noção de nível económico de ataque relativamente ao bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*), nas condições do «Bassin Lémanique» (Baggiolini, 1979).

sobre o potencial biótico e o potencial de nocividade da praga em questão. A estimativa do risco potencial é adoptada, por exemplo:

- para determinar, no início da época, o tipo de luta a pôr em prática contra o aranhaço-vermelho, a partir das contagens das posturas de Inverno (na madeira de poda);
- para avaliar a necessidade de combater a primeira ou a segunda geração do bichado-da-macieira através do conhecimento das populações de larvas da geração precedente, capturadas em cintas-armadilha.

A utilização do nível de previsão tem, ainda, o grande interesse de permitir reduzir, a níveis inferiores ao nível económico de ataque, a geração mais nociva, através de uma intervenção antecipada. Tal acontece, por exemplo, em relação ao bichado-da-macieira, cujas populações, nas culturas comerciais, não são reduzidas por factores limitativos naturais, sendo sempre necessário proceder a intervenções com insecticidas.

Por exemplo, como se refere na Fig. 3.26, a estimativa do número de larvas hibernantes, efectuada no Outono precedente através de cintas-armadilha, permite decidir sobre a necessidade de luta precoce contra a primeira geração do bichado-da-macieira. Deste modo, elimina-se uma parte da população desta praga, ficando a segunda geração suficientemente reduzida para eventualmente dispensar novos tratamentos.

A utilização do risco potencial permite, muitas vezes, reduzir as numerosas observações necessárias à determinação do nível económico de ataque segundo o risco imediato.

3.3.3 — Significado dos níveis económicos de ataque

A utilização prática do nível económico de ataque exige bom conhecimento quer dos inimigos das culturas a combater quer da cultura que se pretende defender; normalmente, torna-se indispensável dispor de um serviço regional de assistência técnica funcionando com eficiência. Por outro lado, os níveis económicos de ataque, indicados na literatura da especialidade, embora sejam o resultado de demorada experimentação prática, realizada, muitas vezes, por diferentes investigadores em diversos países, devem ser tomados como mera referência e somente adoptados depois de devidamente testados.

Assim, em arboricultura e viticultura, os níveis económicos de ataque, indicados nas publicações da OILB, devem ser utilizados pelos

agricultores como referência para a interpretação dos resultados das suas próprias observações.

Para as condições da França e da Suíça, são referidos, no Quadro 3.8, os níveis económicos de ataque (risco imediato) referentes às principais pragas da macieira e, no Quadro 3.9, os níveis económicos de ataque a utilizar na estimativa do risco imediato e do risco potencial

QUADRO 3.8 — *Níveis económicos de ataque relativos às principais pragas da macieira (risco imediato). Os níveis correspondem à observação de 109 órgãos (observação visual) ou de 100 ramos (pancadas). Dados válidos para as condições da França e da Suíça.*

Praga	Observação visual		Pancadas Nível
	Nível %	Material a observar	
Afídeo-cinzentos (até ao estado F) (a partir do estado G)	Presença *	Órgãos com afídeos	
<i>Rhopalosiphum insertum</i>	2		
Afídeo-verde	60	Rebentos infestados	
Pulgão-lanigero	15	Rebentos infestados	
Lagartas-dos-rebentos	10	Rebentos infestados	
Queimatobia	6	Lagartas	
Nóctuas	8-10	Lagartas	
(estado G-H)			
Teia	Presença *	Lagartas	4 lagartas
	4	Folhas com galerias ou ninhos	
Rinquitos (estado E)			6 adultos
Mineiras-prateadas-das-folhas	200 *	Galerias	
Bichado			
— 1. ^a geração	1-2	} Frutos atacados (o nível é indicado em %, mas a observação é feita em 1000 frutos)	
— 2. ^a geração	0,5-1		
Cápua			
— geração de Verão	5-10	Extremidades dos rebentos	
	1	Frutos atacados	
Aranhico-vermelho			
— até Junho	70	Folhas (do 1/3 inferior dos rebentos) ocupadas	
— de Julho a meados de Agosto	60	Folhas (do 1/3 central dos rebentos) ocupadas	
— desde meados de Agosto até Outono	30-45	Folhas (do 1/3 central dos rebentos) ocupadas	

* Não é percentagem

QUADRO 3.9 — Exemplos de níveis económicos de ataque utilizados na luta dirigida em arboricultura, em França e na Suíça, em relação ao bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*) e à cápua (*Adoxophyes orana*).

Praga	Nível utilizado para estimativa de:		Exemplo de intervenção antecipada
	«risco imediato» (tratamento após a observação)	«risco potencial» (observação antecipada)	
Bichado-da-macieira (duas gerações)	Observação das penetrações em 1000 frutos:	Captura em armadilhas sexuais:	Luta precoce (2 tratamentos) contra a 1.ª geração, para evitar a segunda
	— 1.ª geração: 1 %-2 %	— global a 250° C: 20 adultos	
	— 2.ª geração: 0,5 %-1 %	— semanal: 5-8 adultos	
		Captura em 40 cintas-armadilha:	
Cápua (geração de Verão)	Observação da infestação da extremidade dos rebentos: (em Junho-Julho): 5%-10%	— no Outono precedente: 7 larvas/100 frutos/árvore	Luta contra o estado larvar hibernante, com os reguladores de crescimento (RCI), no fim da floração.
	Observação de ataques em frutos: (em Junho-Julho): 1%	— no fim de Julho: 1 ninfa/100 frutos/árvore	
		Observação de larvas da geração hibernante (500 inflorescências antes ou após a floração): > 0,5 % = 1 tratamento < 0,5 % = 2 tratamentos	

na luta dirigida contra o bichado-da-macieira e a cápia (*Adoxophyes orana*).

Insiste-se, contudo, que estes dados referentes a níveis económicos de ataque não têm valor aritmético rígido. Estes níveis devem ser utilizados com prudência, bom-senso e competência, tomando em consideração, nomeadamente, o *grau de experiência do observador* e os elementos (ex.: clima, estado da cultura, carga de frutos, auxiliares) que, no momento das observações, possam influenciar, de forma particular, o risco em estudo.

Quando várias pragas, que atacam os mesmos órgãos, estão presentes simultaneamente na cultura, as diferentes percentagens de infestação registadas devem ser consideradas em conjunto para obter um nível económico de ataque mais representativo do conjunto destas ameaças.

A concluir este Capítulo deve realçar-se que o aperfeiçoamento do valor intrínseco e prático dos métodos de amostragem, bem como das possibilidades de utilização prática dos níveis económicos de ataque, constituem permanente preocupação dos técnicos. Esta questão deve estar bem presente no momento actual em que se procede à introdução destes conceitos nas condições práticas da agricultura portuguesa.

3.3.4 — Bibliografia

- AMARO, P. (1980). Aspectos de natureza económica em Sanidade Vegetal. *Agros*, 63 (2): 21-41.
- BAGGIOLINI, M. (1970). Signification et recherches sur le seuil de tolérance en arboriculture. C. r. 4^e Symp. *Lutte intégrée vergers OILB/SROP*, Avignon, 1969: 31-37.
- BAGGIOLINI, M. (1979). Nouveaux aspects dans l'utilisation du seuil de tolérance. *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt*, Wien, 8-12 Oct. 1979: 65-74.
- BAILLOD, M., BASSINO, J. P. & PIGANEAU, P. (1979). L'estimation du risque provoqué par l'Acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) et l'Acarien des charmilles (*Eotetranychus carpini* Oud.) en viticulture. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 11 (3): 123-130.
- DELUCCHI, V. (1975). *Des aspects économiques de la protection sanitaire*. Cours «Lutte intégrée pour la protection des plantes». Neuchâtel, ETH, Zurich.
- DELUCCHI, V. (1977). *Pourquoi faut-il considérer un seuil de tolérance en protection phytosanitaire*. Weiterbildungskurs, Zollikofen, ETH, Zurich.
- NORGAARD, R. B. (1976). Integrated economics and pest management. In APPLE, J. L. & SMITH, R. F. (Ed.). *Integrated pest management*. Plenum Press, New York and London: 17-25.
- OILB/SROP (1980). *Introduction à la lutte intégrée en verger de pommier. Contrôle visuel en verger de pommier*. Broch, 2, Ed. 3

- OILB/SROP & ACTA (1974). *Contrôles périodiques en verger. Pommier*. ACTA-Lutte Intégrée. ACTA, Paris.
- SILVA, G. M. (1976). Problemas gerais em Entomologia Agrícola. Métodos biológicos. Luta integrada. «Curso de Actualização e Extensão Universitária». *Bolm Soc. port. Ciênc. nat.*, Maio 1976.
- SMITH, R. F. (1969). The importance of injury levels in the development of integrated pest control. *Qualitas Pl. Mater. veg.*, 17 (2): 81-92.
- STEINER, H. (1971). Plant protection without risks. *Bull. OEPP*, 1: 23-28.
- STERN, V. M. (1966). Significance of the economic threshold in integrated pest control. *Proc. FAO Symp. integrated pest control, Rome, 11-15 Oct. 1965*, 2: 41-56.

3.4 — A escolha dos meios de protecção

3.4.1 — Generalidades

Em Capítulos anteriores foram analisados dois componentes da protecção integrada: a estimativa do risco e a utilização do nível económico de ataque. Estes factores deverão preceder sempre a tomada de decisão relativamente ao terceiro factor da protecção integrada: a escolha dos meios de protecção.

De acordo com os princípios da protecção integrada (ver Cap. 2) não se pretende eliminar o organismo prejudicial, mas antes manter a intensidade do seu ataque a um nível suficientemente baixo para que os prejuízos económicos sejam suportáveis; procura-se, também, modificar favoravelmente a incidência dos factores naturais condicionantes da nocividade do inimigo da cultura.

A escolha dos meios de protecção deve ser feita caso a caso, procurando sempre respeitar os princípios da protecção integrada. Quando, no Volume II do Manual, se descrever a utilização da protecção integrada nas várias culturas, serão apresentados exemplos em que se evidenciará como se seleccionam os meios de protecção mais adequados e se procede à sua integração.

Em protecção integrada jamais se adopta a solução, infelizmente ainda tão generalizada, do recurso à *luta química cega*, isto é, da quase instintiva utilização dos pesticidas, muitas vezes mesmo sem a presença da praga e sem uma prévia ponderação dos seus potenciais inconvenientes ou do recurso, em alternativa, a outros meios de luta.

A fim de ter presente as potencialidades oferecidas pelos vários meios de protecção, numa óptica de protecção integrada, vai-se proceder, neste Capítulo, a uma descrição das suas principais características. Na-

turalmente, serão realçados, nomeadamente ao tratar da luta química, os aspectos com particular relevância para a protecção integrada.

Os meios de protecção sintetizados no Quadro 3.10 serão sucessivamente analisados.

Nos meios de luta genética incluem-se somente as cultivares resistentes, ainda que nos meios de luta biotécnica sejam considerados alguns aspectos da natureza genética, como a luta autocida.

QUADRO 3.10 — Meios de protecção utilizados em protecção integrada.

Meio de protecção	Exemplo
Biológicos	Artrópodos entomófagos (parasitóides e predadores) Microrganismos entomopatogénicos (luta microbiológica)
Biotécnicos	Hormonas de crescimento Precocenas (anti-hormonas) e antiquitinas Feromonas Substâncias esterilizantes (luta autocida) Inibidores de alimentação
Genéticos	Cultivares resistentes
Culturais	Rotações Épocas e densidades de sementeira
Químicos	Selectivos (de preferência)

3.4.2 — Os meios de luta biológica

Generalidades

Os insectos têm *inimigos naturais*, os *entomófagos*, na sua região de origem e no meio onde se processou a sua evolução, isto é, no habitat primário.

Para a maioria dos insectos fitófagos das culturas estabelece-se, na zona de habitat primário, um equilíbrio natural, estável, abrangendo os entomófagos, os fitófagos e a cultura (Fig. 3.27 e Fig. 2.4, já apreciada no Cap. 2).

As intervenções humanas que modifiquem as relações existentes entre estes três componentes provocam desequilíbrios biológicos que se traduzem no aumento da população dos fitófagos (Fig. 2.4). Tal situação pode ocorrer pela diminuição dos entomófagos e ou pelo aumento dos fitófagos (Fig. 3.27). Os desequilíbrios podem ter carácter sazonal, através de flutuações cíclicas, em que as populações regressam,

naturalmente, a uma situação de equilíbrio, o que pode ser motivado, por exemplo, por razões de carácter climático. Noutros casos, os desequilíbrios são permanentes, podendo, então, ser restabelecidos, quer por intervenções que levem à conservação das populações de entomófagos, quer pela reimplantação deliberada desses entomófagos. Estas acções correspondem à luta biológica (Fig. 3.27).

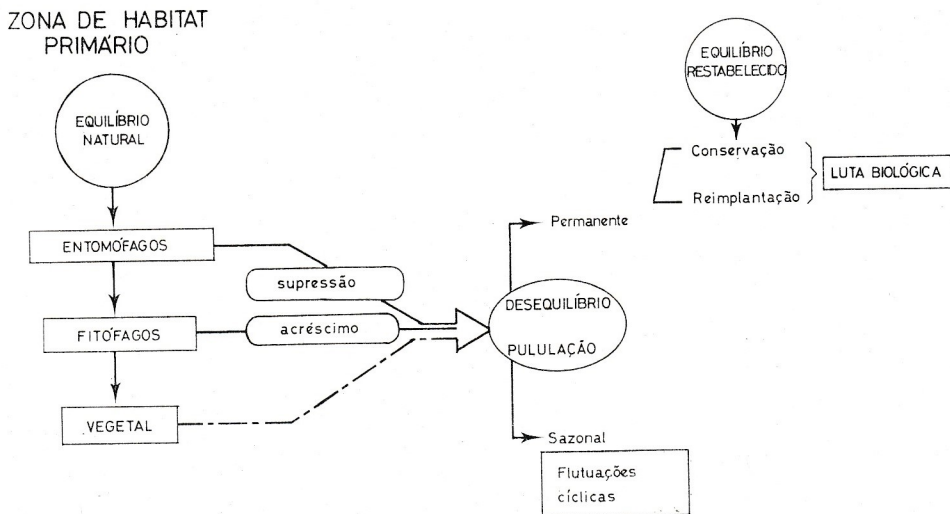


Fig. 3.27 — Evolução de situações de equilíbrio biológico natural, de desequilíbrio e de restabelecimento do equilíbrio biológico.

Portanto, a *luta biológica* consiste, sobretudo, em recorrer à acção de certas espécies de artrópodos ou de patogénios, a fim de reduzir as populações dos inimigos das culturas.

Nos *artrópodos úteis* há a considerar:

- os *predadores*, que necessitam de mais de um indivíduo, normalmente capturado como presa, para completarem o seu desenvolvimento (ex.: antocorídeos, coccinelídeos, tiflodromos);
- os *parasitóides*, indivíduos normalmente da classe *Insecta*, que se desenvolvem total ou parcialmente à custa de um organismo de outra espécie que lhes serve de alimento; ao contrário dos verdadeiros *parasitas*, a sua actividade alimentar acaba por matar o hospedeiro e, na forma adulta, têm vida livre (ex.: tricogramas, *Prospaltella perniciosi*); não se pode deixar de referir, desde já, que esta acção pode tomar aspectos indesejáveis, quando exercida

sobre outros parasitóides, sendo, então, os primeiros designa *hiperparasitóides*.

Nos *entomopatogénios* há a possibilidade de actuação essencialmente através de fungos, bactérias e vírus.

Como a eficácia de um entomófago reside principalmente na coincidência, no espaço e no tempo, entre o auxiliar e o hospedeiro, a luta biológica não pode ter êxito sem a realização de estudos prévios que permitam assegurar aquela coincidência. Estes estudos têm em vista conhecer a biologia, a ecologia e a etologia * das espécies com interesse potencial e em conseguir a sua multiplicação contínua.

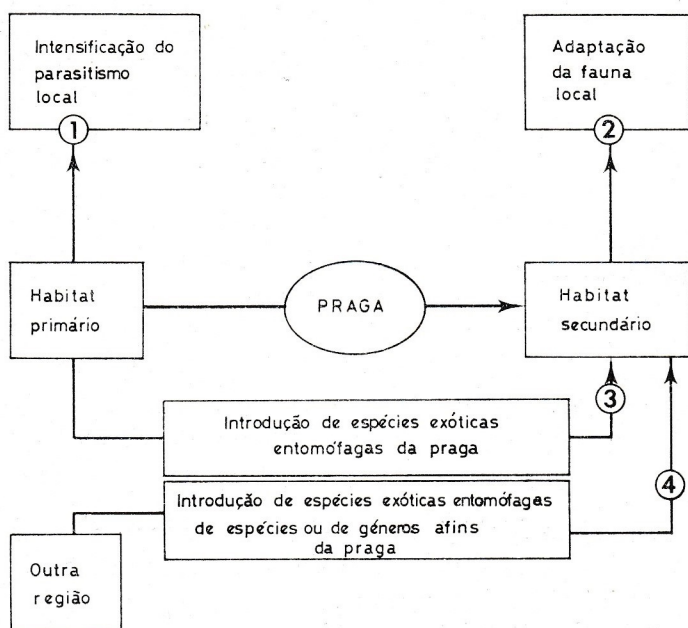


Fig. 3.28 — Métodos de luta biológica.

A luta biológica pode ser desenvolvida através de (Fig. 3.28):

- a) intensificação do parasitismo natural, utilizando entomófagos no seu habitat de origem;
- b) adaptação da fauna local, utilizando entomófagos no seu habitat secundário;

* Etologia — estudo do comportamento em relação com o habitat.



Fig. 3.29 — *Adalia bipunctata* e *A. decempunctata* e larva de *Coccinella septempunctata*, predadores de afídeos



Fig. 3.30 — *Novius cardinalis*, predador de icéria (*Icerya purchasi*)

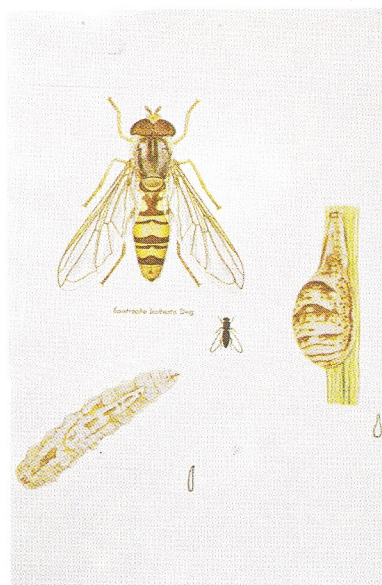


Fig. 3.31 — Sirfídeos predadores de afídeos

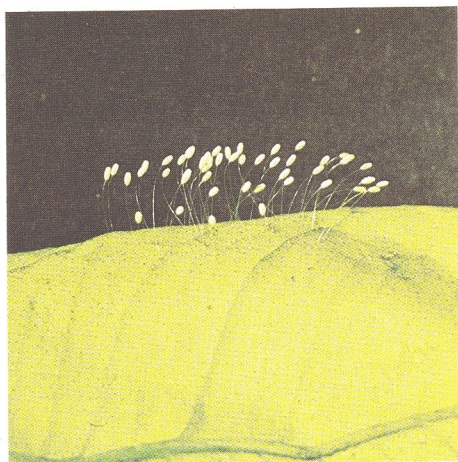
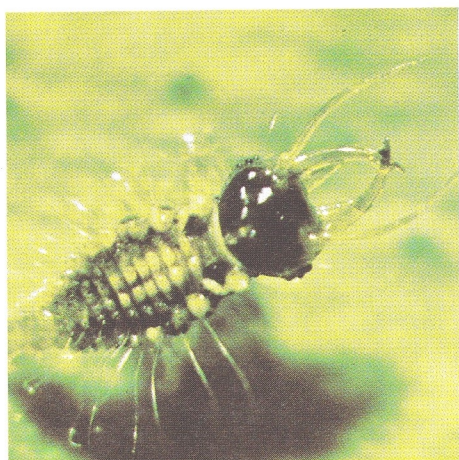
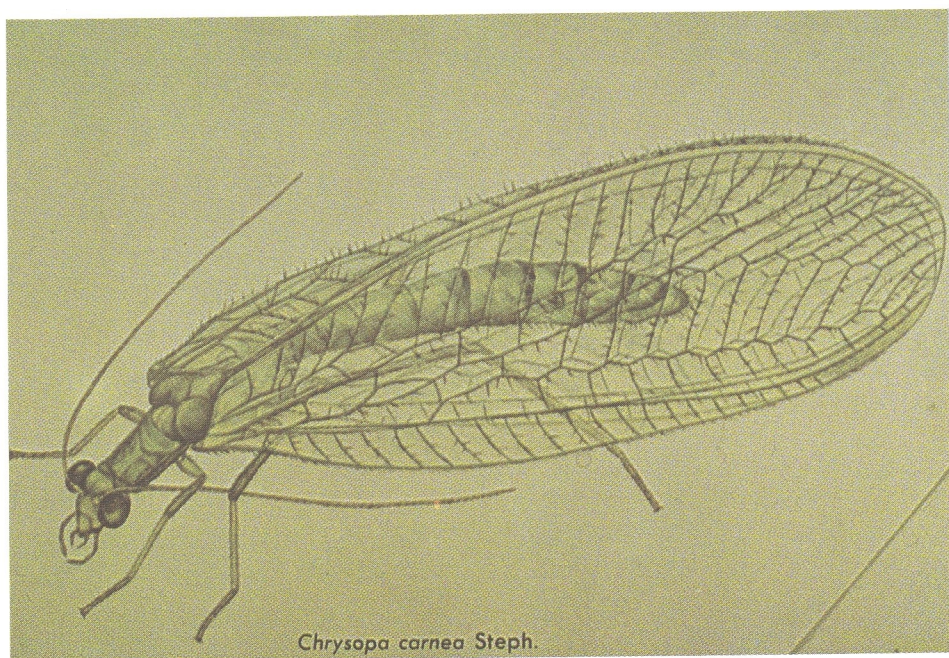


