

# La protecció dels vegetals des de l'angle de la recerca

JOAN-PERE VILA HORS

Professor de Fitopatologia de l'Escola  
Universitària d'Enginyeria Tècnica  
Agrícola de Barcelona

Excel·lentíssim Sr., Sres. i Srs. alumnes:

La direcció de l'Escola m'ha encarregat amb motiu de l'obertura oficial del curs acadèmic 1980-81 desenvolupar la lliçó inaugural.

El tema que tractaré és: *La protecció dels vegetals des de l'angle de la recerca.*

La investigació per tal d'ésser efectiva s'ha de recolzar sobre objectius concrets i ben definits, i evitar que sigui afectada per estats emocionals o demagògics.

Crec que molts dels aquí presents estaran d'acord amb mi que la investigació destinada a la protecció dels vegetals ha de tenir com objectiu fonamental el de contribuir a assegurar i augmentar la producció dels conreus per tal que la humanitat pugui alimentar-se adequadament i correctament tant en qualitat com en quantitat.

L'evolució demogràfica del planeta Terra força a augmentar el rendiment agrícola per unitat de superfície.

Si tenim en compte l'evolució de la població mundial, que l'any 1800 era de 750 milions, el 1975 de 4.000 milions i per a l'any 2000 són 6.500 milions els que s'esperen, queda clara la necessitat d'augmentar el rendiment dels conreus, ja

que la superfície conreable per cada habitant disminueix.

El 1830 es disposava de 14,8 ha. de superfície conreada per habitant i el 1974, 3,8 ha., o sigui que s'ha produït una reducció del 74 %.

Segons les darreres estimacions de la FAO uns 500 milions de sers humans, el 13 % de la població mundial, sofreixen fam, i uns 1.500 milions, el 37,5 per 100 de l'esmentada població, estan mal alimentats.

Veritablement els increments de collita en els últims 30 anys han estat certament notables en aquelles àrees on l'agricultura ha tingut accés a la tecnologia moderna incloent llavors híbrides, fertilitzants, mecanització i pesticides. A tall d'exemple podem esmentar les dades de la FAO sobre l'increment de collites d'arros des de 1950 a 1978, que ha estat en:

	%
Països industrialitzats . . . . .	90
Països de planificació centralitzada . . . . .	63
Països en desenvolupament . . . . .	33

i he esmentat aquest exemple perquè l'arros és encara la base alimentària d'aproximadament el 50 % de la població mundial.

Cal assenyalar que actualment prop dels 2/3 de la població mundial viu en països en vies de desenvolupament.

Per tal d'evitar que la situació mundial de disponibilitats d'aliments es degradi, la producció d'aliments hauria de créixer els propers vint anys un 35 % i per a poder-la millorar aquest creixement hauria d'ésser del 50 %, la qual cosa significaria que en els països en vies de desenvolupament hauria d'augmentar la producció d'aliments un 80 %.

Cal tenir en compte que l'augment de la superfície mundial de conreu és molt limitada, davant dels riscos catastròfics i irreversibles que significaria disminuir la superfície actual de boscos i selves. Per això, el camí més adequat és l'augment del rendiment per unitat de la superfície actualment conreada.

Si tenim en compte que les afeccions sobre els vegetals conreats produïdes per malalties, insectes i males herbes redueixen les collites en un 30 % i les destrueixen posteriorment en un 15 %, significa que la insuficient producció dels vegetals conreats, per aquestes causes, és pràcticament equivalent al dèficit d'ali-

ments en el món. Cal aclarir que aquesta situació existeix malgrat les accions actuals de protecció vegetal.

Si des d'ara deixéssim d'usar un dels mitjans de protecció més utilitzat com són els pesticides, que proporcionen protecció a una sèrie de conreus, les pèrdues podrien fàcilment doblar-se. El rendiment mitjà en cereals i farratges disminuiria en un 20 %, en la pomera en un 80 % i en el cotó en un 30%, només per esmentar alguns exemples.

Actualment es coneixen el voltant de 10.000 espècies d'insectes paràsits de vegetals conreats, dels quals uns 100 són d'importància greu, i unes 10.000 espècies microscòpiques produeixen malalties infeccioses en els principals conreus. Hi hem d'afegir malalties no infeccioses causades per condicionaments de nutrició i ambientals. No esmentaré els vegetals superiors paràsits ni tampoc els danys causats per altres espècies animals a part dels insectes.

Aquestes pinzellades bàsiques emmarquen clarament la necessitat de la investigació d'urgència, pragmàtica, tant en el sector científic com en el tècnic, de la protecció dels vegetals.

## 1. EVOLUCIÓ HISTÒRICA DE LA INVESTIGACIÓ EN EL SECTOR

Les millores aconseguïdes en el camp de la protecció dels vegetals, han contribuït al benestar de gran part del gènere humà des de la prehistòria.

Es creu que fou en el període de la revolució neolítica del Pròxim Orient, fa uns 8.000 anys quan va iniciar-se l'agricultura amb el conreu de cereals en les muntanyes del nord de Mesopotàmia (actual Iraq). Fou llavors quan l'home realitzà el seu primer acte contra l'ecosistema natural i quan va començar a preocupar-se de la protecció dels conreus.

Des d'aleshores ençà s'ha anat produint una evolució en els coneixements i en els mitjans per a la protecció dels vegetals, malgrat que des del punt de vista científic, no pot parlar-se de tècniques eficaces i suficientment ajustades fins els

darrers 100 anys. Això demostra que l'evolució produïda ha estat molt lenta i ha seguit amb bastant retard l'evolució d'altres tècniques.

M'he permès dividir en 8 grans etapes l'evolució de la protecció dels vegetals:

*Etapa empírica o antiga* (des dels orígens de la civilització fins el segle XVII)

Es l'època de la utilització dels mètodes empírics:

— S'afirma que 2.500 anys a. J. C. els sumeris coneixien ja l'efecte acaricida i fungicida del S.

— En l'any 1700 a. J. C. apareixen les primeres dades documentals sobre el tema en els textos d'Hamurabi de Babilònia i es

troben indicacions sobre els *Ustilago sp.* dels vegetals i sobre mitjans de lluita contra males herbes i paràsits.

— L'any 1200 a. J. C. els xinesos havien descobert les propietats de la calç i la cendra contra paràsits en llocs tancats i empen insecticides vegetals pel tractar llavors.

— L'any 1000 a. J. C. Homer en els seus escrits alludeix al sofre com repellant de pestes.

— El 500 a. J. C. el Pentateuc parla de malalties de vegetals, plagues d'insectes i de les mesures aplicades pels israelites en temps de Moisès.

— El 375 a. J. C. Teofraste, pare de la botànica i alumne d'Aristòtil, en la seva obra *Sobre la causa de les plantes* descriu moltes malalties de vegetals coneguts: pansiments, podriments, rovells. (El seu professor ja havia comentat les malalties de les abelles).