Fig. 3.32 — *Chrysopa* sp. (adulto, larva e ovos), predador de afídeos

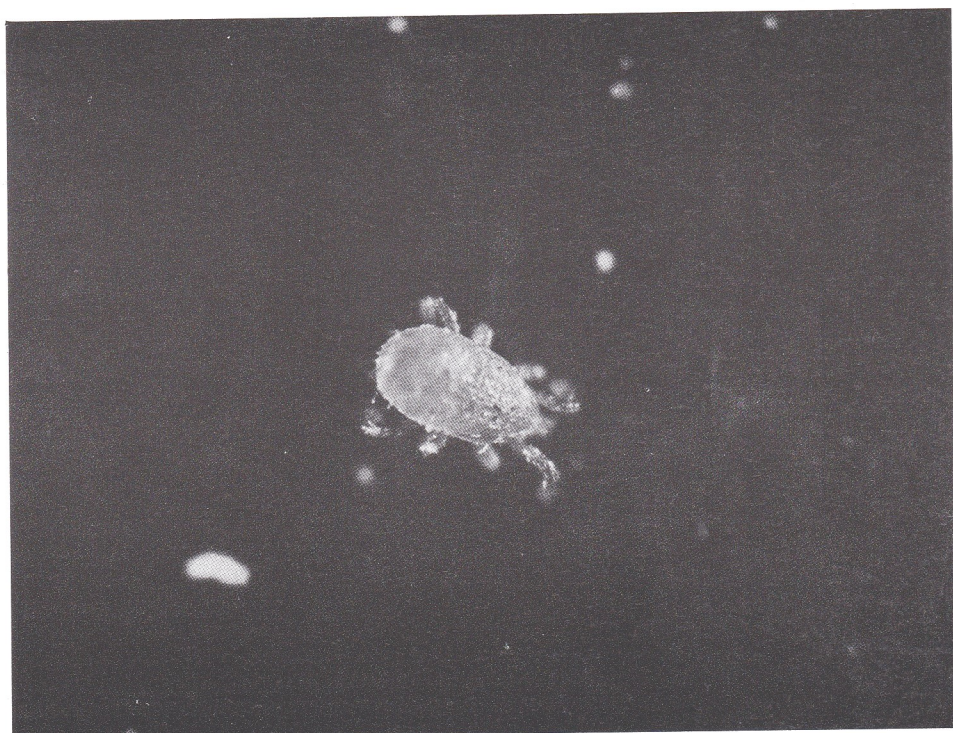


Fig. 3.33 — *Typhlodromus pyri*, predador do aranha-vermelho (*Panonychus ulmi*)

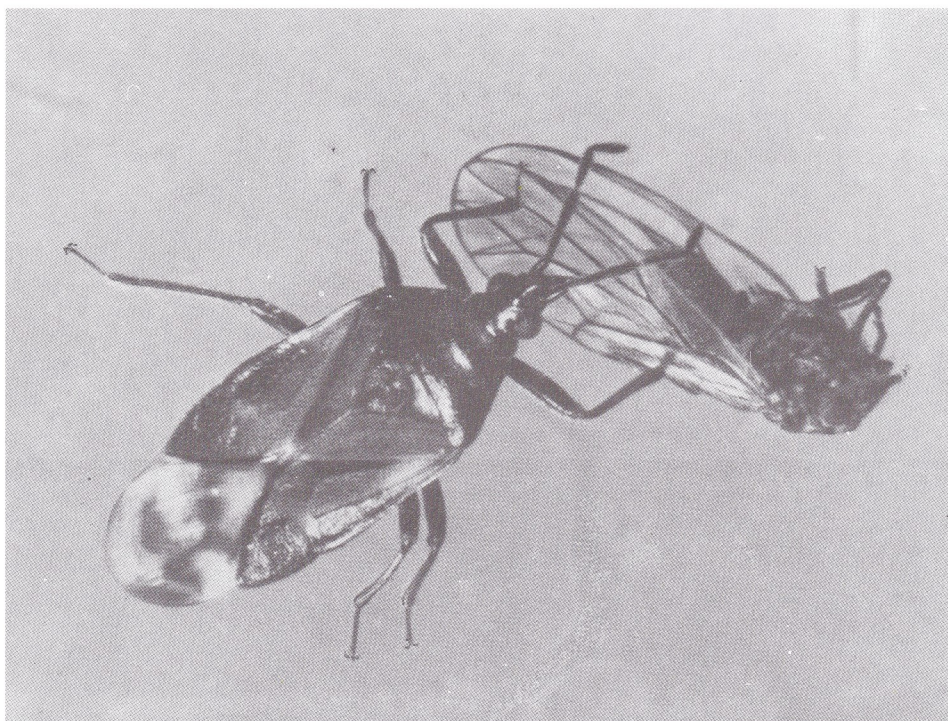


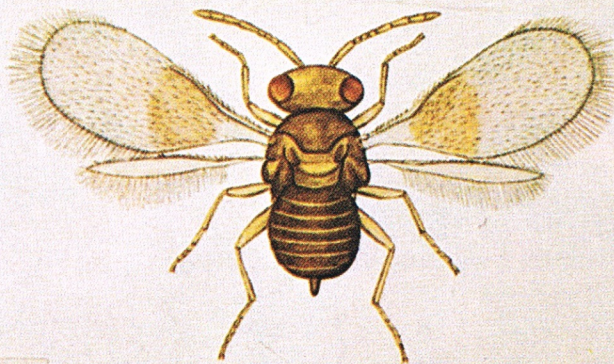
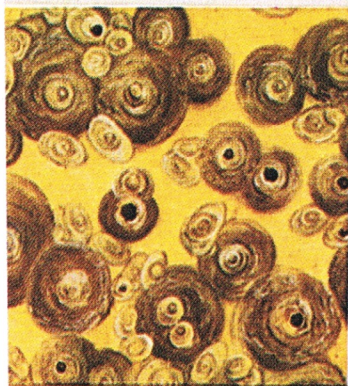
Fig. 3.34 — Antocorídeo predador da psila-da-pereira (*Psylla pyri*)



Fig. 3.35 — A - *Cales noacki*, parasitóide da mosca-branca-dos-citrinos (*Aleurothrixus floccosus*); B - posturas da mosca-branca

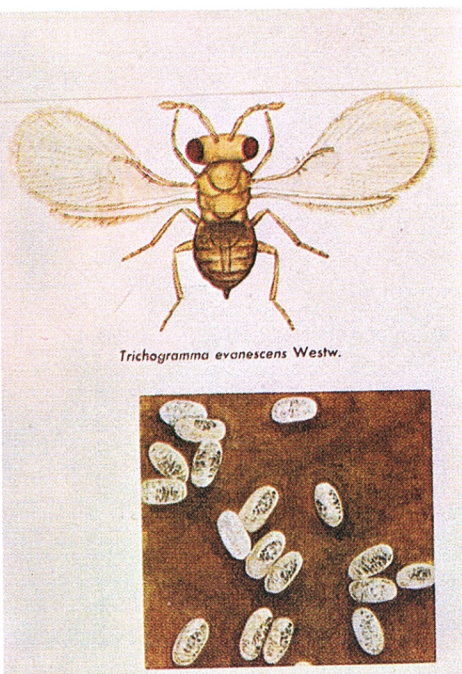


Fig. 3.36 — Sintomas de ataque da mosca-branca-dos-citrinos (*Aleurothrixus floccosus*), com larvas parasitadas por *Cales noacki*



Prospaltella berlesei How.

Fig. 3.37 — Cochonilha-de-San-José (*Quadraspidiotus perniciosus*) parasitada por *Prospaltella perniciosi*; *P. bulesei* How espécie afim



Trichogramma evanescens Westw.

Fig. 3.38 — Ovos de lipídopteros parasitados por *T. evanescens*

- c) importação de espécies exóticas, específicas ou polífagas, para a zona de habitat secundário de uma espécie nociva acidentalmente introduzida;
- d) introdução, na zona de habitat secundário de uma espécie nociva, de auxiliares vivendo, noutros continentes, à custa de espécies ou de géneros próximos dos da praga.

Consoante a natureza dos inimigos das culturas a combater, podem utilizar-se, na luta biológica, diferentes agentes (OILB/SROP, 1974):

a) *contra as pragas*

— dois tipos de entomófagos:

- predadores de eficácia imediata;
- parasitóides, de eficácia a longo prazo;

— três grupos de entomopatogénios:

- fungos (ex.: *Beauveria* spp.);
- bactérias (ex.: *Bacillus* spp., em especial *B. thuringiensis*);
- vírus (ex.: baculovírus);

b) *contra fungos e bactérias agentes de doenças*

- fungos antagonistas (ex.: *Trichoderma* spp.);
- bactérias concorrentes (ex.: *Erwinia* spp.);

c) *contra infestantes* (ex.: *Opuntia* spp., *Lantana camara*, *Hypericum perforatum*);

- vários artrópodos fitófagos.

Mas não são apenas estes os antagonistas utilizáveis em luta biológica; não se deve esquecer o papel importante desempenhado pelas aves insectívoras na limitação de várias pragas. Como resultado prático, regista-se recentemente uma campanha contra pragas florestais, em Espanha, com recurso ao simples expediente de instalar ninhos artificiais adaptados às espécies úteis.

O êxito obtido na limitação das pragas, graças ao aumento da população das aves, foi deveras assinalável, alargando-se agora a outras regiões.

A OILB/SROP, há mais de 20 anos (ver Cap. 6.2), vem dedicando particular atenção à luta biológica, nomeadamente através do funcionamento de vários grupos de trabalho. Entre as numerosas publicações desta natureza, resultantes daquela actividade, merece particular destaque a brochura sobre os organismos auxiliares em pomares de macieira (OILB/SROP, 1974).

Luta biológica por meio de artrópodos entomófagos

Os auxiliares entomófagos mais utilizados na luta contra as pragas pertencem (entre as 15 ordens e cerca de 220 famílias de entomófagos existentes), sobretudo, aos: coleópteros [coccinelídeos (Fig. 3.29 e 3.30)] himenópteros [micro-himenópteros (Fig. 3.35 a 3.38), principalmente] dípteros [sirfídeos (Fig. 3.31), taquinídeos], neurópteros [crisopídeos (Fig. 3.32), hemeróbios], heterópteros [pentatomídeos, mirídeos, antocorídeos (Fig. 3.34)] e ácaros [fitoseídeos (Fig. 3.33)]. No Quadro 3.11 discriminam-se alguns exemplos de antagonistas utilizáveis em protecção integrada, evidenciando os casos de luta biológica por introdução de espécies exóticas * ou por valorização dos auxiliares indígenas (limitação natural).

A introdução de espécies exóticas — Esta forma de luta biológica é a mais frequente e consiste na utilização de artrópodos que é necessário importar, estudar, multiplicar e experimentar para apreciar a sua eficácia, antes de os poder dispersar em áreas cada vez maiores, em condições económicas.

A aplicação prática deste tipo de luta biológica abrange *três fases distintas* que se sucedem cronologicamente: a *investigação*, o *pré-desenvolvimento* e o *desenvolvimento* (Fig. 3.39).

A *investigação* engloba actividades de importação e de multiplicação do entomófago e de experimentação tendentes a esclarecer a eficácia da técnica de luta biológica.

Toda a *importação* deve passar por uma unidade de *quarentena*, que permita conhecer o estado sanitário dos entomófagos importados e determinar as suas diversas características biológicas (longevidade, postura, relações hospedeiro-parasitóide, predador-presa, condições óptimas da evolução), de modo a tornar possível o início da criação das espécies potencialmente de interesse.

* A brochura OILB n.º 3/1974, consagrada aos «Organismes auxiliaires en verger de pommier», dá, a título de exemplo, uma vista de conjunto dos antagonistas naturais utilizáveis em arboricultura.

QUADRO 3.11 — Antagonistas artrópodos utilizáveis em proteção integrada. (Adaptado de Benassy, 1980).

Ordem	Superfamília e família	Antagonistas	Limitação natural	Introdução de antagonistas
Coleoptera*	Carabidae	Calosoma spp. → Lagartas da floresta	+	+
	Staphylinidae	Aleochara spp. → Lagartas de microlepidópteros	+	+
	Nitidulidae	Cybocephalus spp. → Cochonilhas	+	-
	Coccinellidae	Adalia spp., Coccinella spp., Scymnus spp. → Afídeos Chilocorus spp., Exochomus spp., Rodolia spp., Cryptolaemus spp. → Cochonilhas Stethorus spp. → Acaros	+	+
Hymenoptera**	Braconidae	Apanteles spp. → Lagartas Ascogaster spp., Phanerotoma spp. → Lepidópteros Opus spp. → Dípteros Aphidius spp., Praon spp. → Afídeos → Lagartas e coleópteros Patisson nilens, Trichogramma spp. → Lepidópteros Aphelinidae, Encyrtidae → Homópteros	+	-
	Aphidiidae		+	+
	Ichneumonidae		+	+
	Chalcidoidea (oófagos) Chalcidoidea (ectó ou endófagos)		+	-
Diptera	Syrphidae*	Activos no estado larvar → Afídeos	+	-
	Tachinidae* Cecidomyiidae**	→ Larvas de lepidópteros → Afídeos, cochonilhas	+	+
Lepidoptera* Neuroptera*	Noctuidae	→ Cochonilhas	+	-
	Hemerobiidae	Hemerobius spp. → Afídeos	+	+
	Chrysopidae	Chrysopa spp. → Afídeos	+	-
	Pentatomidae	Perillus bioculatus → Escaravelho-da-bataiteira	+	-
Heteroptera*	Miridae	Deraeocoris spp., Blepharidopterus → Afídeos	+	-
	Anthracoridae	Anthracoris spp., Orius spp. → Acaros, psílas, afídeos	+	+
Acarina*	Phytoseiidae	Phytoseiulus spp., Typhlodromus spp., Amblyseius spp. → Acaros	+	+

* predadores; ** parasitóides

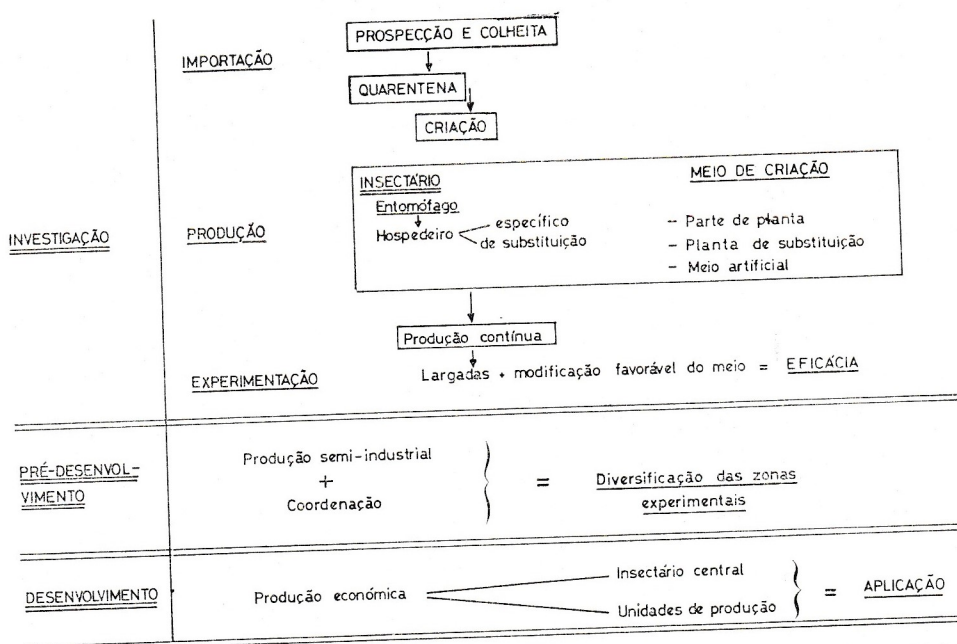


Fig. 3.39 — Fases sucessivas para aplicação da luta biológica utilizando espécies exóticas de artrópodos entomófagos. (Adaptado de Benassy, 1980).

Depois, procede-se à *multiplicação* do entomófago, em locais condicionados de um insectário, apoiada no conhecimento das necessidades físico-químicas da alimentação do entomófago e das possibilidades de multiplicação mais ou menos fácil do fitófago em questão: sobre partes de plantas, em plantas de substituição ou em meio artificial. Quando o entomófago não tiver uma especificidade estrita poderá aceitar um hospedeiro ou uma presa de substituição que lhe assegure o rendimento máximo.

Cada fase de multiplicação empreendida deve ter em conta o comportamento particular dos dois antagonistas e a escolha das condições ambientais de criação (constantes ou alternadas), bem como os riscos de alteração mais ou menos rápida das potencialidades iniciais do entomófago no decurso de uma multiplicação em condições óptimas.

As largadas de entomófagos, cujas modalidades (dispositivos, quantidades, épocas, etc.) devem ser bem determinadas, estão na base da *experimentação* destinada a avaliar, no campo, a eficácia destes agentes biológicos. Convirá modificar o meio favoravelmente, com vista a assegurar aos entomófagos as maiores probabilidades de sobrevivência.

A fase de *pré-desenvolvimento* procura generalizar os resultados obtidos durante a fase de investigação, aumentando a produção com vista a alargar o número e a área das parcelas experimentais, e procedendo, ao mesmo tempo, à sua diversificação. Esta fase requer uma *tecnologia avançada* quanto à criação, capaz de a elevar a um nível semi-industrial, e exige uma colaboração estreita entre os diversos membros das equipas encarregadas da experimentação.

A fase de *desenvolvimento* só será viável se for possível distribuir ao utilizador os entomófagos produzidos, em condições económicas, num insectário central ou em unidades de produção dispersas por cada zona de utilização.

Na luta biológica por meio de artrópodos entomófagos são utilizados dois métodos, a *aclimação* e o *tratamento biológico*, tendo-se registado com o primeiro, nos últimos anos, um certo número de casos de sucesso.

Da *aclimação* relativamente a *predadores*, refere-se, por exemplo, a introdução, na Mauritânia, do coleóptero coccinelídeo *Chilocorus bipustulatus* var. *iraniensis* para a luta contra a cochonilha-da-tamareira (*Parlatoria blanchardi*).

A espécie *C. bipustulatus*, muito voraz e muito prolífica, foi capturada em regiões situadas na proximidade dos focos primários da cochonilha-da-tamareira (Irake, Irão) e depois submetida a quarentena em Valbonne (Sul da França). A obtenção regular de linhas sãs da cochonilha, isentas de parasitóides e de doenças, permitiu o seu envio periódico, por via aérea, com uma taxa de sobrevivência satisfatória (75 %-90 %). Na Mauritânia, procedeu-se, depois, a uma multiplicação em espaço confinado sobre tamareiras infestadas com a cochonilha e cuidadosamente escolhidas, o que permitiu a pré-adaptação do predador introduzido, antes de passar à fase activa da sua dispersão. Esta, favorecida pelas condições climáticas de Primavera e de Outono, começou nos fins de 1976. Um ano depois, os resultados obtidos forneceram os primeiros dados utilizáveis para a manipulação ulterior do entomófago, o qual foi mais tarde introduzido no Níger e no Sul de Marrocos.

Quanto à aclimação de *parasitóides*, apresentam-se dois exemplos, um relativo a pomares de pomóideas e prunóideas e outro a pomares de citrinos.

No primeiro caso, uma importação, coordenada pela França, Alemanha e Suíça, de diferentes linhas puras de *Prospaltella perniciosi*, microhimenóptero parasitóide específico da cochonilha-de-San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), foi realizada a fim de reduzir a infestação dos frutos. A experimentação visou a produção regular do parasitóide sobre frutos de várias cucurbitáceas e a pesquisa, no campo, da

capacidade de adaptação ao seu hospedeiro, antes de iniciar as largadas em diferentes pomares, desde o Vale do Loire até ao Mediterrâneo.

A implantação do parasitóide foi verificada em todos os pontos em que se efectuaram as largadas e assegurou-se a sua aclimação definitiva graças à aplicação de programas fitossanitários eficazes contra outras pragas [ácaros, afídeos, bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*)], mas não prejudiciais à *P. perniciosi*. A esta experimentação sucedeu uma acção técnica demonstrativa de desenvolvimento, orientada dentro de um programa de produção semi-industrial, com vista a distribuir o parasitóide em todas as zonas fruteiras desde a fronteira alemã até à espanhola.

A utilização à escala nacional deste método de luta, pela entidade encarregada de o vulgarizar, confirmou a eficácia prática da *P. perniciosi* nas regiões mediterrânicas, mas evidenciou, por vezes, resultados menos satisfatórios.

Hoje em dia, o desaparecimento da cochonilha-de-San José naquelas zonas permitiu, aqui e ali, um surto de actividade da cochonilha *Epidiaspis leperii*.

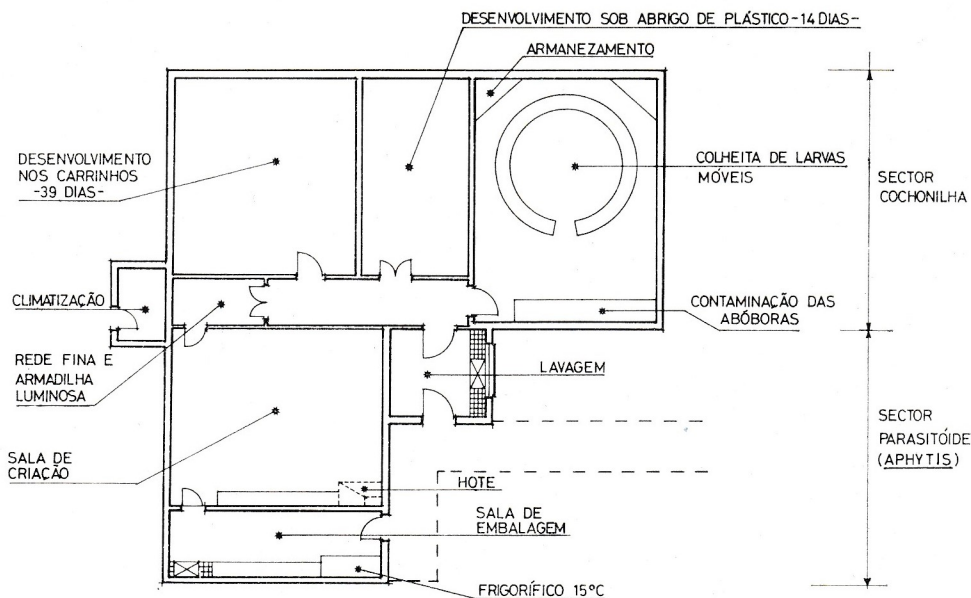
Nos pomares de citrinos foi ensaiada a utilização prática da luta biológica contra a cochonilha *Aonidiella aurantii* por meio do microhimenóptero *Aphytis melinus*, parasitóide não específico mas ecologicamente bem adaptado à região mediterrânica.

Tendo em conta as grandes áreas a tratar, a produção à escala industrial de parasitóides reclamava o desenvolvimento de uma tecnologia própria, adaptada às condições particulares do País. Ultrapassado o período de rodagem e assegurados os primeiros resultados positivos, o «Office du Commerce Extérieur» decidiu construir um insectário destinado a vulgarizar a utilização deste método de luta e procedeu à criação duma sociedade nacional (ALBRA) com o fim de coordenar a produção, a distribuição e o controlo dos resultados.

A experiência acumulada permitiu propor uma estratégia eficaz de luta, se bem que a acção do parasitóide não interfira com a subsistência de outras espécies [cochonilha-vírgula (*Lepidosaphes beckii*) e *Parlatoria pergandei*] anteriormente destruídas pelos tratamentos químicos realizados contra as cochonilhas em geral.

A título de exemplo das operações necessárias à criação em massa e sua sequência, reproduz-se na Fig. 3.40 o esquema do insectário utilizado em Ksiri (Marrocos) para a produção diária de um milhão de *A. melinus*.

Os hospedeiros vegetais utilizados para a criação da cochonilha (frutos de uma cucurbitácea) são colocados em suporte circular com vários andares e infestados com larvas móveis da cochonilha, a partir



Escala 1/100

Fig. 3.40 — Insectário de Ksiri (Marrocos). Produção diária de dez milhões de *Aphytis melinus*. (Adaptado de Benassy, 1980).

de fêmeas adultas já desenvolvidas nas abóboras das prateleiras superiores.

Depois de razoavelmente cobertas pelas larvas fixadas (L1), provenientes das larvas móveis, cada fruto é transferido para o compartimento vizinho e isolado sob campânula de plástico, onde se desenvolvem as larvas durante 14 dias, após o que os frutos são levados para novo compartimento e arrumados em carrinhos especiais, onde termina a maturação das larvas durante 39 dias.

A criação do parasitóide é efectuada no lado oposto do insectário, em compartimento especial, onde as larvas, nas abóboras agora de novo isoladas, são submetidas à postura dos microhimenópteros.

Após a emergência, os parasitóides adultos são transferidos para sala contígua, onde se procede à separação e embalagem das colónias, a enviar para o campo e a soltar nos pomares atacados pela cochonilha.

De acentuar as precauções delicadas necessárias para manter bem separadas as duas secções, de produção da cochonilha e de produção do parasitóide, condições que, quando não respeitadas estritamente, podem conduzir a completo fracasso das criações; precauções expressas na

utilização de portas duplas com rede fina, de armadilhas luminosas para capturar algum eventual «evadido» e da rigorosa disciplina de trabalho, com deslocação do pessoal e material sempre no sentido secção cocho-nilhas para secção parasitóides e nunca ao contrário, pelo risco de aci-dental introdução destes últimos na secção cocho-nilhas.

Idêntica disposição e cuidados de utilização estão previstos para o novo Insectário do Departamento de Entomologia da Estação Agronó-mica Nacional, em Oeiras, destinado essencialmente à criação de ento-mófagos e cujo projecto está já aprovado.

No *tratamento biológico*, o agente biológico é utilizado como um produto químico, uma ou mais vezes por ano, em função da bio-ecologia da praga. Esta técnica pressupõe a possibilidade de produzir, em con-dições económicas, para uma época determinada, uma quantidade sufi-ciente de agente biológico eficaz, o qual, largado nas melhores condições, desenvolve as suas possibilidades máximas.

Como exemplo, pode referir-se a utilização de tricogramas, para-sitóides das posturas de numerosos lepidópteros [ex.: nóctua-da-couve (*Mamestra brassicae*), bichado-da-macieira, pirale-do-milho (*Ostrinia nubilalis*)].

A utilização prática do tratamento biológico envolve a adequada solução dos seguintes problemas:

- a escolha das espécies a multiplicar, entre o grande número dis-ponível;
- a racionalização apertada da produção;
- as modalidades de utilização no campo (largadas, dispersão);
- a dispersão e a eficácia dos parasitóides e predadores largados.

A *valorização dos auxiliares indígenas (limitação natural)* — O outro caso de luta biológica por meio de auxiliares entomófagos diz respeito ao conjunto de medidas a empreender com a finalidade de pôr em evidência a actividade dos auxiliares presentes na natureza (indígenas). Neste sentido devem destacar-se, por um lado, medidas de carácter geral (a limitação das intervenções perturbadoras), e, por outro, medidas com um objectivo bem específico, ou seja, a protecção de um auxiliar dominante.

A *limitação das intervenções perturbadoras* abrange o método indirecto de protecção que limita sistematicamente toda e qualquer intervenção injustificada que utilize substâncias, ou medidas, que pos-sam ser nocivas à actividade dos organismos auxiliares ou indiferentes, conhecidos ou desconhecidos. Isto enquadra-se nos princípios basilares

da protecção integrada e constitui a razão de ser da luta dirigida (ver Cap. 5).

Todas as vezes que se utiliza o nível económico de ataque e se evita um tratamento polivalente, existem muitas probabilidades de limitar também a progressão das pragas secundárias ou «novas» [ex.: em arboricultura: aranha-vermelha (*Panonychus ulmi*), lagartas-dos-frutos, psila-da-pereira (*Psylla pyri*), mineiras] graças à valorização dos auxiliares, conhecidos ou não.

O prévio conhecimento da existência, numa cultura, dum auxiliar reconhecido como agente limitante principal duma determinada praga, pode levar à adopção de medidas tendentes à *protecção do auxiliar dominante*. Este processo é especialmente aplicável no caso de novas pragas que surgem em consequência de medidas perturbadoras da acção do antagonista, o qual, nas condições naturais, era o elemento limitante por excelência.

A valorização dos auxiliares indígenas pode ser realizada, conforme as condições presentes, graças a métodos culturais ou através duma luta química selectiva ou, ainda, por um conjunto de medidas de protecção integrada. Estudos epidemiológicos completos têm de estar na base do sucesso de tais métodos. Já se dispõe hoje de numerosos exemplos positivos desta forma de luta. Pode citar-se, para a arboricultura e para a viticultura, a utilização de:

- fitoseídeos na luta contra o aranha-vermelha, em vinha;
- antocorídeos no combate às psilas-da-pereira;
- himenópteros entomófagos (*Apanteles* spp.) contra a mineira *Lithocolletis blancardella*, em macieira;
- *Trichogramma cacoeciae*, parasitóide de *Cacoecia rosana*, em macieira.

Neste último caso, a acção de *T. cacoeciae* relativamente a ovos de *C. rosana* pode ser valorizada por uma única aplicação dum larvicida pré-floral, dirigida contra o lepidóptero, numa altura em que o parasitóide está bem protegido pela ooplaca do seu hospedeiro. Esta intervenção química, ecologicamente selectiva em relação ao auxiliar principal, respeita também a actividade dos parasitóides das formas larvares da praga. Ela permitiu reduzir, no período de três anos, fortes infestações de *C. rosana* ao nível de equilíbrio (Baggiolini, 1958).

Entre os trabalhos de luta biológica por meio de entomófagos efectuados em Portugal destacam-se as introduções de parasitóides para combater a cochonilha-do-coqueiro (*Aspidiotus destructor*), a mosca-

-branca-dos-citrinos (*Aleurothrixus floccosus*) e a cochonilha-negra (*Saissetia oleae*) dos citrinos e da oliveira.

Na década de cinquenta procedeu-se à introdução do coccinelídeo *Cryptognatha nodiceps*, na Ilha do Príncipe, para combater a cochonilha-do-coqueiro. Esta introdução logrou um sucesso completo, com a erradicação da praga que, mais tarde, porém, foi reintroduzida naquela Ilha.

O micro-himenóptero *Cales noacki* (Fig. 3.35 e 3.36), parasitóide da mosca-branca-dos-citrinos, de existência recente no Algarve (observado pela primeira vez em Junho de 1977 em Moncarapacho), foi utilizado com satisfatório sucesso inicial, graças a colónias de adultos e imaturos importadas de Espanha e França. O auxiliar encontra-se perfeitamente estabelecido e por certo estabilizará a situação, desde que complementado por intervenções químicas limitadas, bem definidas no espaço e no tempo.

Está em curso a multiplicação, em insectário, de parasitóides do género *Metaphycus*, importados de Antibes, para largadas em locais estratégicos para combater a *S. oleae*.

Luta biológica por meio de microrganismos entomopatogénicos. Luta microbiológica

Mais de uma centena de microrganismos foram identificados como responsáveis por doenças mortais em diversas pragas de culturas agrícolas e florestais.

A adequada multiplicação, preparação e utilização destes microrganismos têm permitido o seu emprego como uma modalidade de luta biológica, que pode ser designada como *luta microbiológica*. Os produtos à base desses patogénios constituem os designados *biopesticidas*, alguns dos quais têm sido utilizados, na prática, em protecção das plantas.

Fungos entomopatogénicos — Estes agentes patogénicos, após penetrarem na cutícula dos insectos, produzem uma toxina que provoca a paralisia e a morte do insecto, que fica mumificado.

Entre os vários fungos entomopatogénicos referem-se *Entomophthora virulenta*, causando uma epizootia em diversos afídeos, e *Metarhizium anisopliae*, utilizado no Brasil, sob a forma do produto comercial «Megaquino», para combater um cicadelídeo da cana-de-açúcar. A *Beauveria bassiana* é conhecida, desde há muito, como responsável por micoses em insectos, designadas por «muscardina branca» no caso do

bicho-da-seda (*Bombyx mori*). A sua acção patogénica exerce-se sobre as larvas de várias pragas. Na Rússia é usada uma preparação industrial deste fungo, a «Boverina», contra a pirale-do-milho, o escaravelho-da-batateira (*Leptinotarsa decemlineata*) e o bichado-da-macieira. Por vezes, associam-lhe um insecticida químico em dose fraca, N/5 ou N/10 (por exemplo, paratião). Em França foram obtidos resultados experimentais positivos em relação ao escaravelho-da-batateira e estão em curso ensaios promissores com o bichado-da-macieira.

A *Beauveria brongniartii* provoca uma doença endémica em todos os estados de *Melolontha melolontha*. Em ensaios efectuados em França observou-se uma epizootia artificial das larvas, por inoculação do solo, ocasionando 80 % de mortalidade nas larvas jovens.

Bactérias entomopatogénicas — Entre estas bactérias, o *Bacillus thuringiensis* é o mais largamente utilizado. Produz uma substância tóxica contida numa formação cristalina existente em cada esporo. Uma vez ingerida por certas lagartas de lepidópteros, a endo-toxina é libertada, provocando, muito rapidamente, a paragem da nutrição após a sua ingestão; ulteriormente sobrevivem septicémia e a lagarta morre.

A produção industrial de *B. thuringiensis* é feita em vários países a partir de serotipos diferentes e o produto está homologado para numerosas culturas na América e na Europa (Quadro 3.12). Como exemplo de especialidades comercializadas refere-se, em França, «Bactospeïn», na Rússia, «Entobacterin» e «Dendrobacterin» e, nos EUA, «Biotrol», «Dipel» e «Thuricide». Além da vantagem da sua acção específica, estes produtos não apresentam, em regra, toxicidade para o homem, animais domésticos, insectos polinizadores e auxiliares naturais, nem para a caça e para os peixes. Contudo, algumas linhas de *B. thuringiensis* segregam uma toxina termostável em meio de cultura, que tem acção sobre várias ordens de insectos além dos lepidópteros.

O *Bacillus popilliae* é uma bactéria que se desenvolve no escaravelho-japonês (*Popillia japonica*) causando a desagregação dos tecidos, sendo assim responsável por uma «doença leitosa». Nos EUA esta bactéria é comercializada sob a forma do produto «Japiodemic», utilizado contra as larvas de *P. japonica*.

Vírus entomopatogénicos — Estes agentes patogénicos, também designados por *entomovírus*, actuam como parasitas endocelulares do núcleo ou do citoplasma. Os entomovírus que oferecem maiores possibilidades na luta contra os artrópodos nocivos para a agricultura, assim como contra os artrópodos que apresentam interesse para a medicina

QUADRO 3.12 — Homologação de *Bacillus thuringiensis* na América e na Europa para diferentes pragas (Martouret, 1978).

Cultura	Praga	
	América	Europa
CULTURAS ARVENSES, HORTICOLAS E INDUSTRIAIS		
Couve e crucíferas	<i>Plutella maculipennis</i> <i>Pieris rapae</i>	<i>Plutella maculipennis</i> <i>Pieris brassicae</i> ; <i>P. rapae</i>
Tomateiro	<i>Manduca quinquemaculata</i> <i>Manduca sexta</i>	
Hortícolas	<i>Thichoplusia</i> sp.	
Alcachofra	<i>Platyptila carduidactyla</i>	
Morangueiro	<i>Proxenus mindara</i>	
Milho	<i>Ostrinia nubilalis</i> <i>Heliothis zea</i> ; <i>H. virescens</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>
Soja	<i>Estigmene acrea</i>	
Tabaco	<i>Heliothis zea</i> ; <i>H. virescens</i>	
Algodoeiro	<i>Heliothis zea</i> ; <i>H. virescens</i>	
Luzerna	<i>Colias eurytheme</i>	
Pastagens	<i>Thymelicus lineola</i> <i>Hylephila</i> sp.	
Arroz	<i>Pachyzancia phaeopteralis</i>	<i>Chilo suppressalis</i>
FRUTEIRAS, VINHA, OLIVEIRA E BANANEIRA		
Bananeira	<i>Platynota sultana</i> <i>Opsiphanes</i> sp. <i>Ceramidia</i> sp.	
Laranjeira	<i>Papilio cresphantes</i> <i>Archips argyrospilus</i>	<i>Prays citri</i>
Oliveira		<i>Prays oleae</i>
Vinha	<i>Desmia funeralis</i>	<i>Arctia caja</i> <i>Lobesia botrana</i>
Macieira e pereira		<i>Aporia crataegi</i> <i>Erannis defoliaria</i> <i>Operophtera brumata</i> <i>Laspeyresia pomonella</i> <i>Grapholita funebrana</i> <i>Hedya nubiferana</i> <i>Spilonota ocellana</i> <i>Adoxophyes orana</i> <i>Hyponomeuta</i> sp. <i>Anthophila pariana</i> <i>Euproctis phaeorrhea</i> <i>Orgyia antiqua</i> <i>Malacosoma neustria</i>
Groselheira		<i>Thamnonoma wauaria</i> <i>Abraxas grossulariata</i>

(Continua)

QUADRO 3.12 — (Continuação)

Cultura	Praga	
	América	Europa
FLORESTAS E ESPAÇOS VERDES		
Árvores de folha caduca	<i>Phryganidia californica</i> <i>Hyphantria cunea</i> <i>Ennomos subsignarius</i> <i>Erannis tiliaria</i> <i>Alsophila pometaria</i> <i>Paleacrita vernata</i> <i>Lymantria dispar</i> <i>Malacosoma fragile</i> <i>Malacosoma americanum</i> <i>Schizura concinna</i>	<i>Hyponomeuta</i> spp. <i>Hyphantria cunea</i> <i>Bupalus pinarius</i> <i>Operophtera brumata</i> <i>Hibernia defoliaria</i> <i>Euproctis phaeorrhea</i> <i>Orgyia antiqua</i> <i>Lymantria dispar</i> <i>Lymantria monacha</i> <i>Malacosoma neustria</i>
Coníferas	<i>Acleris variana</i> <i>Choristoneura fumiferana</i> <i>Thyridopteryx ephemeraeformis</i>	<i>Drymonia ruficornis</i> <i>Tortrix viridana</i> <i>Thaumetopoea pityocampa</i> <i>Thaumetopoea processionnea</i> <i>Zeiraphera diniana</i>

humana ou veterinária, são os baculovírus, ou seja, os vírus da poliedrose e da granulose. Após ingestão causam uma doença infecciosa.

O interesse na escolha e utilização dos baculovírus reside: no bom potencial de aplicação como insecticidas biológicos selectivos, sem risco; no combate a lepidópteros que já adquiriram resistência em relação aos insecticidas químicos (ex.: *Heliothis zea*); e, ainda, na possibilidade da sua associação com outros insecticidas ou com insectos auxiliares, tornando-se de especial interesse em programas de protecção integrada.

Nos EUA, o primeiro baculovírus empregado como insecticida, o «Elcar», foi homologado em 1975, contra a nóctua *H. zea*. Depois, em 1976, foi homologado um outro contra uma praga florestal.

Outras estirpes de baculovírus com acção sobre várias nóctuas estão em estudo. Produtos experimentais obtidos em França foram aplicados com sucesso contra *Mamestra brassicae*, em couve-flor, no Sul da França, e contra *Lymantria dispar*, em bosques de carvalho, na Roménia.

Na Alemanha, na Suíça (Huber & Dickler, 1977) e na França têm-se obtido resultados muito promissores com a utilização da granulose do bichado-da-macieira. Em consequência, um programa de experimentação, coordenado pela CEE, está em curso para testar este entomopatogénio contra bichado-da-macieira e cápuia (*Adoxophyes orana*) em pomares.

Em Portugal, têm sido realizados vários estudos com microrganismos entomopatogénicos, a maior parte dos quais de carácter laboratorial.

No caso dos fungos destaca-se a *Beauveria bassiana*/*Thaumetopoea pityocampa* (Fig. 3.41), o *Verticillium lecanii*/cochonilhas e *Trichoderma viride*/*Armillaria mellea* (Fig. 3.42).

Quanto a bactérias foi ensaiado o *Bacillus thuringiensis* em 23 espécies de lepidópteros, tendo-se obtido bom resultado em 11 espécies, como *Pieris brassicae*, *P. rapae*, *Plusia orichalcea*, eudémis (*Lobesia botrana*), processionária (*Thaumetopoea pityocampa*) (Fig. 3.43), burgo (*Tortrix viridana*), *Malacosoma neustria* e portésia (*Euproctis chrysorrhoea*).

Os vírus foram ensaiados em vários lepidópteros como *Pieris brassicae*, lagarta-do-sobreiro (*Lymantria dispar*) (Fig. 3.44) e traça-das-colmeias (*Galleria mellonella*) (Heitor, 1962).

A nível prático, em ensaios de campo, só se estudou a acção do *B. thuringiensis* em relação a *T. pityocampa* e a *T. viridana*.

Bibliografia

- ATGER, P. (1978). La lutte contre le psylle du poirier. *Arb. fruit.*, 25: 33-37.
- BAGGIOLINI, M. (1958). Étude des possibilités de coordination de la lutte chimique et biologique contre *Cacoecia rosana* avec le concours de *Trichogramma cacoeciae*. *Bull. Soc. ent. suisse*, 21(1): 35-44.
- BALACHOWSKY, A. S. (1951). *La lutte contre les insectes. Principes. Méthodes. Applications.* Payot, Paris.
- BENASSY, C. (1978). La lutte biologique contre les Cochenilles Diaspines des arbres fruitiers. *Bull. tech. Inf.* 332-333: 421-425.
- FERREIRA, J. D. (1943). *Um fungo parasita da Cydia pomonella* L. Rel. fin. curso eng. agr. ISA, Lisboa
- FERRON, P. (1978). Lutte biologique contre les insectes ravageurs des cultures au moyen de champignons entomopathogènes. *Bull. tech. Inf.*, 332-333: 493-498.
- GANHÃO, J. F. P. (1956). *Cephalosporium lecanii* Zimm. um fungo entomógeno das cochonilhas. *Broteria*, 25: 71-135.
- HEITOR, F. P. C. (1962). Évolution du virus de la Polyedrie après infection orale de *Galleria mellonella* L. *Entomophaga, Mém. h. s.*, 2: 255-259.
- HUBER, J. & DICKLER, E. (1977). Codling moth granulosis virus: its efficiency in the field in comparison with organophosphorus insecticides. *J. econ. Ent.*, 70: 557-561.
- HURPIN, B. (1978). Les virus d'insectes et leur emploi en lutte biologique. *Bull. tech. Inf.*, 332-333: 471-492.
- IPERTI, G. & LAUDEMÓ, Y. (1968). Intervention bio-écologique en Adrar mauritanien destinée à lutter contre la Cochenille du Palmier dattier, *Parlatoria blanchardi* Targ. (*Coccoidea-Diaspididae*). *Fruits*, 23(10): 543-553.