— 200 a. J. C. els xinesos fan ús de l'arsènic com insecticida i empenen la lluita biològica perquè protegeixen les formigues de l'espècie *Oecophylla smaragdina* per tal de controlar els coleòpters barrinadors dels cítrics. És la primera cita que es coneix d'aquest mètode de protecció vegetal.

— El 76 a. J. C. Gaius Plinius II reconitza l'arsènic com insecticida sobre el vinyet en la seva *Naturalis historia* i fa referència a plagues i malalties d'arbres, cereals i ceps, enumerant una sèrie de mètodes de lluita. També tracta de les malalties de les abelles. Els romans propiciaren el déu Robigus, déu del rovell, en busca de solucions mítiques contra aquesta malaltia.

Després de les cites romanes transcorren segles sense trobar noves dades d'interès referents a les malalties i plagues dels conreus i la seva protecció. Durant el període medieval va existir una completa confusió sobre les causes de les afeccions de les plantes. Causes i protecció es movien entre les supersticions religioses i els mites. Conec una cita d'interès del 1335 en el qual les autoritats del

cantó de Zurich prenen mesures per a la protecció dels ocells insectívors.

### *Etapa autogenista* (segle XVII fins a 1800)

És en el Renaixement, amb el retorn a la natura, al món real i al clàssics grecs i llatins, i a partir del segle XVII quan en la bibliografia agrícola es comença a trobar una preocupació creixent pels danys produïts per fitoparàsits i fitopatògens i les seves conseqüències sobre la producció.

Autors com Coler (1600), Laurenbery (1630) Hesse (1690) escriuen les seves obres citant afeccions que atribueixen a les causes més diverses i estranyes.

En el 1678 Malpighi, fundador de l'anatomia vegetal, estudia l'anatomia de les agalles i descobreix la presència de fongs microscòpics damunt dels vegetals, però els considera efectes i no causa de malaltia, el mateix esdevé, durant l'època, amb la presència d'altres paràsits. Aquesta situació d'hipòtesis autogenistes s'allarga fins a principis del segle XIX. Això no obstant, durant l'etapa es produeixen fets d'interès transcendent.

— Aldrovandi (1602) cita el primer coneixement sobre hiperparasitisme. La sortida de larves paràsites d'*Apanteles glomeratus* de l'interior d'una eruga de *Pieris brassicae*.

— La Quintinye (1690) aplica la decocció del tabac per tal de combatre un pentatòmid en la perera. En aquesta època també s'empen arsenic i sulfat de coure per al tractament de llavors.

— Van Leeuwenhoek (1701) va descobrir un paràsit d'un tendredínid que viu damunt del salze. Fou el primer d'interpretar correctament el fenomen del parasitisme d'insectes. És la primera pedra de l'anomenada lluita biològica.

— El 1705 s'usa el clorur de mercuri com a conservador de la fusta.

— Entre 1700-1750 a finals del renaixement s'estudien les malalties del *Bombyx mori*.

— Madauve (1762) realitza la primera acció científica de lluita biològica. Introdueix *Acridoteres tristis* en l'illa Maurici per tal de controlar la llagosta vermella, *Nomadacris septemfasciata*. Els resultats poden considerar-se satisfactoris.

— Needham (1743) descobreix el primer nematode fitoparàsit, *Anguina tritici*.

— El 1771 es combaten les *Tilletia sp* amb sulfat de coure.

— El 1793 s'utilitza la pols de tabac com insecticida.

### *Etapa patogenista* (1800-1860).

S'inicia el desenvolupament de doctrines científiques.

Prevost (entre 1797-1807) fa un estudi de la *Tilletia tritici* (càries del blat) i estableix un mètode de lluita eficaç mitjançant el sulfat de coure. El seu èxit està basat en la relació causa-efecte i estableix la teoria de les malalties produïdes per fongs. De Bary (1853), pare de la fitopatologia vegetal, confirma les teories de Prevost. S'inicia l'especialitat tècnico-científica de la protecció dels vegetals amb els estudis micològics.

A partir d'aquí tots els estudis i descobriments comencen a prendre solidesa.

En l'etapa considerada, els fets més importants són:

— El 1800 se sap que en el Pròxim Orient s'usa el pelitre com insecticida.

— El 1814 s'estudien els efectes de la barreja del sofre + calç contra les càries dels cereals.

— Robertson (1824) identifica l'acció específica del S sobre l'oidium de la vinya.

— Kirby i Spencer (1826) publiquen la seva obra *An Introduction to Entomology*, en la qual s'inicien els fonaments biològics de l'entomopatologia.

— Bassi (1835), fundador de l'entomopatologia demostra experimentalment la naturalesa parasitària de la *Beauveria bassiana* sobre el *Bombyx mori*.

— El 1840 apareix l'«Insecticida Dalmata» a base de pelitre.

— El 1848 s'utilitza la rotenona com insecticida.

— Kühn (1858) publica el primer tractat de fitopatologia «Les malalties de les plantes conreades, llurs causes i llurs remeis».

### *Etapa biològica i utilitaria* (1860-1939)

Es caracteritza per l'explosió de la lluita biològica, l'ús predominant dels productes químics inorgànics i en menys proporció dels orgànics naturals: nicotina, pelitre rotenona. La darrera meitat del segle XIX fou predominantment descriptiva.

Els fets destacables són:

— El 1865, ús empíric de l'acetoarsenit de coure contra l'insecte *Leptinotarsa decemlineata*, que inicia la incorporació de la línia de fitosanitaris arseniacals. S'estén, al mateix temps que es divulga àmpliament, l'ús de sofre com fungicida.

— El 1873 s'inicia l'ús d'olis vegetals, querosé, sabons i afins com fitosanitaris.

— Bunill (1878) descobreix la primera malaltia bacteriana de les plantes. *Erwinia amylovora* sobre pomer i perera.

— El 1880 es fabriquen els primers aparells Vermorel com polvoritzadors de motxilla per a l'aplicació de fitosanitaris. S'inicien les primeres aplicacions del bisulfur de carboni com nematocida.

— El 1882 es descobreix accidentalment l'acció del brou bordelès (sulfat de coure+calç) sobre el míldiu de la vinya en les vinyes de Medoc. Millardet i Gayon de la Facultat de Ciències de Bordeus creen el brou bordelès (1883), que Prevost experimenta sistemàticament.

— Mayer (1885) identifica per primera vegada una virosi vegetal, el mosaic del tabac.

— Riley i Koebele (1888-9) desenvolupen el projecte *Icerya purchasi* (cotxinilla acanalada) sobre cítrics a Califòrnia.

nia. El coccinèl·lid vedalia depredador *Rodolia cardinalis* controla totalment el paràsit i de manera estrepitosa es desenvolupa arreu del món el mètode de control biològic en la protecció de vegetals.