- JORGE, M. L. (1965). O pé rachado do cafeeiro. Rel. fin. curso eng. agr. ISA, Lisboa.
- ✕ MARTOURET, D. (1978). Emploi de *Bacillus thuringiensis*. *Bull. tech. Inf.*, 332-333: 465-470.
- ✕ OILB/SROP (1974). *Les organismes auxiliaires en verger de pommiers*. Br. 3, Wageningen.
- SILVA, G. M. (1979). Note on the introduction of *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Homoptera, Aleurodidae), in South Portugal and its control by *Cales noacki* How. (Hymenoptera, Aphelinidae). *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt*, Wien, 8-12 Oct. 1979: 572-573.
- SIMMONDS, F. (1960). Biological control for the coconut scale, *Aspidiotus destructor* Sign. in Principe, Portuguese West Africa. *Bull. ent. Res.*, 51: 223.

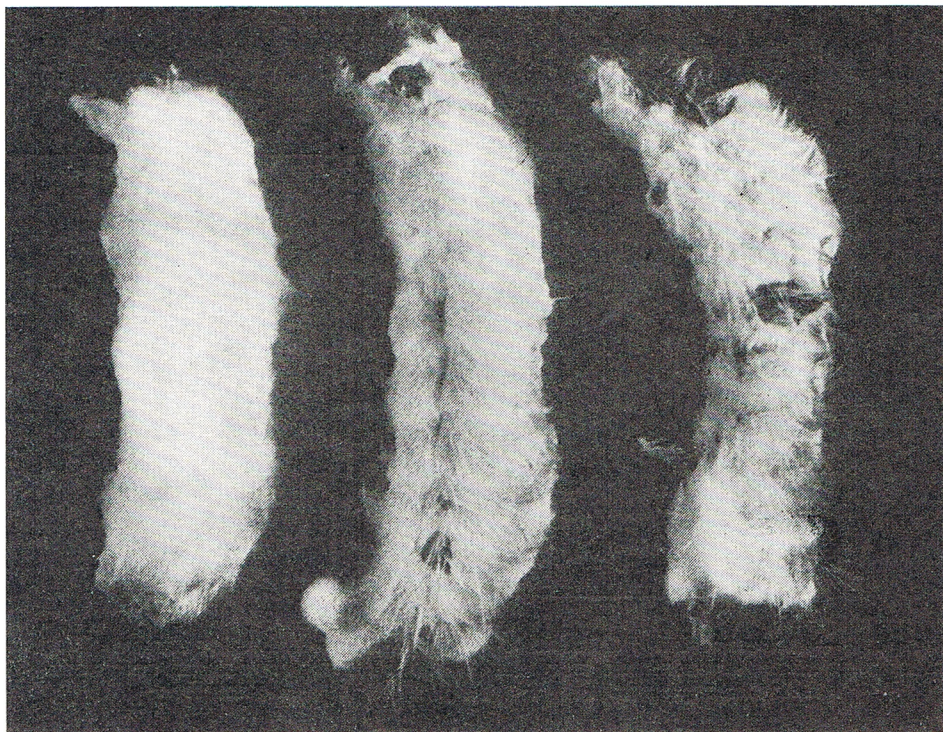


Fig. 3.41 — Lagartas de processionária (*Thaumetopoea pityocampa*) atacadas pelo fungo entomopatogénico *Beauveria bassiana*.

- JORGE, M. L. (1965). O pé rachado do cafeeiro. Rel. fin. curso eng. agr. ISA, Lisboa.
- ✕ MARTOURET, D. (1978). Emploi de *Bacillus thuringiensis*. *Bull. tech. Inf.*, 332-333: 465-470.
- ✕ OILB/SROP (1974). *Les organismes auxiliaires en verger de pommiers*. Br. 3, Wageningen.
- SILVA, G. M. (1979). Note on the introduction of *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Homoptera, Aleurodidae), in South Portugal and its control by *Cales noacki* How. (Hymenoptera, Aphelinidae). *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt*, Wien, 8-12 Oct. 1979: 572-573.
- SIMMONDS, F. (1960). Biological control for the coconut scale, *Aspidiotus destructor* Sign. in Principe, Portuguese West Africa. *Bull. ent. Res.*, 51: 223.

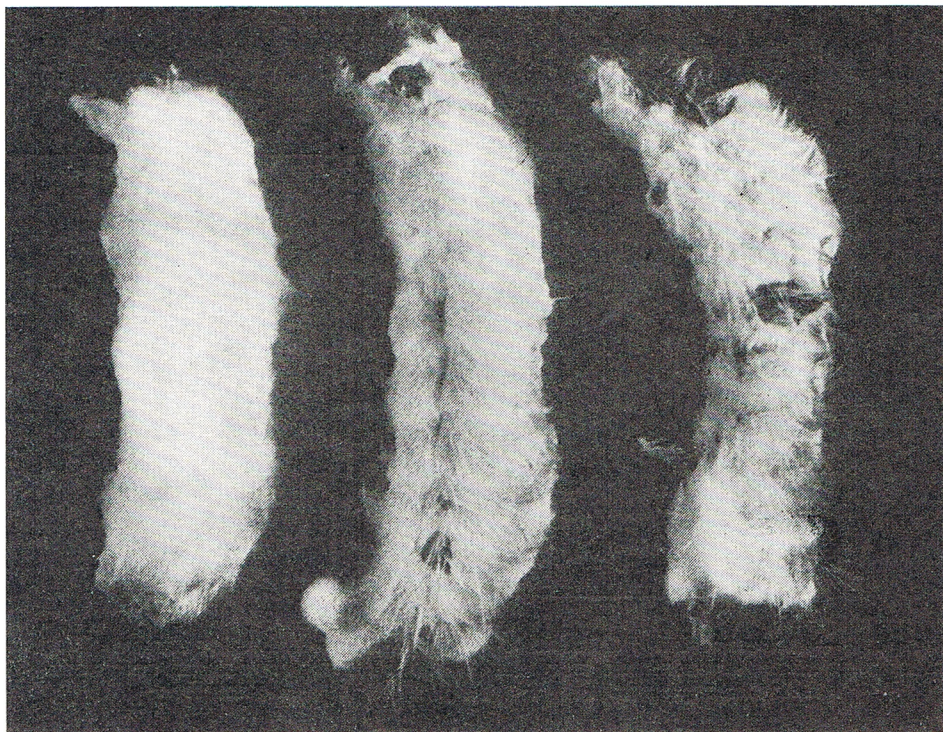
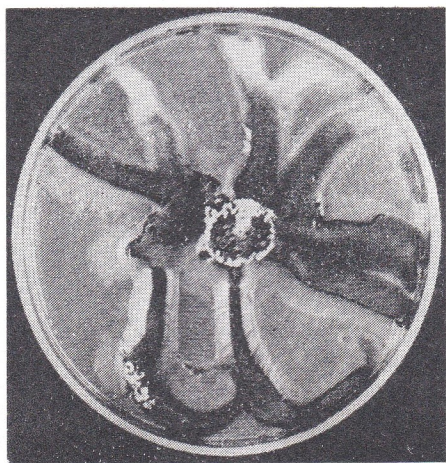


Fig. 3.41 — Lagartas de processionária (*Thaumetopoea pityocampa*) atacadas pelo fungo entomopatogénico *Beauveria bassiana*.



A



B

Fig. 3.42 — Ação inibidora de *Trichoderma viride* sobre *Armillaria mellea*. A — Inoculação simultânea de *A. mellea* (centro) e *T. viride* (4 pontos marginais). B — Testemunha sem *T. viride*.



Fig. 3.43 — Processionária (*Thaumetopoea pityocampa*) parasitada por *Bacillus thuringiensis*.



Fig. 3.44 — Lagarta-do-sobreiro (*Lymantria dispar*) parasitada pelo vírus-da-granulose.

3.4.3 — Os meios de luta biotécnica

Generalidades

A designação *meios de luta biotécnica* abrange todos os meios, normalmente presentes no organismo ou no habitat da praga, passíveis de certa manipulação, através da qual se consegue fazer alterar negativamente certas funções vitais, que deles dependem, de forma mais ou menos profunda, verificando-se, em geral, a morte dos indivíduos afectados. Também se utiliza, como é compreensível, a designação *meios de luta fisiológica*.

Os meios de luta biotécnica abrangem muitos dos meios não convencionais com que se procura, numa estratégia visando reduzir a utilização de pesticidas químicos, alargar a panóplia de armas a utilizar, permitindo aumentar as opções possíveis em protecção integrada. Nem todos têm ou terão previsivelmente as mesmas possibilidades de êxito, mas haverá sempre que contar com possíveis evoluções positivas abertas por novas vias de investigação. Deste modo, procura dar-se conhecimento daqueles que estão actualmente em estudo ou aplicação, tais como, as hormonas, as precocenas ou anti-hormonas, as antiquitinas, as feromonas, as substâncias esterilizantes utilizadas em luta autocida e os inibidores de alimentação.

Hormonas e reguladores de crescimento dos insectos

A complexa individualidade de cada ser vivo é comandada pela guarnição genética hereditária e por reguladores químicos (hormonas) entre os quais há certa interdependência.

As *hormonas* são mensageiros químicos que, segregados em glândulas endócrinas, são lançados na circulação e actuam: em microquantidades; no mesmo indivíduo; em locais afastados da origem; com efeito na morfologia e fisiologia, em especial, como reguladores de mecanismos vitais e, excepcionalmente, também no comportamento.

Deste modo, as hormonas comandam mecanismos reguladores e coordenadores de funções vitais, adaptando-os às alterações de natureza interna e externa, garantindo, em complemento do sistema nervoso, as reacções necessárias e convenientes aos estímulos exteriores recebidos pelos órgãos dos sentidos. Entre esses mecanismos vitais contam-se: a temperatura; os níveis de várias substâncias nos fluídos orgânicos; a tensão dos fluídos orgânicos; a excreção e o equilíbrio da água orgânica; o crescimento; o desenvolvimento; a melanização; e o polimorfismo.

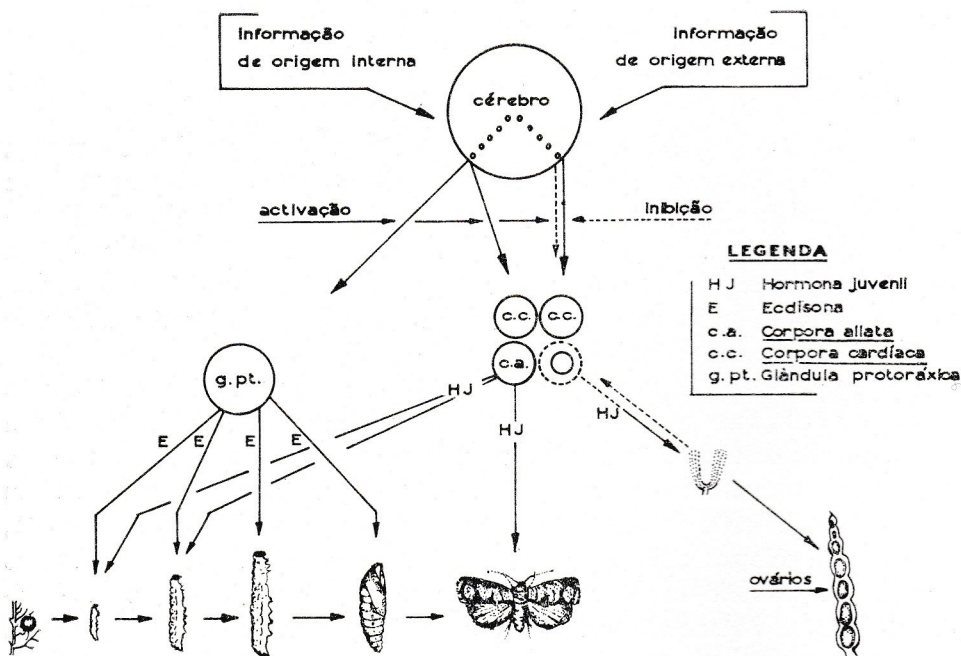


Fig. 3.45 — Mecanismo de acção das hormonas no insecto (Schmid, 1976).

Esquematicamente e com o apoio da Fig. 3.45, referem-se a seguir as principais hormonas em actividade nos insectos, bem como os seus locais de segregação e principais efeitos no metabolismo.

A *hormona cerebral* ou *de activação* é segregada na base do cérebro (*pars intercerebralis*), em quantidade e oportunidade que reflectem a acção de influências externas ou internas, as quais estimulam ou retardam a sua produção. Os seus efeitos fundamentais são justamente os estímulos necessários para a secreção de outras hormonas, estas de efeitos mais precisos na morfologia e fisiologia do indivíduo, a *hormona juvenil* (HJ) e a *hormona de muda* ou *ecdisona*.

A HJ é produzida num par de glândulas com forma semelhante a asas, os *corpora allata*, e, depois, armazenada noutro par de glândulas situadas na proximidade, os *corpora cardiaca*. Por sua vez, a ecdisona é segregada na *glândula protorácica*.

A acção das influências antagonistas destas duas hormonas e o predomínio de cada uma delas condicionam fundamentalmente a regulação de aspectos tão importantes na vida dos insectos, como o crescimento (mudas), o desenvolvimento (metamorfoses) e a diapausa, correspondendo esta a uma paragem quase completa dos dois primeiros fenó-

menos. Assim, a HJ parece interferir na manutenção dos estados juvenis, enquanto a ecdisona comanda as mudanças de estado. Muito esquematicamente, representa-se este mecanismo, no Quadro 3.13.

QUADRO 3.13 — *Mecanismo de interacção e predominância das influências da hormona juvenil (HJ) e da ecdisona (E) e suas consequências.*

Hormona	Muda	Metamorfose	Diapausa
HJ	>	<	<
E	<	>	<
	(Crescimento)	(Desenvolvimento)	(Paragem)

>, < — tendência crescente ou decrescente do teor da hormona

Este esquema deve tomar-se apenas como uma simplificação, aceitável nas suas linhas gerais, já que a realidade é bastante mais complexa. Na verdade, a ideia primitiva de que em cada glândula seria segregada apenas uma hormona está ultrapassada, pois se isolaram em todos os casos várias, por vezes de fórmula química próxima. Por outro lado, também não é correcta a afirmação de que cada hormona teria apenas uma função, já que os efeitos são múltiplos e dependem de vários factores, podendo até ser contrários, conforme a dose, a oportunidade, ou o órgão afectado.

A simples concepção inicial é ainda complicada pelos aspectos seguintes:

- não só as glândulas referidas produzem hormonas, porquanto os gânglios nervosos, mesmo os abdominais, são também sede de secreções hormonais;
- os próprios *corpora cardiaca*, que a princípio se consideravam apenas um reservatório da HJ, segregam outra hormona;
- têm sido detectadas interacções bem marcadas entre as hormonas;
- na hemolinfa verifica-se um equilíbrio em relação ao armazenamento no corpo adiposo, espécie de fígado, de substâncias nutritivas, comandando o depósito ou a libertação, em obediência à necessidade de energia;
- o mesmo se observa em relação à gordura (hormona adipocinética).

Entre os factores exteriores, o fotoperiodismo tem uma importante influência, pois o sentido da variação da duração dos dias afecta a pro-

dução de hormonas. Assim, a sua diminuição provoca, no Outono, em certas espécies, a diminuição da produção de HJ e ecdisona, conduzindo à diapausa invernal (Quadro 3.13).

A existência de um equilíbrio tão delicado, no sistema hormonal, leva facilmente a aceitar que qualquer simples manipulação desse sistema possa conduzir a perturbações na morfologia e fisiologia que interrompam ou reduzam a actividade e a multiplicação normal das pragas.

As tentativas de aplicação deste princípio, no sentido de utilizar as *hormonas como meios de luta*, têm sido feitas, sobretudo, a partir do conhecimento da identidade química das hormonas e da síntese da própria hormona ou de produtos químicos próximos (análogos), mas ainda com efeito regulador.

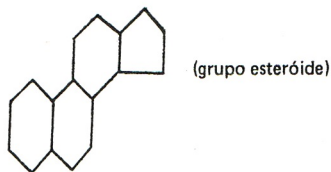
Entre as diferentes hormonas, sem dúvida que a HJ tem sido a mais intensamente estudada como meio de luta. A altura do ciclo de vida considerada mais receptiva para a intervenção é o fim do período larvar ou a ninfose, estados em que a presença de um excesso de HJ, ou de um análogo, na hemolinfa, *provoca perturbações na metamorfose*, com diferentes tipos de malformações que impedem a emergência de adultos normais. Nos ovos, estas substâncias podem ter um efeito esterilizante.

O efeito da aplicação prática deste tipo de substâncias, designadas por *reguladores de crescimento dos insectos*, não se manifesta senão na geração seguinte, pelo que a sua utilização só é de aceitar *contra as pragas cuja geração tratada não cause estragos económicos* [traças-da-uva (*Lobesia botrana* e *Eupoecilia ambiguella*), afídeos, psilas e algumas lagartas das fruteiras].

A constituição química da HJ não é muito complexa, pois se trata de um hidrocarboneto de cadeia linear, pouco ramificada, com 17 átomos de carbono:



Esta simplicidade de constituição química facilitou a sua síntese, bem como a de numerosos compostos afins, com pequenas transposições de grupos químicos e que ainda possuem efeito hormonal (hormonomiméticos), mas de actividade extremamente variável. Actividade idêntica foi também encontrada em número considerável de compostos, menos afins mas do mesmo tipo. Já a estrutura química da ecdisona contém vários grupos cíclicos, derivados do núcleo esteróide presente em vários compostos deste tipo, que assumem assim importância primordial como seus precursores (sitosterol, colesterol) e mesmo certos fitosteróis, por sua vez precursores daqueles, após ingestão e metabolização.



No mercado internacional existem já vários produtos comerciais à base de «juvenóides» (HJ sintética), dos quais os mais divulgados têm sido o «Methoprene» e o «Epofenonane». Aplicações práticas deste último produto, em grandes áreas experimentais, na Suíça e na Holanda, deram resultados práticos muito positivos contra a cápsua das pereiras e macieiras (*Adoxophyes orana*) (Fig. 3.46) e a psila-da-pereira (*Psylla pyri*). A acção directa contra as lagartas, adicionada à acção indirecta contra os adultos sobreviventes (redução de fecundidade) e contra os ovos (redução de fertilidade), conduziu a um satisfatório domínio da praga (mesmo em talhões isolados) em relação aos ataques das gerações de Verão, as únicas economicamente importantes.

Contra a psila-da-pereira, a aplicação de dois tratamentos aos estados ninfaís da primeira geração impede o surto das gerações estivais da praga (Fig. 3.47) e permite, pelo menos parcialmente, a actividade do *Anthocoris nemoralis*, seu principal predador.

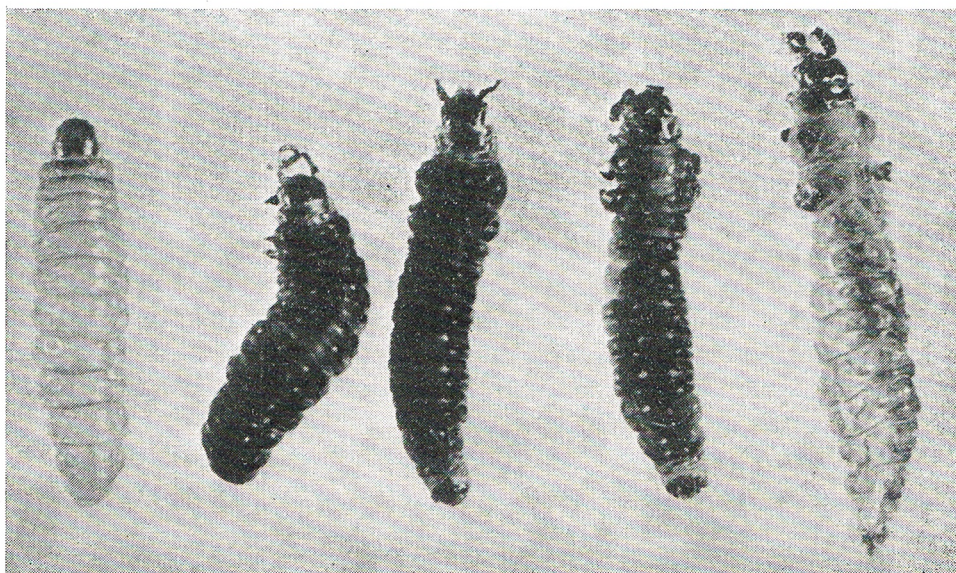


Fig. 3.46 — Efeitos dos reguladores de crescimento de insectos (RCI) em lagartas de cápsua (*Adoxophyes orana*). À esquerda a lagarta normal.

As dificuldades de fabrico e de homologação dos reguladores de crescimento dos insectos, bem como a complexidade do estudo dos seus possíveis efeitos secundários, têm atrasado bastante, até agora, a aplicação prática deste grupo de substâncias de tanto interesse.

Há ainda a referir a possibilidade de utilização de fitohormonas, substâncias hormonomiméticas encontradas em plantas, com possibilidade de extracção e aplicação, como tais, ou depois de síntese química, com efeito redutor de custo.

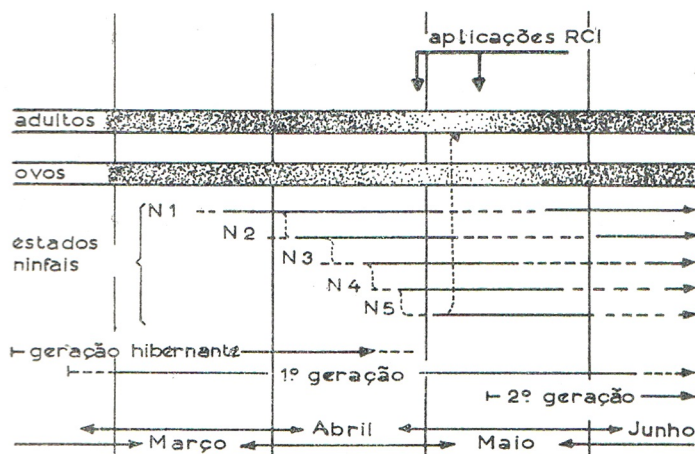


Fig. 3.47 — Esquema de evolução das primeiras gerações da psila-da-pereira (*Psylla pyri*) e épocas teóricas de aplicação dos reguladores de crescimento de insectos (RCI) (Baggiolini *et al.*, 1979).

Apontam-se dois casos, o célebre «paper factor», com acção reconhecida em papel proveniente da conífera *Abies balsamea*, com efeito juvenilizante (Slama & Williams, 1965); e, muito recentemente, o interesse despertado pelo efeito ecdisonomimético demonstrado pelos extractos de *Ajuga remota*, uma labiada africana, a única planta poupada pelo gafanhoto-de-praga (Maugh, 1980). A fitohormona responsável provoca o desenvolvimento da cápsula cefálica antes da queda da anterior, no processo de muda, do que resulta a morte do indivíduo, impossibilitado de se alimentar.

Precocenas (anti-hormonas)

As reservas postas na aplicação de reguladores de crescimento de insectos, dado o receio de efeitos secundários indesejáveis resultantes de uma falta de especificidade, aumentaram o interesse da descoberta

de certas substâncias, as *precocenas*, cuja presumível acção seria de competição ou mesmo antagonismo à acção das hormonas e, daí, a designação de *anti-hormonas*.

O seu efeito pode exercer-se ao nível da hormona juvenil, da ecdisona ou, ainda, da hormona gonadotrópica, responsável pelo desenvolvimento ovárico. Este efeito foi reconhecido em substâncias extraídas de plantas, destacando-se, até agora o *Ageratum houstonianum*, como o mais importante.

Quando a acção das precocenas foi descoberta, admitiram-se possibilidades de interferência, em especial com a hormona juvenil e uma acção esterilizante por inibição do efeito da hormona gonadotrópica.

Os estudos com este tipo de substâncias têm sido essencialmente realizados com hemípteros e acrídeos. Com estes últimos insectos tem-se procurado afectar a gregarização e a formação de bandos invasores, pois a presença da hormona juvenil é indispensável para assegurar um voo demorado. No entanto, a grande esperança e o interesse especialmente manifestados, por volta de 1976, não se materializaram, até agora, na prática, em aplicações regulares de protecção, apesar dos resultados então obtidos serem bastante promissores.

Antiquitinas

Várias substâncias têm sido descobertas, que interferem na acção do *bursicon* (hormona que regula a formação da quitina), impedindo o endurecimento protector dos insectos e tornando-os, assim, extremamente susceptíveis à acção deletéria dos agentes exteriores. Por outro lado, não haverá risco, à partida, de acção semelhante em animais de sangue quente, desprovidos de quitina, o que torna extremamente aliante a sua adopção como meio de protecção, mas o seu custo é elevado.

A mais conhecida destas substâncias é o diflubenzurão, com uso já bastante divulgado e comercializado em vários países, mas ainda não em Portugal, e apresentando casos de sucesso de muito interesse. Como resultado mais destacável, há a referir o êxito na luta contra o bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*), as mineiras da macieira, a processionária (*Thaumetopoea pityocampa*) e a psila-da-pereira.

No combate às pragas da macieira e da pereira, o diflubenzurão oferece a vantagem complementar de não afectar os tiflodromos, inimigos dos ácaros fitófagos, e os antocorídeos, predadores das psilas, o que constitui uma contrapartida para o seu custo elevado.

Estas substâncias não são hormonomiméticas, nem são quimicamente análogas, mas reconheceu-se o interesse de as referir aqui.

Feromonas

A designação de feromonas foi criada em 1959, por Karlson & Lüscher, depois de se reconhecer a necessidade de as diferenciar das hormonas, o que fizeram com apelo às raízes etimológicas gregas (*pherein* = transferir, transportar e *hormon* = estimular, excitar).

As *feromonas*, segundo aqueles autores, são mensageiros químicos, voláteis ou solúveis na água, que, lançados no ambiente, influenciam, por acção longínqua e em quantidades mínimas, o comportamento de indivíduos da mesma espécie do organismo produtor.

Esta definição evidencia características bem diferentes das hormonas. Estas, como foi atrás referido, são segregadas em glândulas endócrinas e lançadas no corpo do próprio indivíduo, influenciando nele, também à distância, fenómenos fisiológicos e não de comportamento (pelo menos, directamente). As feromonas são agentes de comunicação actuando sobre indivíduos da mesma espécie através do olfacto.

A produção de feromonas ocorre, em glândulas exócrinas, situadas muito variadamente por todo o corpo, mais vulgarmente na boca (mandíbulas) e ânus (Fig. 3.48), mas nem sempre expostas (então em órgãos desenvagináveis). As glândulas são extremamente variadas na sua morfologia e histologia. A emissão de feromonas é descontínua, por esguichos, sempre com variação em quantidade, condicionada por factores externos (sobretudo climáticos) ou internos.

Pela necessidade de difusão no ar (caso mais frequente) as moléculas das feromonas têm de ser voláteis, o que implica serem simples, com poucos átomos. Em regra, são compostos de cadeia linear ou com poucas ramificações (10-20 átomos), quase sempre hidrocarbonetos, saturados ou não, e seus derivados, alcoóis e aldeídos, por vezes com grupos fenólicos e terpénicos.

Por exemplo, para os lepidópteros, são muito frequentemente radicais de 12-14 átomos de carbono, com um grupo aldeído ou radical do ácido acético (acetato de tetradecenil ou de dodecenil) colocado preferencialmente em alguns dos átomos de carbono intermédios, em posição isomérica *cis* ou *trans*.

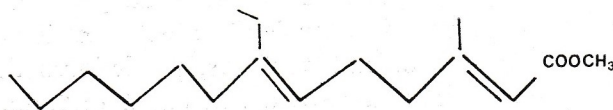




Fig. 3.48 — Órgãos emissores de feromona sexual na extremidade do abdômen de uma fêmea adulta de lepidóptero



Fig. 3.49 — Órgãos receptores de feromona sexual na antena de um macho de lepidóptero

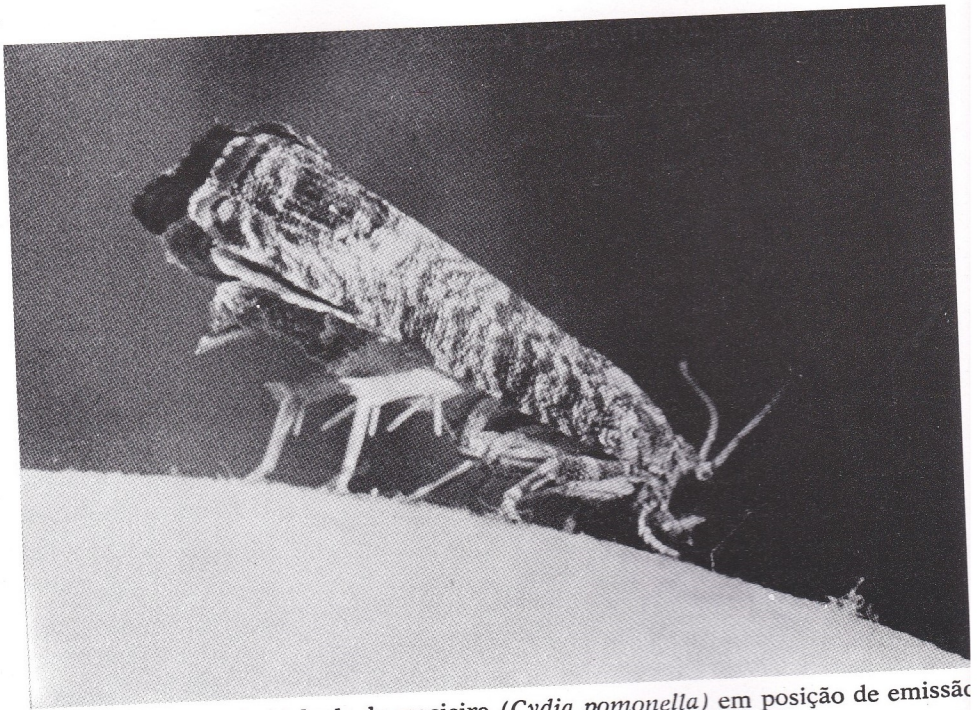


Fig. 3.50 — Fêmea de bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*) em posição de emissão de feromona sexual

Para difusão na água (casos de habitat aquático) já não se verifica a mesma exigência, mas sim a sua solubilidade.

A secreção das feromonas verifica-se em quantidades ínfimas, sendo os insectos e outros animais sensíveis a quantidades também muito reduzidas. Como exemplo, refere-se que foram necessários 1500 kg de abdómenes de lagarta-do-sobreiro (*Lymantria dispar*) para obter 0,25 mg de feromonas e que a anémoma-do-mar reage a diluições de 3,5 moles/ 10^6 m³.

A extrema capacidade de detecção é reflectida na imensa variedade de estruturas receptivas, em especial nas antenas (Fig. 3.49), nas quais se verifica a maior exposição possível, à custa de um mínimo de substância viva, conduzindo, por vezes, a formas bizarras, que o microscópio electrónico de varrimento tem revelado em abundância.

O reconhecimento das actividades das feromonas despertou rapidamente a ideia do seu estudo para *utilização como meio de protecção*.

Na investigação dos seus efeitos vitais, começou por usar-se os próprios insectos produtores, ou uma parte do seu corpo, naturalmente aquela que continha as glândulas. A primeira utilização prática, como atractivo, surgiu para a determinação do aparecimento anual das espécies hibernantes.

Como exemplo refere-se o caso de *L. dispar*, importante praga dos sobreiros em Portugal e que é, no Nordeste dos EUA, um dos maiores flagelos das matas de folhosas. Como tem particular interesse conhecer o início do aparecimento dos adultos para referenciar o começo do ataque e respectivo combate e, em Portugal, esse aparecimento precede de algumas semanas o dos EUA, procedeu-se, durante vários anos, à exportação para os EUA de abdómenes do insecto, a utilizar para aquela finalidade. Esta exportação cessou naturalmente após a síntese da feromona.

A *especificidade* das feromonas é uma característica necessária para explicar a conservação e separação das espécies. Inicialmente supunha-se que a especificidade era devida a uma unívoca correspondência espécie-feromona. Muito pelo contrário, esta especificidade resulta, quase sempre, da mistura em proporções (estas, sim, constantes e específicas) de várias fracções componentes, de composição tão próxima, que pode ser apenas de isómeros ópticos *cis* (Z) e *trans* (E). Estes componentes, geralmente dois ou poucos mais, podem subir até trinta, mas um deles é sempre largamente dominante.

Por vezes, na mesma espécie, há proporções de mistura dos mesmos componentes, distintas para diferentes zonas geográficas; a pirale-do-milho (*Ostrinia nubilalis*) tem, como relação óptima dos dois isómeros ópticos, 97 % (Z): 3 % (E) no «Corn Belt» dos EUA, e o inverso, 3 % (Z): 97 % (E), no Estado de Nova York, indicando talvez já um começo de

especiação. Há diferenças do mesmo tipo já reconhecidas para várias regiões da Europa.

Por meio de estudos de electrofisiologia, verificou-se que são distintos os tipos de células receptoras que respondem a cada um dos componentes e que o sistema nervoso central interpreta o sinal resultante de acordo com o nível de excitação das diferentes células, o que explicaria a especificidade reconhecida (Lindley, 1979).

Esta especificidade pode chegar ainda mais longe, através de uma diferente modulação, em termos de intensidade variável na emissão de uma mesma mistura.

Dada a dificuldade de isolamento assinalada, a investigação neste domínio pouco avançou, até que, graças aos modernos métodos de análise química, foi possível identificar os diferentes componentes e, finalmente, sintetizá-los. Isto foi conseguido para um bom número de casos, de tal modo que se atingiu mesmo a comercialização a preço razoável, o que tornou possível generalizar a sua aplicação.

Na designação comercial foram adoptadas ou a terminação *one* (de «feromone»), ou *lure* (armadilha em inglês), associada ao nome vulgar ou científico da praga.

Assim:

- «Codlemone» — *Cydia pomonella* («Codling moth»)
- «Orfamone» — *C. molesta* («Oriental fruit moth»)
- «Gossyplure» — *Platyedra gossypiella*
- «Grandlure» — *Anthonomus grandis*
- «Looplure» — *Plusia* sp.
- «Hexalure» — *Plusia* sp.
- «Propilure» — *Plusia* sp.

No Quadro 3.14 apresenta-se uma lista das pragas (lepidópteros) de culturas agrícolas, na Europa, para as quais se dispõe de feromonas.

A acção das feromonas sobre indivíduos da mesma espécie pode causar efeitos de vária ordem no comportamento destes, o que pode servir de base à identificação de vários tipos de feromonas: de agregação, de dispersão, de pista, de alarme e sexuais.

As feromonas de agregação conduzem à formação, num lugar determinado, de enxames de indivíduos, atraídos pela feromona emitida pelos primeiros que aí chegaram e o encontraram favorável para a colonização. É o caso de certos carunchos, durante o pequeno período de emergência dos adultos, ao encontrarem troncos de árvores mortas ou decadentes (susceptíveis de ser colonizados), operação para o sucesso

QUADRO 3.14 — *Lista das pragas (lepidópteros) para as quais se dispõe de feromonas sexuais**. (Adaptado de Minks, 1979).

FRUTEIRAS

Adoxophyes orana
Anarsia lineatella
Archips podana
Argyrotaenia sorbiana
Cacoecia rosana
Choristoneura sorbiana
Clepsis spectrana
Cydia funebrana
C. molesta
C. pomonella
Enarmonia formosana
Hedya nubiferana
Pammene rhediella
Pandemis heparana
Phyllonorycter blancardella
Prays citri
Ptycholoma lecheana
Spilonota ocellana
Synanthedon myopaeformis

OLIVEIRA

Prays oleae

VINHA

Eupoecilia ambiguella
Lobesia botrana

CEREAIS

Cnephasia pumicana
Ostrinia nubilalis
Sitotroga cerealella

HORTÍCOLAS

Acrolepiopsis assectella
Agrotis segetum
Evergestis forficalis
Laspeyresia medicaginis
L. nigricana
Mamestra brassicae
M. oleracea
Phthorimaea operculella
Scotogramma trifolii

CULTURAS AGRÍCOLAS DIVERSAS

Cryptophlebia leucotreta
Scrobipalpa ocellatella
Spodoptera littoralis

ARVORES FLORESTAIS

Thaumetopoea pityocampa
Tortrix viridana

* Devido ao rápido desenvolvimento da pesquisa sobre identificação e síntese de feromonas, esta lista necessitará de frequente revisão.

da qual é necessário ser praticada simultaneamente por grande número de indivíduos. Os detritos provenientes do início da abertura de galerias, lançados para fora juntamente com os excrementos, vêm impregnados de feromonas que provocam a agregação de muitos indivíduos recém-emergidos.

A síntese de feromonas deste tipo tem permitido já a sua aplicação como método de luta, em armadilhas que conseguem a captura em massa.

A abelha-mestra, para assegurar a formação de enxames de colonização, também o faz à custa da emissão de uma feromona. Aqui, a identificação das colmeias é, igualmente, devida a feromonas; possível de perturbar, na prática, quando se quer juntar colmeias, pela interposição de papel de jornal.

Outros exemplos ainda: identificação de locais de postura por certos gafanhotos e certas espécies de mosquitos; ou de repouso hibernar, por certas joaninhas e povoarinhas (*Aelia* spp. e *Eurygaster* spp.).

As feromonas de *dispersão* provocam um efeito oposto ao da agregação. Tal se verifica com parasitóides *Trichogramma* spp., os quais, após oviposição parcial em ovos de lepidópteros, evitam, através dessas feromonas, que os restantes da postura sejam ocupados. Isto assegura hospedeiros para a segunda geração (alada), provenientes da primeira que é áptera.

Em certos dípteros, como a mosca-da-azeitona (*Dacus oleae*) e a mosca-da-cereja (*Rhagoletis cerasi*), foi recentemente posta em evidência uma feromona que, após oviposição, desencoraja nova postura no mesmo fruto; daí a explicação de só em infestações muito elevadas se registarem frutos com mais de uma larva.

Outras feromonas provocam efeitos como os de: *pista* ou *rasto*, assegurando o mesmo percurso a insectos da mesma colónia (formigas); *alarme*, provocando, em indivíduos da mesma colónia (afídeos), quando atacados, mecanismos de defesa (queda, voo).

Sem dúvida que as feromonas mais generalizadas, mais características e de maior efeito na vida de relação dos insectos, são as *feromonas sexuais*, necessárias para assegurar a aproximação dos sexos e de importância capital em casos de populações pouco densas; em particular, quando a fêmea só dispõe de capacidade limitada de deslocação ou é mesmo áptera. São mais frequentes as produzidas por fêmeas (Fig. 3.50), mas existem também masculinas.

A emissão de feromonas, em especial das sexuais, conduz ao estabelecimento de um espaço activo, no qual se manifesta um gradiente, de que o vector resultante é a informação que altera o comportamento do indivíduo receptor. Vários factores condicionam a *variação na emissão de feromonas*. Entre os factores intrínsecos, destaca-se a maturidade do indivíduo (já que só se manifesta nos adultos e é maior nas fêmeas virgens), havendo ainda variações diárias e sazonais, quase sempre sujeitas a um ritmo próprio. Factores extrínsecos, provenientes do ambiente, condicionam a emissão de feromonas, tais como: temperatura, humidade, vento e luz.

As *aplicações das feromonas*, na prática, são fundamentalmente duas: em estudos de biologia e como meio de protecção.

Para os *estudos de biologia*, tirando partido da marcada actividade, as feromonas sexuais (pois destas essencialmente se trata) são colocadas em armadilhas, expostas no ambiente em estudo, em situações criteriosamente escolhidas, em ordem a uma sensibilidade máxima.

Estas armadilhas, de que há inúmeros modelos (Fig. 3.16 a Fig. 3.19), têm todas em comum, além da preocupação relativa à sensibilidade, a de responder às dificuldades que limitam a sua utilização

e que dizem respeito a mantê-las, essencialmente, sem perda de efectividade, pelo maior prazo possível. Normalmente, constam de um simples abrigo, tão económico quanto possível, resistente às intempéries; está a provar bastante bem um cartão plastificado, tipo embalagem de congelados. No interior deste abrigo é colocada a cápsula contendo a feromona e uma superfície renovável revestida com uma substância viscosa para assegurar a captura. As cápsulas são de características muito variáveis, com difusão através de rolha porosa ou constituídas por uma matriz, encerrada entre duas lâminas porosas.

Entre os aspectos de biologia, susceptíveis de esclarecimento por este meio, figuram: o do aparecimento dos primeiros indivíduos; o número de gerações; a abundância populacional e as migrações. Neste sentido, constitui elemento importante para fundamentar os avisos, esclarecedores das oportunidades de intervenção. Mas há que ter cuidados especiais, e não utilizar sem critério as indicações obtidas, já que este tipo de armadilha tem, aliás como todos os outros (quer sejam luminosas, alimentares ou de atractivos químicos), as suas limitações, uma vez que essas indicações variam de diferente maneira com as condições exteriores e não respeitam relação absoluta com a população existente.

Para evidenciar a complexidade desta problemática apresenta-se, na Fig. 3.51, o exemplo do conjunto de factores que condicionam as capturas do bichado-da-macieira com armadilhas sexuais. Os factores são agrupados em aspectos relacionados com a população da praga, com as características do ecossistema agrícola, com as condições meteorológicas e com os tipos de armadilha.

Impõe-se, portanto, previamente a qualquer estudo neste campo, a comparação com os outros tipos de armadilha e, sobretudo, a sua calibração, por comparação com a população real, conhecida aproximadamente através de técnicas de «knock-down», simultâneas às capturas, ou pelo método de captura-marcação-solta-recaptura.

As aplicações das feromonas, como *monitores*, em estudos para avisos, têm-se generalizado; é disso índice o elevadíssimo número de publicações sobre o assunto (Birch, no seu tratado, em 1974, inclui já 1500 referências). Em Portugal é corrente o seu uso para os avisos do bichado-da-macieira e, limitado, para as traças-da-uva.

As feromonas sexuais podem ser utilizadas como *meio de protecção* através de duas vias com aplicação prática.

A primeira via consiste na *captura*, através de número suficiente de armadilhas, de percentagem considerável da população, de maneira a conseguir uma redução drástica de reprodutores. Segundo Charmillot & Baggiolini (1975), este método muito raramente é suficiente, por si só,

para assegurar resultados satisfatórios. Mesmo quando se consegue capturar a quase totalidade dos machos em evolução numa dada cultura, estes conseguem fecundar algumas fêmeas antes de serem capturados. Este modo de utilização das feromonas é, por esse facto, indicado de preferência em combinação com outro método, quer no início do combate, quer completando a acção do primeiro.