— El 1892, l'aparició de l'arseniat de plom com insecticida.

— Bonnet (1896) recomana l'ús del sulfat de coure com herbicida.

— Rabaté (1897) proposa la utilització de l'àcid sulfúric com herbicida.

— Beijerinck (1898) concreta que la causa del mosaic del tabac és un virus.

— El 1902 hom descobreix l'efecte del brou sulfocàlcic (S + calç) en el control de *Venturia inaequalis* (clivellat o ronya de la pomera).

— El 1903 s'intenta la síntesi de la nicotina a França.

— Cordley (1908) recomana brou sulfocàlcic com fungicida.

— El 1912 descobriment dels efectes insecticides de l'arseniat de calç.

— El 1914, abans de la primera guerra mundial, se sintetitzen els compostos orgànics mercurials com fitosanitaris.

— El 1919 s'intenta l'ús de la cloropirina com nematocida.

— El 1920 el carbolineum s'utilitza com producte per aplicació hivernal sobre fruiters.

— El 1924 s'inicia la utilització dels olis minerals com insecticides d'estiu.

— El 1929 s'usen trampes atractives contra *Popillia japonica* (l'escarabat del Japó).

— El 1930 s'empren els colorants dinitre xantats, olis minerals i els derivats clorats del bencè com herbicides.

— Stahel (1931) descobreix el primer protozoo flagel·lat *Phytomonas leptosporum* sobre els arbres del cafè.

— El 1934 se sintetitza el ditiocarbamat d'àquil com fungicida.

— El 1935 s'utilitzen com a fitosanitaris la tiodifenilamina, el disulfur de carbó, paradiclor bencè i naftalè. Diclorur d'etilè, dibromur d'etilè, òxid d'etilè, bromur de metil com a fumigants del sòl. La fenotiacina com repellant de *Laspeyresia po-*

*monella*. Azobencè com a fumigant d'hivernacles. Derivats de dinitrofenol i de cresol, els primers també com a herbicides.

### Etapa química (1940-1952)

És l'eufòria de la «guerra química total». Amb els productes químics s'espera acabar amb la nocivitat dels fitoparàsits i els fitopàtogens. La recerca de mol·lecules d'acció fitosanitària és frenètica. El punt de sortida fou el descobriment per Müller (1939) de l'activitat insecticida del diclor-difenil-tricloretà (DDT) sintetitzat per primera vegada per Zeidler a Estrasburg el 1874. Malgrat que els químics americans descobreixen l'efecte insecticida del HCH el 1933 (sintetitzat per Faraday el 1825) la supremacia és del DDT. Aquest té menys toxicitat aguda i la seva mol·lecula és més estable. És l'arrencaament del grup químic dels organoclorats que es desenvolupa immediatament.

Durant aquesta època apareixen les següents classes químiques estructurals: 5 per a insecticides, 2 per a fungicides i 5 per a herbicides. En aquesta etapa es preconitza la tècnica de la cobertura total durant tot el període vegetatiu per tal de protegir el cultiu contra insectes i fongs. Després d'una quinzena d'anys d'aquestes pràctiques es constata que els insectes i els fongs continuen afectant els conreus i que l'onada de entusiasme químic no havia resolt tots els problemes de la protecció de vegetals.

L'ús de productes polivalents en llur acció, no selectius en llur efecte, amb un llarg poder remanent, fan aparèixer entre les espècies perjudicials, les línies resistents que suporten dosis triples, quàdruples, de vegades centuples i inclús la substància pura, de les correntment emprades. Sorgeixen resistències en cadena i resistències creuades.

Els insectes entomòfags són fortament afectats així com els polinitzadors. Apareixen poblacions insòlites de cotxinilles, pugons, tisanòpters, àcars, etc. i

es provoca un encadenament de necessitats de nous tractaments i productes.

Apareix la «crisi de creixement» de la lluita química en gran part per causa de l'oblit d'aquestes darreres dècades en la investigació fonamental, en profit de pràctiques aparentment més espectaculars amb l'esperança d'arribar més ràpidament a la solució dels problemes de protecció vegetal.

El domini de les línies d'investigació sortirà de mans exclusives dels químics per passar a les discussions en equip amb biòlegs, bioquímics i agrònoms.

Entretant s'han produït fets importants:

— El 1942 s'obté una varietat de blat resistent a la *Mayetiola destructor* (mosca de Hesse) seguit d'altres obtencions: alfals resistent al *Therioaphis maculata* (pugó tacat) i menes de blat de moro resistents a la *Ostrinia nubilalis* (barrinador del blat de moro).

— Es coneixen els resultats de les investigacions americanes sobre els atractius sexuals dels insectes. És la base pel desenvolupament d'atraients i repulsius.

#### *Etapla racionalista (1952-1965)*

Caracteritzada per la reconsideració dels mètodes d'ús dels productes químics i la possibilitat d'emprar altres mètodes substitutius d'aquests. Les dosis dels productes, els moments d'aplicació, han de realitzar-se d'acord amb els estats fenològics del conreu i el cicle dels seus enemics. El producte s'usarà en el moment necessari i en la quantitat necessària. L'estudi de cicles biològics es profunditza igual com l'alternança de productes i llur barreja per tal d'evitar que les resistències es desenvolupin o aconseguir que es retardin.

Durant l'etapa continua l'aparició de noves estructures molleculars de fitosanitaris: 5 per a insecticides, 7 per a fungicides i 8 per a herbicides. En aquesta etapa la dosi d'aplicació dels nous fito-

sanitaris, tant insecticides com fungicides disminueixen i com a conseqüència també es contribueix a disminuir la «sobrecàrrega de l'ambient amb agents químics».

Els nous fets científics i tècnics destacats que es produeixen durant l'etapa són:

— Hasset i Jenkins (1952) demostren que les radiacions emeses pel Co 60 són esterilitzants de mascles d'insectes sense produir pèrdua de l'apetència genèsica. Són conseqüència dels resultats de les investigacions dels efectes dels isotops radioactius sobre éssers vius.

— Bushland i Hopkins (1953) constaten els efectes esterilitzants dels raigs gamma del Co 60 sobre les pupes de mascles de la *Callitroga americana* (mosca del bestiar americà) i que aquest dípter té a més a més costums monògames.

— Knipling (1955) aplica el mètode «autocida» en l'illa de Curaçao en la lluita contra la *Callitroga americana*. Al cap de dos mesos la mosca havia quedat totalment erradicada.

— El 1958 apareix el primer bioinsecticida a base de les toxines del *Bacillus thuringiensis*, com a primer producte de protecció microbiològica. És la base del desenvolupament dels insecticides anomenats biològics.

— Butenandt (1959) aconsegeix d'aïllar i identificar la feromona del *Bombyx mori*.

— El 1960, obtenció del primer quimioesterilitzant d'insectes.

— La OMS (1960) publica la seva monografia «Resistència dels artròpods als insecticides» i estimula juntament amb la FAO la investigació sobre el tema.

— El 1962/63, aplicació del mètode autocida a l'illa de Rota a 40 milles de Guam (arxipèlag Hawai) contra *Dacus cucurbitae*. Tres mesos després desapareix la plaga. És el primer èxit espectacular del mètode en la protecció de vegetals.

— Raquel Carson (1962) publica la seva polèmica obra *Silent Spring* (Pri-



mavera silenciosa) que influeix a forçar la revisió dels mètodes de protecció química.

— El 1965 a USA es publica l'acta «*Restoring the Quality of our Environment*», base per al desenvolupament intensiu de la investigació sobre mètodes de protecció no química.

#### *Etapla integrista (1966 a 1975)*

La manera més clara de descriure l'època és llegint la definició donada per la FAO (1966) sobre el nou concepte de la protecció de vegetals: «La lluita fitosanitària integrada és un mètode que, tenint en compte els problemes específics de l'ambient i les variacions de la població parasitària, pren totes les mesures adequades i integrades per tal de mantenir els danys per sota del llindar acceptable sobre el pla econòmic».

En realitat no és gens revolucionari sinó la conclusió que cap dels mitjans disponibles per ell mateix assoleix l'objectiu. Cadascun d'ells per separat no dona resposta suficient. A més a més no és possible una autorregulació en el món vegetal dels monocultius extensius. La moderna protecció dels vegetals és la combinació adequada de totes les possibilitats juntes.

En aquesta etapa l'aparició de noves estructures químiques de fitosanitaris és la següent: 4 per a insecticides, 5 per a fungicides, 2 per a herbicides i 1 per a atraients, les feromones.

Les dosis d'aplicació dels insecticides van decreixer arribant a dosimetries de 100 gr/ha. i encara de l'ordre de 20 g/ha. amb els piretroids sintètics. Aquesta mateixa evolució es produeix amb els fungicides. Per exemple, en el control del mildiu del vinyet s'ha passat de desenes de quilogram a fracció de quilogram. Els herbicides en aquesta època segueixen la mateixa tendència. Va disminuint la sobrecàrrega del nostre ambient amb agents químics en el que concerneix als fitosanitaris.

Els fets importants de l'etapa són:

— Gruner (1966) proposa la classificació de quimioesterilitzants en tres grups: Agents d'alquilació o radiomimètics, Antimetabòlits, Compostos antimetabòlits diversos.

— Doi i els seus col·legues observen mycoplasmes en el floema dels vegetals.

— Diener (1971) descobreix els viroids en les patates.

— Windsor i Black (1972) observen rickettsias en els presseguers.

#### *Etapla ecologista (1975 i situació actual)*

Aquesta etapa considero que s'inicia amb les discussions que varen tenir a Moscó el 1975 durant el VIII Congrés Internacional de Protecció de Vegetals i es confirmà en el IX Congrés Internacional de Protecció de Vegetals celebrat a Washington el 1979.

En aquesta etapa es contempla el desenvolupament de la protecció integrada d'una manera més crítica des del punt de vista ecològic, perquè les alteracions ecològiques no solament es produeixen per l'aplicació de fitosanitaris, sinó que qualsevol manipulació estranya a l'ecosistema en produeix una d'alteració. La responsabilitat sobre el medi ambient ha de ser tinguda en compte des de tots els punts d'interferència de l'activitat agrícola.

La investigació ara treballa en l'examen de les accions que influeixen en un agrosistema amb equilibris biològics establerts i considerats avantatjosos. S'inclouen: les feines de conreu, la introducció d'espècies vegetals noves, els canvis de varietats, l'ús de fertilitzants i herbicides i les mesures de protecció dels vegetals, que influeixen en la dinàmica poblacional de tots els components vius del sistema.

Per tal d'establir i precisar els objectius de la investigació en el terreny de la protecció de les plantes és necessari un examen de la situació actual, en els diferents camps, dels diferents mitjans uti-

litzables. Els mitjans actuals disponibles per a la protecció de vegetals es poden classificar en 6 grups: mètodes culturals, mètodes biològics, mètodes genètics sobre les causes d'afecció, mètodes per selecció de vegetals conreables, mètodes físics i mètodes químics. En cadascun d'ells la investigació és activa.

Les possibilitats actuals dels mètodes emprats en la pràctica, en funció del que hem investigat fins ara, són les següents:

### *Mètodes culturals*

Comprenen principalment la programació d'operacions, la rotació de conreus, les feines mecàniques i la utilització de l'aigua. És el conjunt de mitjans de protecció de vegetals més antic, que implica l'alteració de l'hàbitat per tal de deixar-lo menys favorable a la supervivència i proliferació de les causes biòtiques primàries d'afecció.

Actualment poden manipular-se alguns paràmetres: dates de sembra o collita, moment per treballar el sòl, utilització de l'aigua, neteja de parcel·les, rotació i programació, conreus-parany, maneig de fertilització, poda, variacions en la preparació del sòl. Tots aquests temes estan molt vinculats amb l'assignatura de fitotècnia i és per això que no m'hi extenдрé, perquè no és disciplina pròpia. Els inconvenients d'aquests mètodes es presenten davant la dificultat d'aplicar-los correctament en llur aspecte tècnico-científic, davant de les causes biòtiques primàries que es desplacen ràpidament en els conreus o que tenen pauta migratòria, davant del perill d'interaccions negatives en l'ecosistema agrari i davant del cost de l'energia.

Actualment sobrepassen del centenar les accions culturals que poden emprar-se amb més o menys efectivitat especialment contra insectes. Rarament arriben a proporcionar un grau d'efectivitat suficient per a una agricultura d'alta producció, malgrat que representen un complement molt valiosos. La major part de ma-

lalties no poden ser combatudes per mitjans mecanoculturals. La destrucció de paràsits i males herbes per via mecànica és cara d'energia i no sempre es pot realitzar en el moment apropiat o desitjat.

### *Mètodes biològics*

Comprenen fonamentalment el control i regulació de poblacions naturals de les plagues pels seus enemics també naturals. És la utilització de l'antagonisme entre espècies per a la protecció dels vegetals. Actualment s'utilitza especialment contra insectes mitjançant: predadors, paràsits i patògens (virus i bacteries).

Altres mètodes de control considerats biològics, que difereixen fonamentalment dels estrictes principis filosòfics, biològics i ecològics, i sobre els quals actualment s'investiga són: obtenció de vegetals resistents a insectes, nemàtodes i malalties; lliberació de mascles estèrils en el camp o acció autocida; manipulació genètica (ús de gens letals i modificació de comportament); feromones i hormones del creixement i muda.