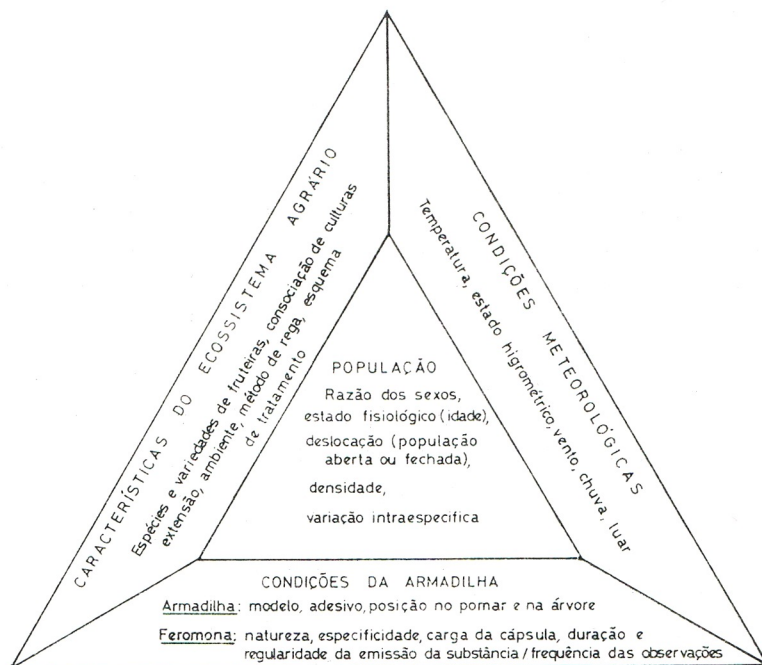


Fig. 3.51 — Factores que influenciam as capturas do bichado-da-macieira (*Cydia pomonella*) por armadilhas sexuais (Audemard, 1979).

O segundo método é chamado da *confusão*, e consiste essencialmente em interferir com os gradientes de atractividade bem estabelecidos, definidos e reconhecíveis, graças à implantação, no ecossistema, de fontes artificiais de feromonas suficientemente numerosas. Os machos, recebendo o atractivo de todas as direcções, não são mais capazes de localizar e fecundar as fêmeas. Deste modo, impedida ou extremamente reduzida a possibilidade de encontro dos sexos, drasticamente baixará a taxa de reprodução. Têm sido registados experimentalmente resultados muito encorajadores na luta contra o bichado-da-macieira, nomeadamente na Suíça (Charmillot, 1980), utilizando difusores de borracha.

Continuam os ensaios contra outras pragas das fruteiras (Quadro 3.15).

Outras feromonas, já comercializadas ou em vias disso, ainda sem nome registado, foram obtidas em laboratórios de investigação. Entre essas interessa sobremaneira a Portugal a feromona da traça-da-oliveira

QUADRO 3.15 — *Resultados dos ensaios de luta por «confusão» com feromonas sexuais sintéticas e análogos (Silva, 1980).*

Praga	País	Feromona	Característica das armadilhas
<i>Cydia pomonella</i>	França e Suíça	E8, E10 DDOL	Difusores de borracha em localização fixa 7 ensaios em 12; protecção da colheita equivalente à luta química; por vezes uma única geração combatida. Quantidade espalhada: 6-7 mg/ha/hora (Suíça) 20 mg/ha/hora (França)
	EUA		Microcápsulas insuficientes (duração de eficácia — 8 dias) Fibras ocas aplicadas de helicóptero; com 3 tratamentos, resultados equivalentes à luta química Quantidade espalhada: 12,9 mg/ha/hora Perturbação da comunicação entre sexos a partir de 2,5 mg/ha/hora Na prática, 20-30 g serão suficientes para um ano
<i>Cydia funebrana</i>	Suíça	Z8 DDA, IMPURA C/E8	Difusores de polietileno em localização fixa 80-100 mg/ha/hora; resultados equivalentes à luta química
<i>Cydia molesta</i>	Austrália	Z8 DDA, IMPURA C/E8	Difusores de polietileno em localização fixa 5 mg/ha/hora; resultados equivalentes à luta química
	EUA		Fibras ocas 6,3 mg/ha/hora; perturbação da comunicação entre sexos
<i>Adoxophyes orana</i>	Holanda	Inibidores «anti-feromona»	Microcápsulas em pulverização Obtida a perturbação da comunicação entre sexos; com resultados idênticos à luta química

(*Prays oleae*), sintetizada no «Laboratoire des Médiateurs Chimiques» (INRA), em França.

Igualmente, em relação à da fêmea da mosca-da-azeitona, recentemente identificada e sintetizada por dois grupos de investigadores, um italiano e outro grego-americano, se prevê possibilitar novos e interessantes trabalhos no sector.

A experiência obtida com o método da confusão, ensaiado para umas tantas espécies, evidencia que os resultados são um tanto descontraídos, com evidentes casos de sucesso, acompanhados por outros, falhados, embora, muitas vezes, sem conclusão final, por a metodologia aplicada não ser integralmente correcta, devido a falta de oportunidade, excessiva densidade de população, insuficiente número de difusores, etc. O insucesso é quase sempre originado em acasalamentos anteriores à aplicação do método. Pode referir-se, como exemplo, a aplicação contra a *L. dispar*, nos EUA (Massachusetts), em que duas doses de 10 g/ha de «Disparlure», aplicadas com intervalos de 2,5 semanas, reduziram de 94 %-97 % os acasalamentos, quando os mesmos 20 g/ha haviam falhado, aplicados de uma só vez. Noutro caso, em relação a *Anthonomus grandis*, o «Grandlure» aplicado em filtros de cigarros com 0,5 mg, dispostos a distâncias de 30 cm, teve efeito fortemente positivo.

Para *Cydia molesta* e *C. funebrana* observaram-se bons resultados, em Itália, usando «Combamol» e «Combafun», produtos comerciais, específicos, respectivamente, para as duas espécies, apresentados em tubos de plástico, contendo 50 mg (200 mg/ha), reduzindo o ataque a cerca de 2%.

Na cultura do algodão, todavia, os maiores sucessos têm sido conseguidos pelo uso do produto comercial «Gossyplure» contra a *Pectinophora gossypiella*, nos EUA e na América do Sul, onde foi aplicado em milhares de hectares com resultados francamente positivos (Silverstein, 1981). Resultado menos marcado, mas mesmo assim eficaz, foi registado para a lagarta-rosada (*Diparopsis castanea*).

Finalizando, reconhece-se, com Lindley (1979), que o assunto se tornou mais complicado do que parecia inicialmente há 20 anos, mas que as suas potencialidades de clarificação dos ciclos biológicos e como futuro meio de luta continuam válidas.

Esta complicação é ainda reforçada pelo reconhecimento de outros tipos de mensageiros químicos, agora entre espécies diferentes: se é a espécie emissora que beneficia da sua acção (em especial repulsiva) designam-se por *alomonas*; se, pelo contrário, é a espécie receptora que é beneficiada (ex.: localização do hospedeiro pelo parasitóide), são chamados *caiomonas*.

Tão vasta é a recente expansão desta área do conhecimento que já adquiriu direito de individualização e se designa por *semiologia* (de *semios* = sinal), denominando-se, em conjunto, todos os tipos de substâncias referidas por *semioquímicos*.

Substâncias esterilizantes (Luta autocida)

O método de luta autocida utiliza o insecto contra si mesmo, para assegurar a sua própria destruição. Trata-se de um método específico.

O seu *princípio* consiste em introduzir, numa população selvagem duma dada espécie, machos esterilizados pela acção de radiações ionizantes ou de esterilizantes químicos. A presença destes machos, portadores de genes letais, conduzirá, a prazo, ao desaparecimento da praga em consequência da queda progressiva da viabilidade dos ovos.

Na sua essência, o método de luta autocida resulta da aplicação do princípio expresso por Knippling (1955) de que, do ponto de vista da luta contra as pragas, «mais vale capturar um insecto, esterilizá-lo e voltar a soltá-lo no ecossistema a que pertence, do que, pura e simplesmente, destruí-lo». E isto porque, da sua actividade sexual, em suposta plena concorrência com os indivíduos selvagens férteis, não resultará qualquer descendência, o que reduzirá, do mesmo passo, a composição numérica da geração seguinte, redução que, dependendo do número total dos insectos esterilizados e do número de largadas, poderá atingir grande expressão, teoricamente mesmo até à erradicação.

Nos primeiros tempos de aplicação do método, então chamado *dos machos esterilizados*, admitia-se que o seu sucesso dependia das *exigências* seguintes (Silva, 1980):

- a) esterilização completa e não afectando o comportamento e a competitividade sexual;
- b) machos esterilizados utilizados em número dominante, relativamente à população selvagem, em proporções que atinjam 20:1 e mais;
- c) área (ecossistema a abranger) suficientemente grande e isolada, pois o método visa populações e não indivíduos;
- d) espécies em que haja apenas um acasalamento por fêmea;
- e) fácil separação dos sexos, garantindo a utilização exclusiva de machos;
- f) métodos de criação em massa suficientemente práticos e económicos para poder competir com outras formas de protecção.

A experiência, entretanto acumulada, levou ao abrandamento de algumas destas exigências:

- a) em certos casos, verifica-se ser preferível uma esterilização parcial, com menor resultado imediato, mas transmitindo às gerações sucessivas o mesmo efeito, apenas com uma largada;
- b) a dominância numérica, sempre reconhecidamente necessária, pode ser aligeirada pela aplicação prévia de outra forma de luta, que reduza a população natural a níveis baixos, sendo o método, nestas condições, mais eficiente, o que, de certo modo, pressupõe uma protecção integrada;
- c) o isolamento, geográfico ou ecológico, deixa de ser absolutamente necessário, desde que o custo de obtenção dos insectos esterilizados seja reduzido a níveis aceitáveis, e que o método se possa aplicar repetidamente e com a frequência necessária, como qualquer tratamento de outro tipo;
- d) um estudo mais pormenorizado da fecundação, sobretudo no que diz respeito à conservação do esperma na espermateca da fêmea, evidencia a possibilidade de alargamento do método a espécies com múltiplos acasalamentos;
- e) a fácil separação dos sexos, continuando muito favorável, pode ser dispensada, desde que as fêmeas esterilizadas não provoquem efeitos secundários indesejáveis quando largadas, pois elas também contribuirão para reduzir a capacidade dos machos férteis; como exemplo de efeito secundário indesejável, refere-se o caso da mosca-da-azeitona, de difícil sexagem, em que o número dominante de fêmeas largadas conduziu a um elevadíssimo número de picadas, através das quais se desenvolveu forte invasão de fungos.

Nos métodos de criação em massa, dois aspectos essenciais, a obtenção dos ovos e o meio de criação das larvas, constituem óbices sob o ponto de vista técnico e económico. No caso da mosca-da-azeitona, por exemplo, ao contrário da mosca-da-fruta (*Ceratitis capitata*), onde várias soluções práticas e de custo aceitável são aplicadas, só recentemente se terá aproximado, na Grécia, de tal objectivo, após longos anos de colaboração internacional.

Contudo, as exigências acentuaram-se em vez de se aligeirarem no que se refere aos efeitos no comportamento dos insectos submetidos ao processo de esterilização. Tal situação resulta de se ter verificado,

em sucessivas espécies, que esses efeitos eram mais pronunciados e negativos que o desejado e observado nos primeiros casos.

De tal forma é preocupante este aspecto, de importância decisiva para o pleno sucesso do método, que passou a constituir objectivo dominante para um grupo de trabalho, dirigido por Boller, de Zurique, no quadro da OILB. Da actividade deste grupo tem resultado o desenvolvimento de testes de qualidade do «produto industrial» das criações em massa (o insecto esterilizado), testes esses suficientemente práticos para poderem ser aplicados com a desejável regularidade ao longo do processo. Uma publicação da OILB (Boller & Chambers, 1977) reúne uma já numerosa lista de métodos, dizendo respeito a várias espécies e, particularmente, às características mais afectadas. Entre estas são de salientar: número e frequência de acasalamentos; reacção a estímulos exteriores, em particular à luz.

A maior consciencialização das deficiências de comportamento dos insectos, causadas pela esterilização, levou naturalmente a uma revisão dos métodos aplicados para a sua obtenção. Estes *métodos de esterilização em massa* pertencem essencialmente a duas categorias: por quimioesterilizantes e por radiações ionizantes. Em qualquer dos casos o objectivo é, naturalmente, a interferência nos processos reprodutivos, em especial na indução de genes letais dominantes.

Os *quimioesterilizantes* (à partida uma sugestiva ideia como maneira de interferir profundamente na dinâmica das populações nocivas) foram naturalmente eleitos na vasta gama dos citostáticos, ensaiados como anticancerígenos. Numerosas destas substâncias foram, então, sujeitas a ensaios selectivos, depressa se verificando que as aziridinas (etileniminas) compreendiam muitos agentes activos para a nova finalidade.

Sem embargo dos bons resultados reconhecidos em laboratório, a extensão à aplicação prática do método tem encontrado sérias restrições, que dizem respeito sobretudo à extrema reactividade com numerosa gama de substâncias, o que poderia implicar, à primeira vista, sérios riscos às outras formas de vida do ecossistema. Neste sentido e na procura de redução, ou mesmo eliminação, desses riscos, ainda o método que mais segurança parece oferecer seria o da conjugação de armadilhas de qualquer tipo, que poderiam inclusivamente ser carregadas com feromonas. Aqui, em vez de um insecticida, colocar-se-ia o quimioesterilizante, de modo a afectar os insectos atraídos, aos quais, depois, por qualquer dispositivo engenhoso, seria facultada a saída para o ambiente.

Não se conhece nenhum caso de verdadeiro sucesso de aplicação prática por este meio e, muito menos, que tenha ascendido ao uso generalizado de integração nalgum sistema de combate.

A outra forma de esterilização considerada utiliza as *radiações ionizantes*, às quais se expõem os insectos durante período determinado (naturalmente o menor possível para o fim desejado), de modo a receber a dose requerida.

Das radiações utilizadas, as de mais generalizado emprego são os raios gama, normalmente de uma fonte de cobalto 60 e para a qual se desenvolveram mesmo dispositivos automáticos de aplicação contínua que garantem uma dose previamente marcada e com a uniformidade indispensável. Mas também os raios X e os neutrões rápidos têm sido utilizados, estes últimos com particular interesse, pois parece não serem tão destrutivos no seu efeito, para o mesmo grau de esterilização.

As radiações podem ser aplicadas às pupas (mais comum) e aos adultos; neste último caso, é necessário proceder a ligeira anestesia que os imobilize, em geral por meio do frio ou do anidrido carbónico.

O reconhecimento da importância negativa da agressão do agente esterilizante despertou logicamente investigações no sentido de aligeirar esses efeitos secundários. Assim, para o caso da mosca-da-azeitona, melhorou-se consideravelmente a qualidade competitiva dos machos, através de: utilização dos neutrões rápidos, já referida; esterilização preferencial dos adultos, menos traumatizante; e, ainda, esterilização em atmosfera de azoto (Economopoulos, 1977).

Os casos de sucesso do método dos machos esterilizados, agora mais correctamente designado por *técnica do insecto esterilizado*, são bastante numerosos, embora reduzidos quanto às ordens para que se mostra adequada, predominantemente dípteros, em especial moscas-da-fruta e mosquitos e, também, hemípteros. Os coleópteros e lepidópteros exigem, em regra, doses tão elevadas, para uma esterilização conveniente, que causam concomitantemente estragos não suportáveis nalguns tecidos somáticos. Recordam-se, todavia, os resultados práticos obtidos na luta contra o bichado-da-macieira no Canadá (Proverbs *et al.*, 1975) e na Suíça (Mani *et al.*, 1978).

A barreira oposta, durante vários anos, à invasão do território dos EUA pela mosca-do-gado (*Cochliomyia hominivorax*), constitui um exemplo clássico de luta autocida. Mas, deve-se acrescentar, até em reforço da necessidade de verificação da qualidade dos insectos criados artificialmente e esterilizados, que essa barreira esteve a ponto de não ser mais eficaz e que só um reexame rigoroso nas condições de criação (entradas numa rotina que mais não olhava senão aos milhões de pupas produzidas) permitiu repor a sua acção, sobretudo através de um refrescamento sistemático com pupas selvagens.

Várias moscas dos frutos (*Dacus cucurbitae*, *D. dorsalis*) têm sido erradicadas de algumas ilhas do Pacífico. O caso mais singular foi o do

aproveitamento das condições favoráveis provocadas pela passagem de um tufão, para liquidar a baixa população sobrevivente, intervenção só possível por uma prévia organização estabelecida.

No caso da mosca-da-fruta, o sucesso tem sido muito desigual nas suas variadas tentativas (Canárias, Prócida, Espanha Continental, Tunísia, etc). Pelo menos para alguns insucessos, pode-se encontrar explicação nos termos algo inadequados, aqui e ali, da sua aplicação; pois, na verdade, é regra de ouro, muito invocada, que o método só deve ser aplicado depois do conhecimento pormenorizado do meio, em particular, densidade da população e sua distribuição, capacidade de dispersão e comportamento sexual (Lindquist, 1969).

Actualmente está em marcha, para a mesma espécie, uma nova tentativa, abrangendo larguíssima área no México e Guatemala e implicando a maior «fábrica» de pupas até agora estabelecida, com o objectivo essencial de defender o território dos EUA. Vinda já depois do que poderemos chamar a consciencialização da necessidade de utilizar um insecto altamente competitivo e dados os grandes e complexos meios postos em acção, reina grande expectativa quanto ao resultado, que pode ser crucial para o futuro da aplicação do método (Whitten, 1982).

Mais próximo de nós, na Grécia, é igualmente objecto de expectativa a renovada tentativa de ensaios para a mosca-da-azeitona, agora que os investigadores locais, após declararem ter finalmente chegado à criação económica em massa, aplicam as técnicas de esterilização aperfeiçoadas atrás citadas.

Esta é realmente a posição generalizada em relação ao método, uma expectativa benévola, após grande entusiasmo, pois a severa reavaliação a que foi sujeito só permitirá a renovação desse entusiasmo após a compreensão minuciosa do processo de «domesticação» dos insectos em criação em massa e da sua ultrapassagem.

Outros métodos, de natureza também autocida, fazem apêlo, não já a uma esterilização completa, mas antes a uma esterilização parcial, ou a certas formas de incompatibilidade ou, ainda, a certas imperfeições de constituição genética que tendam a perpetuar-se, não necessitando, em teoria, de mais de uma intervenção.

São exemplos de aplicação prática, todavia pouco comprovada, mas de possibilidades não esgotadas: casos de esterilidade interespecífica; translocações cromossómicas; mutações afectas à temperatura; letais ligados ao sexo; disjunção não equilibrada dos sexos («meiotic drive»); heterosis negativa (esterilidade dos híbridos) e incompatibilidade citoplásmica (Silva, 1976).

Esta última possibilidade é evidenciada pelo caso da mosca-da-cereja, da qual estão reconhecidas pelo menos duas populações na

Europa. Os cruzamentos entre estas duas populações só são viáveis num sentido. Daí a possibilidade de introdução de machos da população A na área da população B, sendo esse o sentido não viável dos cruzamentos, o que reduziria consideravelmente a população resultante, pela concorrência com os machos locais férteis (Boller *et al.*, 1970). Cita-se este exemplo, pois pode ter implicações para Portugal cuja população é do tipo B.

Os primeiros ensaios na Áustria e Suíça não corresponderam, todavia, às grandes esperanças depositadas, por dificuldades de ordem técnica e ecológica.

Fago-inibidores

Estas substâncias, inibidoras da alimentação («anti-feeding»), componentes de órgãos das plantas ou sobre eles depositadas deliberadamente, impedem, ao desencadear reflexos negativos, o consumo pelas pragas desses mesmos órgãos, conferindo-lhe, assim, protecção mais ou menos completa.

É devido à sua presença que muitos insectos de condição polífaga, com larga adaptabilidade alimentar, respeitam certas plantas.

O reconhecimento desta circunstância e os progressos dos meios de análise e síntese química têm despertado interesse no sentido do seu isolamento, identificação e síntese, com o objectivo de aplicação prática no combate às pragas.

Entre as espécies com propriedades fago-inibidoras destaca-se a *Azadirachtia indica* (conhecida por «neem»), com propriedades entomófugas de há muito reconhecidas, com utilização prática das sementes na conservação de cereais armazenados, com os quais são misturadas em certa proporção, nas Índias Orientais. A sua actividade mais recentemente reconhecida diz respeito ao efeito fago-inibidor de extractos das sementes contra o escaravelho-japonês (*Popillia japonica*), terrível praga das árvores de fruto e pastagens.

Entre muitas outras plantas que estão sendo estudadas com o mesmo objectivo, encontra-se a *Aleurites fordii* (euforbiácea produtora do óleo «tung») que se revelou igualmente muito promissora.

Quanto a químicos sintéticos possuidores desta propriedade repulsiva, é sobretudo em compostos de estanho que se encontra tal efeito, estando já alguns largamente comercializados, com homologação em Portugal para ácaros tetraniquídeos, em árvores de fruto e plantas hortícolas.

Grande número de espécies vegetais continuam sendo exaustivamente avaliadas nas suas propriedades fago-inibidoras. Nos Estados

Unidos é dedicada primordial atenção a este assunto em vários laboratórios de investigação, em especial no «Biologically Active Natural Products Laboratory», Beltsville, Maryland e no «Natural Products Chemistry Research», Berkeley, Califórnia.