El mètode propiament biològic és utilitzat actualment per tal d'enfrontar-se a un cert nombre de problemes de control d'alguns insectes específics. Fins al 1970, del total de les espècies que s'ha provat de dominar, s'ha obtingut un 40 % de resultats sumant els d'efectivitat completa i els de resultats considerables. Si tenim en compte tots els enemics estudiats com a possibles controladors, l'èxit ha estat aproximadament del 25 %.

La recerca d'espècies antagoniques eficaçes és fins ara lenta i laboriosa. En els últims 70 anys, de més de 650 espècies estudiades, unes 100 han quedat establertes, però només unes vint són una ajuda autènticament eficaç per a la protecció de vegetals, això significa un èxit del 3 % d'aplicació efectiva.

La utilització de bacteries ha donat, fins ara, resultats molt reduïts. Pràcticament només s'utilitza el *Bacillus thuringiensis* amb valoracions més o menys dis-



parts. Els paràmetres ambientals tenen una gran incidència en els resultats. La utilització de virus dona bons resultats sobre larves d'algunes espècies de lepidòpters. Per al ús de bacteries i virus existeix una gran reserva —malgrat els que senyalen que no s'han observat infeccions en l'home ni mutacions perjudicials— per si poden produir-se canvis en l'especificitat de la seva entomofàgia de manera que augmentés el risc sobre insectes entomofags o sobre altres organismes vius. En els virus el risc de la pèrdua de llur especificitat és major i fins ara no se n'ha autoritzat l'ús considerant algunes relacions virus-càncer.

Els resultats han estat pràcticament tots sobre insectes, però són pocs i aïllats els exemples i intents de control de fitopatògens i de males herbes. Uns altres problemes per resoldre són la producció massiva del hiperparàsit en un mitjà artificial i la manera apropiada de distribució. Molts són sensibles als raigs ultraviolats solars i han de protegir-se de la llum del sol en realitzar-ne l'aplicació. L'EPA ha preparat un esborrany que conté 9 capítols i uns 200 apartats com directius per al estudi i autorització dels pesticides anomenats bio-racionals.

### *Obtenció de plantes resistents*

Fins ara l'obtenció d'una varietat o mena resistent a un determinat fitopatògen o fitoparàsit ha significat treballs d'investigació que oscil·len entre els 10-15 fins i tot 20 anys. El temps per a descobrir i desenrotllar un tret resistent és llarg, i també ho és per a introduir-lo en les diferents varietats d'un conreu.

Actualment la fitogenètica i la genètica quantitativa amb el procés d'anàlisi estadística i biomètrica, així com els estudis de variació i covariació permeten definir amb més facilitat els paràmetres apropiats per a l'obtenció d'una varietat resistent. Un aspecte significatiu és que fins ara no s'ha obtingut una varietat de vegetal conreat important que sigui ca-

paç de presentar resistència simultània a tots els principals enemics.

La recerca de vegetals resistents a llurs malalties i paràsits és actualment una de les principals branques de la investigació en protecció de vegetals. Per al control de fitopatògens el Departament d'Agricultura d'USA inverteix 5 vegades més d'esforços en la creació de varietats resistents que en el camí de les solucions químiques. Més del 75 % de la superfície de conreu en aquell país es realitza amb varietats resistents a una o varies malalties. Les varietats de mongeta conreades a USA són totes resistents a la *Phytophthora phaseoli* (mildiu pilós). Més del 90 % de les varietats de *Triticum durum* conreades en aquell país són resistents a la *Puccinia graminis* (rovell negre).

Actualment es coneixen resistències de vegetals per a més d'un centenar d'espècies d'insectes i actualment es desenvolupen estudis per a 60 més. Malgrat tot, la solució d'un problema en pot crear d'altres. Varietats obtingudes resistents a una determinada malaltia o insecte són més susceptibles a d'altres actuals i potencials. Un aspecte importantíssim és la permanència de la resistència obtinguda tenint en compte la capacitat d'adaptació dels fitopatògens i fitoparàsits, ja sigui per mutació, hibridació o selecció naturals.

S'obtingué una varietat de blat, la «Ceres», que fou resistent a la *Puccinia graminis* durant 10 anys i es tornà completament susceptible després del 1935 per causa de l'evolució en la virulència de la mena 56 del basidiomicet. Actualment hi ha conegudes més de 200 menes o biotipus diferents d'aquest fitopatògen.

La selecció pot convertir-se en un procés continu si considerem l'esmentada capacitat d'adaptació. Naturalment el procediment no té utilitat per al control de males herbes.

### *Acció autocida*

Després d'uns pocs èxits espectaculars amb la lliberació de mascles estèrils,

els resultats són prometedors per a dípters de fruiters, però desgraciadament les condicions apropiades ja siguin biològiques, econòmiques o ecològiques són poc freqüents per al seu ús efectiu. Després de vint anys d'intenses i costoses investigacions, el procediment d'esterilitat no sembla pràctic. El mateix Knipling, màxim propagador del mètode, ha dit que: «La tècnica d'esterilització no serà pràctica per a eliminar o controlar les poblacions establertes de la major part de les plagues d'insectes més perjudicials». El mètode és avantatjós si s'aconsegueix l'eradicació en poques generacions.

L'esterilització física de mascles per raigs gamma o X exigeix grans instal·lacions de cria i és per això que es troba amb grans dificultats. El mètode usat especialment amb èxit en els dípters de fruites subministrà bons controls durant alguns anys, però s'està observant que les estirps criades artificialment perden, al cap de generacions, la capacitat per a competir en camp obert amb les naturals. Els esterilitzants químics, que semblaven molt prometedors en el camp per llur efectivitat, presenten certs efectes secundaris poc satisfactoris per llur influència sobre la carcinogènesi. Mc Donal va dir, referint-se a ells: «que és important determinar quants gammes podien estar presents en els tars d'un dípter per tal de no contaminar el menjar on s'assolarà». A més a més en entrar novament en el camp de la química apareixen les resistències. Les dificultats del mètode no fan fàcil la seva utilització de moment.

### *Manipulació genètica*

Actualment s'investiga sobre gens letals i modificació del comportament. Els èxits fins ara han estat aïllats en el control d'insectes i sense resultats en lluita contra fitopatògens i males herbes.

La dificultat en el mètode consisteix en què una vegada obtinguts en el laboratori els trets genètics desitjats, no és fàcil incorporar el tret genètic a la po-

blació natural, de manera que no sigui rebutjat o eliminat. Teòricament és un mètode possible però fins ara no existeix una aplicació pràctica apropiada.

### *Feromones*

L'ús de substàncies atractius sexuals naturals dels insectes estan en fase de desenvolupament. Fins al moment els compostos obtinguts ja siguin feromones naturals o atractius de síntesi química, han estat bastant limitats. Les investigacions tant d'atracció com de confusió, han tingut poca efectivitat. Llur utilització més important és en l'actualitat llur ús com trampes esquer per tal de determinar els nivells de població d'insectes lepidòpters i dípters, així com per a la predicció d'infestacions.

### *Hormones i antimetabolits*

Situades entre els mètodes biològics i químics formen el que s'anomena insecticides de tercera generació.

Fonamentalment es treballa amb hormones juvenils o anàlegs i amb els seus antagonistes les acdisones —hormones de creixement i de muda—, dels insectes, que impedeixen el desenvolupament del cicle complet o l'acceleren desordenadament trencant els processos fisiològics normals. Fa uns 20 anys que s'està en assaigs experimentals o en investigació bàsica de les hormones morfogenètiques perquè llur camp sembla molt extens.

Bemson ja ha assenyalat la manera en que els insectes poden desenrotllar resistència a les hormones i s'ha arribat a la conclusió que tenen menys perspectives que les esperades. No s'ha pogut comprovar l'ús pràctic sobre una plaga en un agrosistema a causa de les interferències de les condicions ambientals.

En una situació semblant es troben els antimetabolits productors d'inetència. Les acdisones tenen una estructura química tan complicada que no es poden pro-

duir d'una manera econòmica i a més a més no actua si l'insecte no l'absorbeix amb el seu aliment. L'hormona juvenil pot obtenir-se amb relativa facilitat i actua per simple contacte però en la major part dels casos prolonga massa temps la fase d'alimentació sobre la planta afectada, amb els danys consegüents.

#### *Atraients i repulsius*

En la utilització de tropismes o tàxies, la investigació ha desenrotllat especialment les que actuen sobre els reflexos provocats per les olors sobre els insectes, especialment els relacionats amb l'alimentació i la supervivència de l'espècie. Els aspectes d'atracció o repulsió sobre els llocs de la posta estan essent estudiats. L'eficàcia actual s'obté aplicant-los en paranys esquer per tal de destruir els insectes amb un insecticida localitzat. De les substàncies actualment obtingudes són molt reduïdes les d'importància pràctica. Estan molt afectades per les condicions ambientals (concentració, horari d'aplicació) però poden ser emprades sobre una superfície clarament delimitada i reduïda amb un perill de contaminació molt baix. Existeix el problema del preu en la fabricació sintètica.

#### *Desplaçament competitiu*

La base del sistema és l'acceptació del principi ecològic del desplaçament competitiu sobre homòlegs ecològics. La tècnica consisteix simplement en descobrir un homòleg ecològic d'una plaga que no sigui perjudicial per al conreu. Si l'homòleg introduït té un avantatge competitiu p. ex. una F1 més nombrosa, eliminaria l'altre. És la utilització del principi de selecció natural i la supervivència dels més ben adaptats. El mètode és en aquests moments pura especulació científica i no se li veuen grans possibilitats en la protecció de vegetals. Les seves possibilitats poden estar en higiene i ectoparàsits d'animals.

#### *Mètodes físics*

L'ús d'energia mecànica, calòrica o electromagnètica per tal de destruir fitopatògens, insectes i males herbes no s'ha desenvolupat quasi bé, ni se li veu un futur transcendent, almenys immediat.

Alguns estudis no han passat pràcticament de mers exercicis acadèmics, n'hi ha d'altres que tenen aplicació molt restringida i específica, com són els diferents tipus de trampes, ja siguin fixes o mòbils. Les trampes lluminoses tenen un gran interès per determinar el nivell de població d'insectes voladors, especialment les de raigs ultraviolats continus o intermitents, les de llum d'àrgon i les incandescentes roges.

Els ultrasons poden allunyar els adults d'algunes espècies de lepidòpters dels punts de posta. El sistema exigeix una despesa d'energia bastant elevada i recorda el problema de les trampes lluminoses. En les «zones d'ombra» els insectes no són afectats. No es veuen possibilitats en ple camp malgrat que és possible usar-los en les rampes de càrrega de les sitges o en magatzems on també podrien utilitzar-se els raigs X, gamma o el raig laser. L'acció pot ser directa o per l'absorció de la calor. De moment no tenen ús pràctic.

L'energia calorífica té una limitada utilitat que se centra en la termoteràpia pel tractament de certes virosis, mycoplasmosis, rickettsiosis i en l'aplicació d'aigua calenta en determinades llavors, bulbs o altres parts dorments.

#### *Mètodes profilàctics*

S'apleguen en aquest grup les investigacions destinades a evitar, especialment, la transmissió de malalties víriques per via agàmica, i és important perquè per a elles no existeix una terapèutica causista. Una tècnica perfectament desenvolupada és l'obtenció de meristems apicals exempts de virus, la qual s'està expansionant en l'aplicació pràctica.

## Fitosanitaris

Els fitosanitaris han progressat substancialment i positivament en els últims anys, en funció de les investigacions realitzades sobre llur influència en els eco i agrosistemes.

L'aportació, en la protecció de vegetals, és substancial des del punt de vista de la producció. Com exemple patent i clar esmento l'augment de collita d'arròs de l'ordre del 65-100 % a Indonèsia, en conreus on no es realitzava cap acció de protecció vegetal i també assenyalo l'arròs perquè és l'aliment base del 50 % de la humanitat.

Després de la II guerra mundial i fins a l'actualitat s'han obtingut 50 classes de plaguicides orgànics estructuralment diferents i que han estat o estan en ús pràctic: 16 tenen activitat insecticida, 16 herbicida i 13 fungicida. Han donat origen a unes 3.000 fórmules de fitosanitaris.

La situació actual dels fitosanitaris, en canviar els conceptes d'investigació en relació a llur evolució anterior, pot veure's mitjançant 5 criteris.

*Dosi d'aplicació.* — Disminució constant de dosi d'aplicació en insecticides i fungicides. Els últims piretroids (1975) són emprats en dosis de 20 g/ha. contra els 1.500 gr. dels primers organoclorats i organofosforats, contribuint a la disminució de la «sobrecàrrega química de l'ambient».

*Selectivitat.* — Els nous fitosanitaris són en general més selectius que els que els precedeixen.

*Dispersió i acumulació en el medi ambient.* — Augment constant de la biodegradabilitat amb disminució del temps d'estabilitat, la possibilitat d'acumulació i d'absorció. Contribueix a aquesta evolució el fet d'emprar menys dosi. La variació en menys dels esmentats paràmetres disminueix com a conseqüència el potencial de dispersió.