Bibliografia

- AUDEMARD, M. (1979). Lutte dirigée en verger de pommier et prévision du risque: le piégeage du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) avec la phéromone sexuelle de synthèse dodécadiène 8 E, 10 E OL-1. *Défense végétale*, 195: 29-43.
- BAGGIOLINI, M., SCHMID, A., IUCKER, W. & FRISCHNECHT, M. (1974). Applications pratiques des régulateurs de croissance des insectes (RCI) contre les Psylles du poirier (*Psylla pyri*). *Bull. Soc. ent. suisse*, 53: 3-11.
- BIRCH, M. C. (Ed.) (1974). Pheromones. *Frontiers of Biology*, 32, North-Holland Publ. C.° Amsterdam.
- BOLLER, E. F. & CHAMBERS, D. L. (Ed.) (1977). Quality Control. An idea book for fruit fly workers. *Bull. SROP*, 1977 (5).
- BOLLER, E. F., HAISCH, A., RUESS, K. & VALLO, V. (1970). Economic importance of *Rhagoletis cerasi* L., the feasibility of genetic control and resulting research problems. *Entomophaga*, 15: 305-313.
- CHARMILLOT, P. J. (1980). *Etude des possibilités d'application de la lutte par la technique de confusion contre le carpocapse (L. pomonella)*. Thèse n.° 6598. Ecole Polytechnique Fédérale. Zurich.
- CHARMILLOT, P. J. & BAGGIOLINI, M. (1975). Essai de lutte contre le carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) par capture intensive des mâles à l'aide d'attractifs sexuels synthétiques. *Schweiz. Landw. Forschung*, 14 (1): 71-77.
- CHARMILLOT, P. J., BAGGIOLINI, M. & FIAUX, G. (1975). Les phéromones en lutte intégrée, cas du carpocapse. *C. r. 5^e Symp. Lutte intégrée vergers OILB/SROP*, Bologne: 303-313.
- ECONOMOPOULOS, A. P. (1977). Gamma-ray sterilization of *Dacus oleae* (Gmelin). Effect of nitrogen on the competitiveness of irradiated males. *Z. ang. Ent.*, 83: 86-95.
- HUDDLESTON, P. M., MITCHELL, E. B. & WILSON, N. M. (1977). Disruption of boll weevil communication. *J. econ. Ent.*, 70: 83-85.
- IACOB, M. (1979). Combaterea daunatotorilor *Grapholitha molesta* Busck. si *Grapholitha funebrana* Tr. prin metoda dezorientarii masculilor au feromoni sexuali de sinteza. *Analele ICPP*, 14: 107-114.
- KARLSON, P. & LUSCHER, M. (1959). Pheromones: a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 183: 55-56.
- KNIPLING, E. F. (1955). Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. *J. econ. Ent.*, 48: 459-462.
- LINDLEY, M. (1979). Twenty years of pheromones. *Nature*, 281: 181-182.
- LINDQUIST, A. W. (1969). Biological information needed in the sterile-male method of insect control. Sterile-male technique for eradication or control of harmful insects. *Proc. Panel int. Atomic Energy Agency, Vienna 27-31 May 1968*, STI/PUB/224: 33-37.

- MANI, E., WILDBOLZ, T., RIGGENBACH, W. & MENDIK, M. (1978). Die Bekämpfung des Apfelwicklers (*Laspeyresia pomonella* L.) durch Freilassung sterilisierter Falter in einer Apfelanlage. *Mit. Schweiz. Ent. Ges.*, 51: 143-154.
- MASSON, C. & BROSSUL, P. (1981). La communication chimique chez les insectes. *Recherche*, 121: 406-416.
- MAUGH, T. H. (1980). Starving in the midst of plenty. *Science*, 212: 430.
- MINKS, A. K. (1979). Present status of insect pheromones in agriculture and forestry. *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt*, Wien 8-12 Oct. 1979: 127-136.
- PROVERBS, M. D., NEWTON, J. R., LOGAN, D. M. & BRINTON, F. E. (1975). Codling moth control by release of radiation-sterilized moths in a pome fruit orchard and observations of other pests. *J. econ. Ent.*, 68: 555-568.
- SCHMID, A. (1976). Perspectives de lutte contre les insectes ravageurs de la vigne et du verger, avec des régulateurs de croissance, substances analogues de l'hormone juvénile. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 8: 101-105.
- SCHMID, A., JUCKER, W., ANTONIN, P. H., TOUZEAU, J., BASSINO, J. & MAURIN, G. (1977). Contribution à l'étude des régulateurs de croissance des insectes (RCI), analogues de l'hormone juvénile, utilisés en plein champ dans la lutte contre les ravageurs de la vigne et du verger. — 1 — Tordeuses de la grappe: eudémis (*Lobesia botrana*) et cochylys (*Clysia ambiguella*). *Bull. Soc. ent. suisse*, 50: 221-232.
- SCHMID, A., VAN DER MOLEN, J. P., JUCKER, W., BAGGIOLINI, M. & ANTONIN, P. H. (1978). The use of insect growth regulators, analogues of the juvenile hormone against summer fruit tortrix moth, *Adoxophyes orana* and other pests. *Ent. exp. appl.* 24: 65-82.
- SILVA, G. M. (1976). *Problemas gerais em entomologia agrícola. Métodos biológicos. Luta integrada*. «Curso de Atualização e Extensão Universitária». Soc. port. Ciênc. Nat., Maio 1976.
- SILVA, G. M. (1980). Feromonas e esterilizantes. *I Congr. port. Fitiat. Fitofarm.*, Lisboa, Dez. 1980, 5: 155-163.
- SILVERSTEIN, R. (1981). Pheromones: Background and potential for use in insect pest control. *Science*, 213: 1326-1332.
- SLAMA, K. & WILLIAMS, G. (1965). Juvenile hormone activity for the bug *Pyrorhocus apterus*. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 54: 411-414.
- WHITTEN, C. (1982). The sterile insect technique in the control the screwworm. *Proc. Symp. IAEA/FAO Sterile insect tech. radiation insect contr.*, Neuherberg 1981: 79-84.

3.4.4 — Os meios de luta genética

Generalidades

Qualquer cultura está sujeita à acção do ambiente e dos seus inimigos, durante todas as suas fases de desenvolvimento, como já se referiu no Capítulo 2 (Fig. 2.5, 2.6, 2.7 e 2.8). A protecção integrada pretende conseguir estados de equilíbrio dinâmico inimigo-cultura-ambiente que impeçam que os patogénios ocasionem doenças epidémicas

e os artrópodos tomem o carácter de praga, e assim os estragos, que possam eventualmente causar, não tenham significado económico.

Além do hospedeiro, do inimigo e do ambiente, tem importância, neste equilíbrio dinâmico, o factor tempo na medida em que faz corresponder, por exemplo, presença simultânea do hospedeiro e inimigo, deste e seus vectores ou, ainda, de temperaturas e humidades favoráveis à intensificação da actividade nefasta dos inimigos das culturas.

As características genéticas das plantas podem contribuir para esse equilíbrio dinâmico e, daí, o grande interesse das cultivares resistentes, do tipo de resistência e da forma como são usadas.

No total das espécies vegetais existentes, considera-se como predominante a *resistência* aos inimigos das culturas agrícolas e florestais ou, talvez melhor, a *imunidade* e considera-se a *susceptibilidade* como excepção. Contudo, uma cultura de valor económico tem sempre algum inimigo que a pode atingir com maior ou menor gravidade. Do ponto de vista agronómico, o ideal seria, para cada espécie de interesse, dispor-se sempre de cultivares que, em cultura, se comportassem como resistentes, pelo menos aos principais patógenos e pragas. Isso nem sempre é possível ou nem sempre é possível em quaisquer condições de ambiente, pelo que se tem de recorrer, por vezes, a outros meios de protecção.

Porém, mantém-se o grande interesse da resistência das cultivares aos seus inimigos e, daí, a importância dos planos de melhoramento que, além de considerarem a obtenção de cultivares com maiores produções ou outras características, incluem também como objectivo, ou têm como objectivo exclusivo, a introdução da resistência a determinados inimigos, ou simplesmente a selecção de formas resistentes. As cultivares resistentes poderão ser meios indirectos de aumentar as produções, visto reduzirem as perdas consequentes da acção das respectivas doenças ou pragas.

A selecção genética do material vegetal foi, durante um período, orientada essencialmente para a obtenção de cultivares muito produtivas. De há vinte anos para cá, deu-se a inversão no sentido da pesquisa de cultivares resistentes. Estes trabalhos exigem equipas pluridisciplinares em que participem, nomeadamente, genetistas, entomologistas e fitopatologistas. A lista de cultivares resistentes é extensa, tanto nas plantas anuais como nas plantas vivazes.

O uso de cultivares resistentes tende a intensificar-se, como se evidencia para as fruteiras, em França, no Quadro 3.16. Segundo os casos, o emprego de cultivares resistentes constitui um meio de luta exclusivo, ou um dos componentes principais de sistemas de protecção integrada.

QUADRO 3.16 — *Melhoramento de espécies fruteiras em França (programa de investigação sobre resistência) (Huet, 1979).*

Fruteira	Doença ou patógeno	Praga
1 — Cultivar de:		
macieira	<i>Venturia inaequalis</i> <i>Podospaera leucotricha</i>	<i>Dysaphys plantaginea</i>
pereira	<i>Venturia pirina</i> <i>Erwinia amylovora</i>	
pessegueiro	Sharka	<i>Myzus persicae</i>
amendoeira	<i>Monilia laxa</i> <i>Fusicoccum amygdali</i> <i>Fusicladium carpophilum</i>	
cássis	<i>Sphaerotheca mors-uvae</i>	<i>Cryptomyzis ribi</i>
2 — Porta-enxerto:		
pessegueiro × amendoeira	Clorose <i>Fusicoccum amygdali</i>	Nemátodos
<i>Citrus</i> sp.	Tristeza (tolerância)	

As cultivares resistentes podem dispensar medidas de luta química aplicadas normalmente sobre outras cultivares.

Nas culturas anuais, os agricultores que produzem as suas próprias sementes, ao seleccionarem as plantas de melhor aspecto e menos atingidas por doenças e pragas podem contribuir também para o melhoramento. Se não empregarem pesticidas, essas plantas podem corresponder às mais resistentes. Porém, se os utilizarem, não se podem distinguir as plantas susceptíveis das resistentes, ou, pelo menos, é pouco provável poder distingui-las tanto em relação a pragas como a algumas doenças. Desta forma, o uso dos pesticidas contribui muito fortemente para reduzir a eficiência da selecção experimental e da selecção natural ou até para as anular.

Meios genéticos de protecção contra doenças

Nos ecossistemas naturais há, geralmente, um equilíbrio biológico dinâmico (ver também Cap. 2) em que não se verificam epidemias, pois os patógenos presentes infectam apenas plantas isoladas.

A introdução de novas cultivares nos ecossistemas agrários, ou condições de ambiente excepcionalmente favoráveis aos patógenos, ou

ambas, podem levar a que uma doença, presente em dada região, disperse e aumente muito de gravidade, temporariamente, constituindo epidemia.

Como podem comportar-se as cultivares em que foram introduzidos genes de resistência? Que *tipos de resistência* existem?

Em relação aos fungos, tem de se considerar a variação do comportamento do hospedeiro e do patógeno e as suas interações. Resistência e susceptibilidade dependem de ambos, isto é, do hospedeiro e sua constituição genética e do patógeno e suas características de virulência, condicionadas também pelos seus genes. Geralmente a mesma espécie de patógeno apresenta diversos graus de patogenicidade ou virulência, ou seja, apresenta diversas raças ou patótipos.

Browning *et al.* (1977) empregam vários termos que se correspondem, ou se opõem em grande parte, embora não totalmente, relativos ao conceito de resistência. Referem-se (Quadro 3.17) apenas os mais correntemente usados e que mais se correspondem e opõem. Alguns termos dizem respeito à constituição genética, como, por exemplo, *resistência monogénica*, opondo-se a *resistência poligénica*; outras designações correspondem à função, como resistência específica, opondo-se a resistência geral ou resistência não específica.

QUADRO 3.17 — *Designações de resistência.*

Resistência específica	Resistência geral (Resistência não específica)
Resistência vertical	Resistência horizontal
Resistência monogénica (ou oligogénica)	Resistência poligénica
Resistência de alelos múltiplos	Resistência de genes múltiplos
Resistência qualitativa	Resistência quantitativa
Resistência discriminatória	Resistência retardante

A *resistência específica* manifesta-se em relação a alguns biótipos, patótipos ou raças, mas não em relação a outros do mesmo patógeno. Portanto, um hospedeiro tem resistência específica, ou *susceptibilidade específica*, se se manifesta interação diferencial ou discriminada entre os genótipos do hospedeiro e do patógeno. Na *resistência geral*, ou *susceptibilidade geral*, essa diferenciação não é conhecida; a resistência manifesta-se em relação a maior número de biótipos de dado patógeno, mas não se pode dizer em relação a todos, quando muito a todos os patótipos, experimentados ou conhecidos.

A *tolerância* também pode ser específica ou geral, mas distingue-se por o hospedeiro ser menos prejudicado pela infecção, embora possa apresentar sintomas aparentemente semelhantes aos dos hospedeiros susceptíveis.

Os conceitos epidemiológicos referem-se às populações de hospedeiros e de patógenos e, assim, a população do hospedeiro tem *resistência discriminatória* ou *susceptibilidade discriminatória* se, perante as populações do patógeno, discrimina ou trata diferentemente as suas diversas estirpes, acolhendo ou rejeitando componentes da população do patógeno e impedindo a epidemia ou, pelo menos, condicionando as suas características.

Se a população do hospedeiro apresenta *resistência retardante* atrasa o ritmo de desenvolvimento da população dos patógenos e, portanto, reduz o inóculo disponível e retarda a epidemia.

Estes comportamentos estão, evidentemente, ligados à constituição genética das populações do hospedeiro e do patógeno; as designações, porém, têm o interesse de chamar a atenção para aspectos fundamentais da constituição das populações no desenvolvimento das epidemias.

Segundo a interpretação de Flor (1942, 1971), o «âmbito da patogenicidade de uma raça fisiológica é determinado por factores genéticos específicos para cada factor de resistência do hospedeiro». Este conceito veio a ser sintetizado pelo mesmo autor na sua hipótese gene-a-gene, em que considera que, ao longo da evolução, hospedeiro e parasita criaram sistemas de genes complementares: «para cada gene que condiciona a reacção no hospedeiro há um gene específico que condiciona a patogenicidade do parasita».

Além dos trabalhos de Flor (1942), com o linho e a respectiva ferrugem (*Melampsora lini*), numerosos outros trabalhos sugerem ou demonstram esta relação (Day, 1974), sobretudo em cereais e ferrugens (*Puccinia* spp.), oídios (*Erysiphe* spp.) e cáries (*Tilletia* spp.); em cafeeiro e a respectiva ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (Wagner & Bettencourt, 1967) e, ainda, em batateira e o míldio (*Phytophthora infestans*); em macieira e o pedrado-da-macieira (*Venturia inaequalis*) ou em patógenos de outros grupos como nemátodos (*Heterodera rostochiensis*) e batateira; em bactérias, como *Xanthomonas malvacearum* e algodão; em vírus, como vírus-do-mosaico-do-tabaco e tabaco, vírus-X-da-batateira e batateira; e, até em espermatófitas parasitas, como orobanca (*Orobancha* spp.) e girassol; e em insectos, como a mosca-de-Hesse e trigo.

Se um patógeno com um só alelo de virulência para dada cultivar é também avirulento para outras cultivares, por causa desse mesmo alelo, então todas as cultivares têm um gene comum de resistência.

Quando há muita informação relativa a numerosas cultivares do hospedeiro e a numerosas raças do patogénio podem, por computorização, estabelecer-se as homologias genéticas.

A interacção gene-a-gene, ou seja, a possibilidade de «resposta» do patogénio à resistência do hospedeiro com formas mais virulentas, veio pôr em evidência o risco do uso, pela agricultura, de elevado grau de uniformidade genética nas populações dos hospedeiros. A nova linha mais virulenta do patogénio, à qual é susceptível a cultivar geneticamente uniforme, ou monolínea, até então resistente às formas existentes do patogénio, pode desencadear uma epidemia catastrófica. De facto, epidemias catastróficas podem resultar do uso em agricultura de elevado grau de uniformidade genética nas populações dos hospedeiros.

Daí o uso de *cultivares multilíneas* estar a ser adoptado em vez do uso de *cultivares monolíneas*. Com efeito, a probabilidade do inóculo atingir a cultivar susceptível é diminuída e, conseqüentemente, a população actua com resistência retardante. Assim, usando resistência específica e, portanto, epidemiologicamente resistência discriminatória, mas diversa para as várias linhas usadas, tem-se como resultado as vantagens da resistência retardante.

Como exemplo, vai-se referir o melhoramento na macieira, em França.

Todas as macieiras cultivadas (*Malus pumilla*), mesmo as cultivares recentes, são susceptíveis aos inimigos, embora haja diferenças, conforme se pode verificar pelos resultados obtidos (Quadro 3.18) nas Estações do Instituto Nacional de Investigação Agronómica de Angers e Bordéus, nas condições dessas regiões em relação a *V. inaequalis* e a *Podosphaera leucotricha* (Lespinnasse *et al.* 1976).

No melhoramento da resistência a *V. inaequalis* usaram-se, numa primeira fase, como progenitores, outras espécies do género *Malus* com resistência específica, monogénica e dominante. Depois de diversos cruzamentos directos e retrógrados, conseguiram-se algumas linhas promissoras, a partir de *M. floribunda* com o gene de resistência designado por Vf. Dado o risco do patogénio vir a apresentar novas formas, a que essas novas cultivares não sejam resistentes e que poderão causar epidemias catastróficas quando presentes em grandes extensões, procura-se associar outras fontes de resistência. Assim, à resistência específica resultante do gene Vf, procura-se associar resistência poligénica, proveniente de diversos genes de resistência de antigas cultivares europeias. Deste modo, obtém-se resistência discriminatória e retardante.

Através desta actividade de melhoramento pode esperar-se conseguir cultivares resistentes que dispensem tratamentos, ou apenas os

QUADRO 3.18 — *Comportamento das macieiras em relação ao pedrado (Venturia inaequalis) e ao oídio (Podosphaera leucotricha) (observações nas Estações de Angers e Bordéus) (Lespinasse et al., 1979).*

	Reacção	Pedrado	Oídio
Cultivares anteriores a 1930	Pouco sensível	Reinette Clochard	Reinette Clochard Reinette du Mans
	Moderadamente sensível	Reine des Reinettes Reinette du Mans Belle de Boskoop Jonathan Granny Smith	Reine des Reinettes Reinettes Blanché e Grise du Canada Winesap
	Sensível	Golden Delicious Cox's Orange Pippin Newton Pippin Stayman's Winesap Winesap Reinettes Blanche e Grise du Canada	Golden Delicious Cox's Orange Pippin Newton Pippin Stayman's Winesap Mc Intosh Belle de Boskoop Delicious (tipo comum): • Richared Delicious • Starking Delicious
	Muito sensível	Mc Intosh Delicious (tipo comum): • Richared Delicious • Starking Delicious	Jonathan Granny Smith
Cultivares posteriores a 1930	Moderadamente sensível	Tydemans Early Worcester Akane	Charden Delcorf Estiva Spartan Delicious (tipo spur): • Redspur • Starkrimson • Wellspur
	Sensível	Melrose Jerseymac Charden Delcorf Estiva Idared Spartan	Melrose Jerseymac Akane Mutsu Tydemans Early Worcester
	Muito sensível	Mutsu Delicious (tipo spur): • Redspur • Starkrimson • Wellspur	Idared

neecessitem em condições de ambiente excepcionalmente favoráveis à actividade do patógeno.

Em relação ao pedrado já estão comercializadas algumas cultivares em vários países, nomeadamente em França (Quadro 3.19). Certamente haveria interesse em verificar o seu comportamento nas condições portuguesas.

QUADRO 3.19 — *Cultivares de macieira com resistência ao pedrado* (*Venturia inaequalis*). (Adaptado de Lespinnasse et al., 1976).

Cultivar	Gene de resistência	País de origem
Prima (1970) *	Vf	EUA
Priscilla (1972)	Vf	EUA
Sir Prize (1975)	Vf	EUA
Liberty (1978)	Vf	EUA
Jonafree (1979)	Vf	EUA
Mac Free (1974)	Vf	Canadá
Nova Easygro (1975)	Vr	Canadá
Priam (1974) *	Vf	França
Florina (1977) * (=Quérina)	Vf	França
Gavin (1977)	Vf	Inglaterra

* Comercializadas em França

Meios genéticos de protecção contra pragas

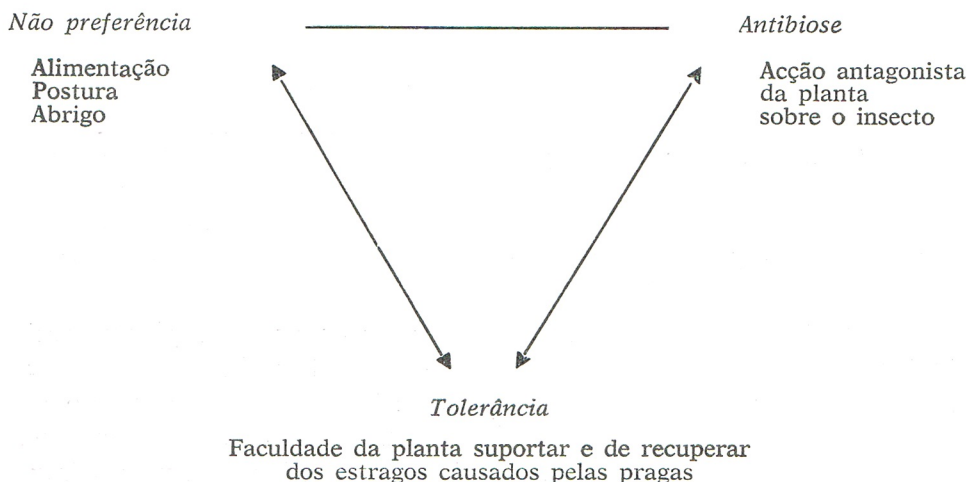
A protecção das culturas contra pragas pelo uso de plantas resistentes foi bem posta em evidência após a introdução da filoxera (*Viteus vitifolii*) na Europa, no fim do século XIX. A destruição das videiras pela filoxera levou, inicialmente, a supor impossível continuar a cultura da vinha em Portugal e até em toda a Europa, mas a introdução de porta-enxertos de videiras americanas resistentes à filoxera viabilizou de novo a cultura.