*Propietats toxicològiques.* — Augment de la IDA (ingesta diària acceptable), dis-

minució de la toxicitat dermal i disminució de la toxicitat per a peixos.

*Residus.* — El 1979 fou examinat a La Haia en la conferència del Codi Alimentari, l'estudi realitzat pel govern del Canadà, el qual du a terme un dels programes de control de residus més sistemàtic de tot el món.

Les corbes revelen un declivi constant dels residus en l'última dècada en relació als nous productes i també per la prohibició o abandó dels organoclorats com en la major part de països industrialitzats.

Actualment la població humana canadenca té realment una IDA de 800 a 1.000 vegades més baixa que la IDA determinada per la OMS.

*Problemas actuals.* — Poc aprofitament eficaç de la quantitat de fitosanitari aplicat. Només un mínim és utilitzat per l'objectiu previst. S'ha evolucionat poc en millorar la ubicació i els mitjans d'ubicació dels fitosanitaris.

Poc ajust de l'ús dels fitosanitaris a les necessitats de la protecció integrada.

Un dels més importants està sense resoldre. No s'han trobat solucions pràctiques als resultats de la investigació sobre els fenòmens de resistència de les plagues i malalties enfront dels fitosanitaris. Aquesta situació dona una vida curta als nous productes enfront de la major dificultat de trobar estructures i mol·lècules noves.

L'obtenció i posta a disposició del pagès d'una nova mol·lècula fitosanitària significa una inversió en investigació que oscilla entre 900 a 1.400 milions de pesetes sense comptar les inversions en les instal·lacions de producció. El 70-80 % d'aquests costos corresponen a sous dels investigadors que es distribueixen així:

	%
Estudis químics . . . . .	30-35
Estudis i assaigs biològics . . .	40-45
Estudis i assaigs ambientals . .	30-35

Els estudis i assaigs ambientals augmenten en major proporció als altres.

La investigació actual comprèn 6 fases, i per tal de desenvolupar-les totalment transcorren 10 anys. En la tasca hi intervenen especialistes altament qualificats, dels quals 25 % són universitaris, químics, bioquímics, biòlegs, agrònoms, farmacòlegs, toxicòlegs, metges, físics, enginyers, etc.

Les fases són:

1. Síntesi de laboratori (Garbellat I):
  - Test de sensibilitat com fitofàrmac.
  - Test bàsic de toxicitat.
2. Test de comparació amb els existents (Garbellat II):
  - Test complementari de toxicitat.
  - Elaboració de mètode d'anàlisi química.
  - Dipòsit patent.
3. Investigació de formulació (Garbellats II i IV):
  - Garbellat de camp a superfície reduïda.
  - Normes bàsiques d'aplicació.
  - Garbellat de gran superfície.
  - Normes d'aplicació específica.
  - Llindar de toxicitat per la fauna.
4. Efectes sobre els conreus en funció de l'ambient (Garbellats V i VI):
  - Residus sobre els aliments.
  - Investigació de producció industrial.
  - Examen bioquímic del compost. El seu comportament dintre d'animals, plantes i sòl. Metabolits.
  - Toxicitat acumulativa (durant 2 anys) i un mínim de 3 generacions per els efectes secundaris (carcinogènia, teratologia, esterilitat).
5. Dosis sorgides dels resultats de treballs anteriors per a sotmetre-les a les autoritats per tal de controlar l'eficàcia i la no nocivitat:
  - Últims estudis de toxicitat acumulativa.
6. Utilització del producte pel conreador.

Sobre 10.000 substàncies en acabar la 1.<sup>a</sup> fase només 1.000 tenen eficàcia susceptible d'interès. Després de la segona fase només 100 tenen valor equivalent en ús. Després de la tercera fase, després dels primers assaigs de camp en queden unes 10 d'interès. Després de la quarta fase i coneguts els estudis de toxicologia i utilització pràctica només dues substàncies arriben a sollicitud de registre. Després de una cinquena fase només se n'utilitza una per motius econòmics.

De tots els aspectes d'investigació esmentats en l'actualitat, els estudiats amb major èmfasi són:

a) Residus i possibles residus del producte en les collites.

b) Llindar de tolerància fixat en funció dels resultats obtinguts en investigació animal.

c) Temps d'espera (el més generalitzat 3 setmanes).

d) Fixació de l'ADI (acceptable daily intake) com 1/1000 del NEL (non efect level) i la fixació del TL (tolerance level) en funció de l'ADI i les quantitats efectives de residus trobades en les investigacions pràctiques.

En l'estat actual dels coneixements i controls, els residus dels productes fitosanitaris no presenten riscos ni perills. Hi contribueix especialment la ràpida degradació dels productes disponibles actualment.

\* \* \*

*¿Quins han de ser en un futur proper els camins que ha de seguir la investigació per a la protecció dels vegetals?*

Per nosaltres el futur més pròxim, equival als propers 20 anys, és a dir, fins a la frontera de l'any 2000. Intentar anar més lluny seria quasi pura especulació futurista. La investigació que es necessita en aquest cas ha de ser fonamentalment pragmàtica, ja que ha d'ésser aplicada per a resoldre un problema roent com és la necessitat de millorar



ràpidament la protecció dels vegetals conreats en un món on existeix una clara insuficiència de disponibilitat d'aliments.

Crec que és convenient sortir d'unes proposicions que serveixin de recolzament a les línies d'actuació:

a) Els grans guanys i innovacions a nivell científic se solen donar uns 20 anys després que un mètode aconseguixi la plenitud del seu potencial en la pràctica.

b) L'equilibri natural ideal serà sempre una finalitat cap a la qual no es deixarà de tendir. Però no s'assolirà mai perquè el primer desequilibrador de l'ecosistema és l'home amb la seva agricultura i les seves constants exigències de drets com espècie.

c) Cap dels nostres conreus no representa un mitjà biològic natural equilibrat. Representa una flora única, afavoridora per excel·lència de certes poblacions de devastadors molt específics contra les quals sempre caldrà defensar-se.

d) L'esdenvenidor resideix a posar en marxa tots els mitjans capaços de reduir la importància de certes malalties o enemics dels conreus mirant de mantenir el millor equilibri entre les espècies i afectar com menys millor les reserves limitades d'aigua, aire i sòl.

e) Una investigació de la FAO (Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació) sobre l'estat de la tècnica de protecció de vegetals, i sotmesa al II Congrés Mundial per a l'Alimentació, de juny 1970, va donar per resultat que per a contribuir al guany dels enormes augments de rendiment necessaris per a aconseguir doblar la producció d'aliments en els últims 30 anys i següents, es fa necessari incrementar el consum de fitosanitaris i de fertilitzants.