A resistência das plantas às pragas pode definir-se como uma característica hereditária relativa à ausência de prejuízos ou a prejuízos menores, perante as agressões desses inimigos. Na prática, o termo resistência aplica-se a cultivares de uma espécie vegetal dotada da capacidade de produzir colheitas mais abundantes para o mesmo grau de infestação e, sempre que possível, de tão boa ou melhor qualidade do que as cultivares comuns. Uma cultivar é dita *immune* quando não é consumida por insectos.

Três mecanismos fundamentais podem ser responsáveis pelas manifestações dos fenómenos de resistência das plantas aos insectos (Quadro 3.20):

- *preferência* ou *não preferência*, manifestada por um insecto para a planta hospedeira, seja para postura, abrigo ou alimentação, devido a cor, cheiro atractivo ou repulsivo, textura epidérmica, etc.;
- *antibiose*, devida às propriedades fisiológicas da planta e à sua incidência sobre o desenvolvimento de um insecto, pela redução da fecundidade, aumento da taxa de mortalidade, modificação do ciclo evolutivo, etc.;
- *tolerância*, ligada ao poder de regeneração dos tecidos em seguida à acção de um insecto.

QUADRO 3.20 — *Mecanismos de resistência das plantas aos insectos (Painter, 1958).*



A resistência de uma cultivar está ligada ou a um destes mecanismos ou à conjugação de dois deles ou dos três.

Nalgumas pragas surgem, tal como para os patogénios, novas formas — biótipos ou patótipos — capazes de se desenvolverem nas linhas até então resistentes do hospedeiro.

É bem conhecido o caso da mosca-de-Hesse no trigo. O programa de melhoramento para a protecção contra esta praga iniciou-se, nos EUA, ao verificarem que as larvas da mosca-de-Hesse de dada origem

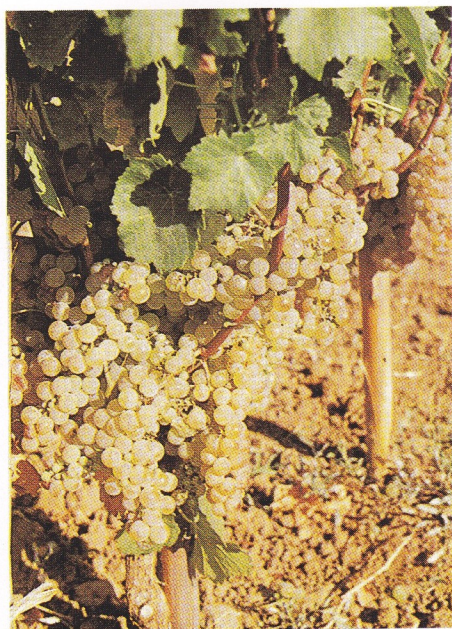


Fig. 3.52 — Videira (clone c. 27 Jaen ×
× Azal branco) resistente ao míldio
(*Plasmopara viticola*)



Fig. 3.53 — Batateiras resistentes e susceptíveis ao míldio (*Phytophthora infestans*)

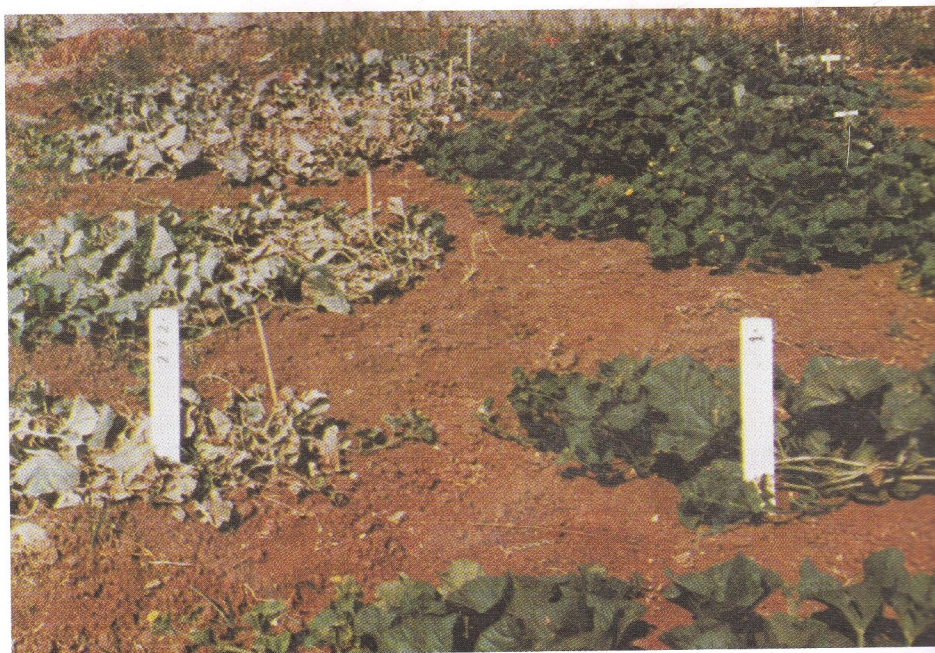


Fig. 3.54 — Meloeiros resistentes e susceptíveis ao oídio (*Erysiphe cichoracearum* e *Spaerotheca fuliginea*)



Fig. 3.55 — Cafeeiros resistentes e susceptíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*)

não se desenvolviam nos trigos moles e levou à obtenção de 26 cultivares resistentes.

O adulto põe os ovos em plântulas de trigo, em filas, à superfície das folhas, nas depressões entre as nervuras. As larvas deslocam-se para dentro da base da bainha foliar onde se alimentam. Supõe-se que segregam enzimas e outras substâncias que injectam no hospedeiro e aí se difundem. Se a plântula é susceptível, as folhas enegrecem sem se desenvolverem mais e não se formam novas folhas. Nas plântulas resistentes pode haver inicialmente atraso no crescimento mas recuperam e mantêm a cor habitual. As larvas geralmente morrem; algumas podem sobreviver, mas mantêm-se pequenas. Os adultos põem ovos indistintamente nas plântulas resistentes e susceptíveis.

Nos descendentes dum casal de mosca-de-Hesse pode haver segregação e alguns descendentes apresentam-se agressivos para as plântulas resistentes. Segundo Day (1974), eram conhecidas, em 1972, oito raças desta praga em relação à sua agressividade nos trigos. Destes, a cultivar 'Turkey' é susceptível a todas, a cultivar 'Ribeiro' é resistente a todas, e as cultivares 'Seneca', 'Monon', e 'Knox 62' apresentam indiferentemente resistência a uma ou outra raça.

A resistência do trigo à mosca-de-Hesse é um caso bem estudado (Hatchett & Gallun, 1970), entre os maís recentes, de resistência das plantas a uma praga e que põe em evidência a sua aplicabilidade.

Também nos nemátodos se conhecem vários patótipos, como se verifica com o nemátodo-dourado (*Globodera rostochiensis*).

Os meios de luta genética em Portugal

O melhoramento de fruteiras tem feito parte da actividade do Centro Nacional de Estudo e de Fomento da Fruticultura (actual Estação Nacional de Fruticultura de Vieira Natividade), em Alcobaça, e da iniciativa do seu fundador, J. Vieira Natividade, mas não foi considerado em particular o aspecto da resistência tanto a pragas como a doenças. O mesmo se tem verificado com o melhoramento dos cereais levado a cabo na Estação de Melhoramento de Plantas, em Elvas. Normalmente, porém, esses melhoradores seleccionam as linhas que, nos ensaios de campo, manifestam maior resistência a algumas pragas e doenças.

Propriamente no que respeita a melhoramento para resistência a pragas há apenas um projecto em início no Núcleo de Melhoramento do Milho, em Braga, sobre resistência a *Sesamia nonagrioides* e *Ostrinia nubilalis* no milho.

Em relação aos patógenos realizaram-se ou estão em curso, na Estação Agronómica Nacional, para diversas culturas, alguns projectos de selecção e também de melhoramento por hibridação para introdução de genes de resistência a:

- *Plasmopara viticola*, em videira (Fig. 3.52) (Coutinho, 1981);
- *Puccinia recondita*, em trigo (Freitas, 1968, 1972);
- *Phytophthora infestans*, em batateira (Fig. 3.53) (Loureiro, 1966, 1968);
- *Uromyces appendiculatus*, em feijoeiro (Freitas, 1980);
- *Erysiphe cichoracearum* e *Sphaerotheca fuliginea*, em meloeiro (Fig. 3.54) (Sequeira & Mota, 1972, 1977, 1980);
- *Uromyces trifolium-repentis*, em trevo-da-Pérsia (Costa & Almeida, 1980).

São de destacar os resultados obtidos em videira, estando já em cultura, na Ilha da Madeira e em países da América do Sul, linhas resistentes ao míldio (Coutinho, 1981). Está em multiplicação o meloeiro 'RO-1' com resistência poligénica ao oídio.

As linhas de batateira com resistência poligénica retardante ao míldio estão a ser ensaiadas nos Açores.

As linhas de trigo com resistência à ferrugem-castanha foram entregues na Estação Nacional de Melhoramento de Plantas para estudo das características apropriadas para melhoramento geral e sua utilização.

No que respeita a culturas tropicais, são de considerável interesse os resultados obtidos no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, relativos à introdução de resistência à ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix*). Têm tido grande acolhimento nos países produtores de café as cultivares resistentes obtidas, como a cultivar 'Catimor' resistente a todas as raças de ferrugem e com boas características de produtividade, idênticas às das cultivares tradicionais (Fig. 3.55) (Bettencourt *et al.*, 1979).

Bibliografia

- BETTENCOURT, A. J., LOPES, J. & GODINHO, I. L. (1979). Transferência de factores de resistência à *Hemileia vastatrix* Berk & Br. do Híbrido de Timor para a cultivar Caturra Vermelho de *Coffea arabica* L. *Garcia de Orta, Ser. Est. Agron.* 6: 11-18, Lisboa.
- BROWNING, A., SIMONS, M. D. & TORRES, E. (1977). Managing host genes: epidemiologic and genetic concepts. In HORSFALL, J. G. & COWLING, E. B. (Ed.) (1977). *Plant Disease*, 1: 191-212, Acad. Press, N. Jersey.

- COSTA, A. B. & ALMEIDA, J. R. M. (1980). A resistência à ferrugem no trevo-da-Pérsia. *I Cong. port. Fitiat. Fitofarm., Lisboa, Dez. 1980*
- COUTINHO, M. P. (1981). *Melhoramento da videira para resistência ao míldio.* (Comunicação oral).
- DAY, P. R. (1974). *Genetics of hostparasite interaction.* Freeman & C., S. Francisco.
- DAY, P. R. (1977). The genetic basis of epidemics. In HORSFALL, J. G. & COWLING, E. B. (Ed.) (1977). *Plant Disease*, 2: 263-285, Acad. Press, N. York.
- FLOR, H. H. (1942). Inheritance of pathogenicity in *Melampsora lini*. *Phytopathology*, 32: 653-669.
- FLOR, H. H. (1971). Current status of gene-for-gene concept. *A. Rev. Phytopath.*, 9: 275-296.
- FREITAS, A. C. (1968). *Puccinia recondita* Rob. V. Seleccção de fontes de resistência em trigo. *Agronomia lusit.*, 29: 165-202.
- FREITAS, A. C. & FREITAS, L. (1972). *Puccinia recondita* Rob. VIII. Genes for pathogenicity in some Portuguese cultures. *Actas III Congr. Un. fitopat. medit., Oeiras, 22-28 Out. 1972*: 501-506.
- FREITAS, L. (1980). Resistência à ferrugem em cultivares portuguesas de feijão. *I Congr. port. Fitiat. Fitofarm., Lisboa, Dez. 1980.*
- HAGBERG, A. (1979). The importance and the use of disease resistant cultivated plants in integrated disease control. *Proc. Symp. int. OILB/SROP Lutte intégrée agric. forêt, Wien, 8-12 Oct. 1979*: 121-126.
- HATCHETT, J. H. & GALLUN, R. L. (1970). Genetics of the ability of the Hessian fly, *Mayetiola destructor* to survive on wheats having different genes for resistance. *Ann. ent. Soc. Amer.*, 63: 1400-1407.
- HUET, J. (1979). L'amélioration des espèces fruitières en France. *Eucarpia, Fruit Sect. Symp. Tree Fruit Breeding, Angers, 3-7 Sept. 1979*: 3-14. (Ed. INRA), Angers.
- LESPINASSE, Y., MILAIRE, H. G. & DECOURTYE, L. (1976). L'amélioration du pommier pour la resistance aux champignons parasites et aux arthropodes nuisibles. *Bull. tech. Inf.*, 306: 17-34.
- LESPINASSE, Y., OLIVIER, J. M. & GODICHEAU, M. (1979). Études entreprises dans le cadre de la résistance à la tavelure du pommier. *Eucarpia, Fruit Sect. Symp. Tree Fruit Breeding, Angers, 3-7 Sept. 1979*: 97-110.
- LOUREIRO, S. M. (1966). Estudo do míldio da batateira. *Agronomia lusit.*, 25: 105-113.
- LOUREIRO, S. M. (1968). Melhoramento da batateira para a resistência ao míldio *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary I. Raças fisiológicas em batateira no Continente Português e variação natural da composição genética das populações. *Agronomia lusit.*, 30: 43-58.
- PAINTER, R. H. (1958). Resistance of plants to insects. *A. Rev. Ent.*, 3: 267-290.
- RODRIGUES Jr., C. J. (1980). *Mecanismos de resistência das plantas aos agentes patogénicos.* JICU, Lisboa.
- RODRIGUES Jr., C. J., BETTENCOURT, A. J. & RIJO, L. (1975). Races of the pathogen and resistance to coffee rust. *A. Rev. Phytopath.*, 13: 49-70.
- SEQUEIRA, M. & MOTA, M. (1972). Breeding melon for resistance to powdery mildew. *Actas III Congr. Un. fitopat. medit., Oeiras, 22-28 Out. 1972*: 521-528.
- SEQUEIRA, M. & MOTTA, M. (1977). «Tendral RO1» a new powdery mildew resistant melon cultivar. *Eucarpia meet. Breeding Cucumbers Melons. Bratislava, Jul. 19-23. 1977.*

- SEQUEIRA, M. & MOTA, M. (1980). Introdução de resistência ao oídio em melão Tendral e Oegen. *I Congr. port. Fitiat. Fitofarm., Lisboa, 15-19 Dez. 1980.*
- WAGNER, M. N. & BETTENCOURT, A. J. (1967). Genetic study of the resistance of *Coffea* spp. to leaf rust. I. Identification and behaviour of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. *Can. J. Bot.*, 45: 2021-2031.

3.4.5 — Os meios de luta cultural

Os meios de luta cultural estão para a saúde das plantas como a higiene e a nutrição estão para a saúde do homem. Não são tudo mas são parte muito importante.

Para que uma planta se possa considerar em boas condições de saúde é necessário que toda a sua capacidade genética seja exercida da forma que lhe é mais favorável. Deste modo, todas as alterações resultantes de deficiências da cultura que modifiquem essas condições, contribuem para desequilíbrios que podem conduzir a doenças e favorecer a acção das pragas. Desta forma, as medidas culturais são elemento essencial do conceito da protecção integrada.

Pretende-se, apenas, nestas notas sobre meios culturais (Quadro 3.21), chamar a atenção para a sua importância, pois mais do que indicações gerais, são fundamentais as que se devem ter em conta para cada cultura. Isso deve ser estudado no local em que se vai desenvolver a cultura e de acordo com as condições do solo e ambiente e considerando os inimigos presentes.

As *doenças abióticas* são, por assim dizer, unicamente resultantes de más técnicas culturais, com exclusão das que têm origem em alterações climáticas acidentais (vento, calor, granizo, faíscas, etc.), aqui não consideradas.

As doenças abióticas de maior importância são as causadas por *má nutrição*, tanto por excesso como por deficiência de nutrientes, também designadas por *doenças fisiológicas*. Frequentemente está na sua origem quer o gradual empobrecimento do solo por culturas contínuas sem uma adequada compensação com fertilizantes, quer a aplicação destes sem análise prévia do solo que permita avaliar as suas necessidades em macro e micronutrientes.

Fertilizações não racionais podem causar grandes perturbações e conduzir ao não aproveitamento de alguns nutrientes existentes no solo, como é o caso das deficiências de molibdénio resultantes do excesso de sulfato de amónio. O excesso raramente beneficia.

Doenças abióticas podem também resultar de má capacidade hídrica do solo, por *má drenagem* ou outras causas que possam conduzir à asfixia radicular, por exemplo.

- SEQUEIRA, M. & MOTA, M. (1980). Introdução de resistência ao oídio em melão Tendral e Oegen. *I Congr. port. Fitiat. Fitofarm., Lisboa, 15-19 Dez. 1980.*
- WAGNER, M. N. & BETTENCOURT, A. J. (1967). Genetic study of the resistance of *Coffea* spp. to leaf rust. I. Identification and behaviour of four factors conditioning disease reaction in *Coffea arabica* to twelve physiologic races of *Hemileia vastatrix*. *Can. J. Bot.*, 45: 2021-2031.

3.4.5 — Os meios de luta cultural

Os meios de luta cultural estão para a saúde das plantas como a higiene e a nutrição estão para a saúde do homem. Não são tudo mas são parte muito importante.

Para que uma planta se possa considerar em boas condições de saúde é necessário que toda a sua capacidade genética seja exercida da forma que lhe é mais favorável. Deste modo, todas as alterações resultantes de deficiências da cultura que modifiquem essas condições, contribuem para desequilíbrios que podem conduzir a doenças e favorecer a acção das pragas. Desta forma, as medidas culturais são elemento essencial do conceito da protecção integrada.

Pretende-se, apenas, nestas notas sobre meios culturais (Quadro 3.21), chamar a atenção para a sua importância, pois mais do que indicações gerais, são fundamentais as que se devem ter em conta para cada cultura. Isso deve ser estudado no local em que se vai desenvolver a cultura e de acordo com as condições do solo e ambiente e considerando os inimigos presentes.

As *doenças abióticas* são, por assim dizer, unicamente resultantes de más técnicas culturais, com exclusão das que têm origem em alterações climáticas acidentais (vento, calor, granizo, faíscas, etc.), aqui não consideradas.

As doenças abióticas de maior importância são as causadas por *má nutrição*, tanto por excesso como por deficiência de nutrientes, também designadas por *doenças fisiológicas*. Frequentemente está na sua origem quer o gradual empobrecimento do solo por culturas contínuas sem uma adequada compensação com fertilizantes, quer a aplicação destes sem análise prévia do solo que permita avaliar as suas necessidades em macro e micronutrientes.

Fertilizações não racionais podem causar grandes perturbações e conduzir ao não aproveitamento de alguns nutrientes existentes no solo, como é o caso das deficiências de molibdénio resultantes do excesso de sulfato de amónio. O excesso raramente beneficia.

Doenças abióticas podem também resultar de má capacidade hídrica do solo, por *má drenagem* ou outras causas que possam conduzir à asfixia radicular, por exemplo.

MEDIDAS DIRECTAS (tendentes à destruição ou afastamento do inimigo)

- Por acção mecânica
 - eliminação de focos de doenças, de pragas ou de infestantes
 - destruição de restos de culturas infectadas (milho com fungão, batateira com vírus) ou infestadas (broca-do-milho)
 - eliminação de plantas hospedeiras (reservatórios de vírus, focos de multiplicação de pragas, hospedeiros alternantes de ferrugens)
 - eliminação de infestantes por monda manual ou mecânica
 - armadilhas contra roedores; redes contra aves
- Por acção do calor
 - termoterapia para diminuição de vírus por meio de ar quente (morangueiro) e água quente (cana-de-açúcar, fruteiras e videira)
 - solarização em solo humedecido e coberto de plástico fino (eliminação de diversos fungos do solo, nemátodos e orobancas)
- Por acção sonora
 - para afastamento de aves (ruídos artificiais ou reprodução de sons naturais de aflição da ave a afugentar)

MEDIDAS INDIRECTAS (tendentes ao bom desenvolvimento da cultura ou à fuga ao inimigo)

- Selecção da espécie e cultivar
 - Rotações
 - Consociações
 - Adaptação do solo à cultura
 - Preparação e trabalho do solo
 - armação do terreno
 - mobilizações do solo
 - Fertilização do solo
 - correctivos
 - sideração
 - estrumação
 - adubação mineral
 - Sementeiras e plantações
 - escolha das cultivares: boa produção, resistência às doenças e pragas
 - uso de sementes limpas e de preferência certificadas e de propágulos isentos de doenças e pragas
 - profundidade, densidade e compassos
 - épocas
 - Amanhos e grangeios
 - combate às infestantes
 - amontoa, desbaste, despona, desfolha e poda
 - cobertura do solo
 - Rega
 - técnicas
 - controlo da necessidade de rega
 - épocas de rega
 - Colheita
 - época
 - técnicas
-