f) Un informe d'una reunió formada per experts FAO/OMS celebrada del 24-11 al 3-12 de 1975 a Ginebra, sobre residus de plaguicides feia recomenacions especials per tal de millorar la investigació de fitosanitaris en funció de l'ambient i l'home. Reducció o eliminació de l'afecció al medi ambient, al ser humà com a

consumidor d'aliments, a la fauna salvatge, a la flora i la ramaderia.

g) Deixar de jutjar globalment els fitosanitaris prenent per exemple el DDT o altres hidrocarburs clorats que ja han estat àmpliament superats tècnicament i prohibits o abandonats en la major part de països industrialitzats.

h) Durant la dècada dels vuitanta per l'inventari dels resultats de la investigació actual, no es preveu cap revolució quant a la protecció de conreus.

i) El control biològic, inclús l'obtenció de plantes resistents no és probable que pugui limitar la necessitat dels fitosanitaris si es té en compte la corba d'èxits obtinguts des del començament. El desenvolupament de mètodes utilitzables a gran escala requereix més temps que l'obtenció d'un nou fitofàrmac. Existeix un espectacular contrast entre la corba d'èxits i la corba d'opinió.

j) Es preveu una evolució lenta en la protecció integrada, tenint en compte que perquè aquest mètode sigui eficaç des del punt de vista pràctic, han d'establir-se uns requisits científics previs ben definits, cosa que no s'ha realitzat fins avui. Encara no ha estat possible determinar uns llindars d'afecció tolerable clars, en la major part d'afeccions. No és realista aplicar una preparació específica per cada afecció en cada parcel·la, ni els pagesos més progressistes dels països més desenvolupats no tenen els coneixements necessaris.

Els projectes de resolució a llarg termini són lents i cars. La diversitat de problemes impideix l'elaboració de mesures de validesa general. Per tant a curt i mitjà termini no és una solució pels problemes de fam en els països subdesenvolupats.

*Esquema de propostes per a una investigació pragmàtica en el sector de protecció de vegetals establint prioritats*

1. Projectes de resolució a llarg termini de lluita integrada, desenvolupant



procediments pràctics sobre models d'agrosistemes ecològicament i matemàticament fonamentals. Estudi de les interaccions hoste, paràsit, ambient.

2. Recerca sistemàtica dels llindars de tolerància econòmica/productiva de les diferents afeccions.

3. Aprofundir en la recerca de fitosanitaris «nets» és a dir sense efectes secundaris indesitjables, més selectius, menys tòxics, útils per a la integració. Millora global en l'obtenció de substàncies en relació al medi ambient natural, és a dir èmfasi en una correcta biodegradabilitat. Major reducció de quantitats requerides per unitat de superfície amb disminució del consum d'energia.

4. Per ampliar els mètodes de control biològic i incrementar els estudis en biologia sobre:

- Biogeografia i biologia de poblacions.
- Biosistemàtica i filogenia.
- Cicles de desenvolupament, fisiologia i comportament.
- Genètica i reproducció.
- Conreu i nutrició d'antagònics.

L'èxit depèn molt especialment de la biosistemàtica i les investigacions ecològiques.

5. Investigació sobre les maneres d'interferir als processos de resistència

als fitosanitaris i d'adaptació a les varietats de plantes resistents. Estudis de variabilitat de patògens.

6. Mètodes més sensibles per a detectar els residus i metabolits sobre aliments i sobre l'hàbitat del vegetal protegit.

7. Creació de noves varietats resistents als residus i metabolits sobre aliments.

8. Millorar els procediments de la lluita dirigida.

9. Desenvolupar nous mètodes de transport de l'agent fitosanitari a l'objectiu, per evitar la seva derivació i assegurar la permanència del temps necessari.

10. Aprofundir en les interaccions hoste-patògens a nivells molecular. Reaccions d'autodefensa i possibilitat d'estímul o inducció.

Per acabar voldria deixar en l'ambient una pregunta, la contesta de la qual condicionarà els camins de la investigació per a la protecció de vegetals:

Fins on arriben els drets de l'home com espècie enfront els de les altres espècies?

Cadascun dels reunits possiblement tindrà la seva opinió diferenciada sobre el límit. Com deia Adenauer: «Tots vivim sota el mateix cel però no tots veiem els mateixos horitzons».

Moltes gràcies.

## ABSTRACT

The aim of plant protection research is increasing the crop yields in order to ensure enough food for humanity.

Historically, the plant protection proceedings have evolved in 8 stages: the empiric or ancient, the autogenetic, the pathogenetic, the biological-utilitarian, the chemical, the rationalist, the integrist, to the ecologist or actual stage.

In terms of what has been researched up to now, there are possibilities but also limitations in the methods used in practice. At present, research is engaged in cultural methods, biological methods in the strict sense, obtention of resistant strains, autocidal action, pheromones, hormones and metabolites, attractors and repellants, compe-

titive shifting of homologues, physical methods, prophylactic methods and pesticides.

Starting from ten propositions, an advocacy for a *pragmatic research*, to be developed on ten fundamental aspects, is made: to deepen into *integrated pest control*, to determine in every case the economical/productive *tolerance thresholds*, to search for «clean» *pesticides*, to increase the *biological studies* in connexion with plant protection, studies to *prevent the resistance processes*, the improvement of *residue and metabolite detection*, the search for *new varieties of resistant crops*, the improvement of *directed control*, new methods to place the pesticides on their target, the study in depth of the *self-defensive reactions* of the plants.

## RESUMEN

La investigación destinada a la protección de vegetales ha de contribuir a aumentar la producción de los cultivos para asegurar alimentación suficiente a la humanidad.

Históricamente, la evolución de los procedimientos de protección de vegetales comprende ocho etapas: empírica o antigua, autogenista, patogenista, biológica-utilitaria, química, racionalista, integrista y ecologista o actual.

En función de lo investigado hasta ahora todos los métodos utilizados en la práctica presentan posibilidades, pero también limitaciones. En la actualidad la investigación se ocupa de métodos culturales, métodos propiamente biológicos, obtención de variedades resistentes, acción autocida, feromonas, hormonas y antimetabolitos, atra-

yentes y repulsivos, desplazamiento competitivo entre homólogos, métodos físicos, métodos profilácticos y fitosanitarios.

Partiendo de diez proposiciones se preconiza una *investigación pragmática* a desarrollar sobre diez aspectos fundamentales: profundizar en la *lucha integrada*, determinar en cada caso los *umbrales de tolerancia* económico/productiva, búsqueda de *fitosanitarios «limpios»*, *incremento de estudios biológicos* relacionados con la protección de vegetales, estudios para *interferir los procesos de resistencia*, mejora de la *detección de residuos y metabolitos*, nuevas variedades de *plantas resistentes*, mejora de procedimientos de *lucha dirigida*, nuevos métodos de transporte al objetivo de los fitosanitarios, profundizar en las *reacciones de auto-defensa* de las plantas.