

RICERCHE SULLA SELETTIVITÀ DEI TRATTAMENTI INSETTICIDI EFFETTUATI SU COLTURE IN FIORE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'APIS MELLIFERA

Le colture specializzate per la produzione di seme geneticamente uniforme (insieme alle colture intensive destinate a rifornire la industria produttrice di olio di semi) hanno assunto in Romagna e nelle zone limitrofe delle Marche, (nonché per le oleifere nel Delta padano) una importanza crescente, occupando a tutt'oggi centinaia e centinaia di ettari. Nelle due summenzionate regioni, e più precisamente nei terreni situati grosso modo in provincia di Rimini e di Pesaro, troviamo intensamente coltivata la Carota, *Daucus carota*, tra le Umbrellifere; la Cipolla, *Allium cepa*, tra le Liliacee; la Barbabietola, *Beta vulgaris*, tra le Chenopodiacee; la Cicoria, *Cichorium inthybus* e la Lattuga, *Lactuca sativa*, tra le Composite; il Ravanello, *Raphanus sativus*, tra le Crucifere, nonché numerose altre specie e varietà botaniche che non occupano, tuttavia, le imponenti estensioni delle piante testé menzionate. Tra le colture oleifere, invece, la Colza, *Brassica campestris* var. *oleifera*, è una Crucifera che viene principalmente messa a coltura, per la sua nota resistenza ad alti tenori di salinità, sui terreni da poco sottratti alle acque del delta padano, ove cresce lussureggiante realizzando buoni livelli produttivi. Interesse secondario ai fini delle nostre ricerche, ma non certo sul piano dell'economia nazionale, rivestono le Leguminose foraggere da seme, tra le quali la *Medicago sativa*, che è stata da parte nostra oggetto di svariate osservazioni e, lo vedremo in seguito, più volte scelta come coltura su cui svolgere le sperimentazioni.

Grande interesse, ai fini di una buona produzione di seme, ha per tutte le colture elencate, in maggior o minor misura a seconda dei casi, l'attività degli Insetti pronubi, tra cui l'*Apis mellifera* occupa una posizione quasi sempre di primaria importanza. Si tratta, infatti, di piante che necessitano in diversa percentuale della fecondazione incrociata e i cui vettori di polline sono numerosissime specie di insetti (solo la Barbabietola beneficia, oltre che dei pronubi, di una impollinazione anemofila). Da colture largamente autogame come la Lattuga, che a ogni modo subisce dall'1 al 6% di impollinazione incrociata, passiamo a colture entomofile come la Cipolla (fino al 93% di fiori incrociati), la Carota e la Medica che ospitano numerose popolazioni di entomovettori di polline, in assenza dei quali possiamo pervenire a vistose fallanze di prodotto.

Fondamentalmente le nostre ricerche sono state condotte su tre colture: la Carota, in Romagna; la Colza e la Medica, in Valle Lepri, su terreno di bonifica dell'Ente Delta Padano, e in prossimità del comune di Bentivoglio nel bolognese (1). Un'altra coltura che è occasionalmente apparsa nelle nostre esperienze è stata la Rapa, *Brassica campestris* var. *rapa*, a sua volta attivamente e proficuamente visitata dalle Api (Louveaux e Vergé, 1952).

(1) Ringraziamo l'Azienda Idraulica del Canale Navile e Savena Abbandonato per la cortese ospitalità.

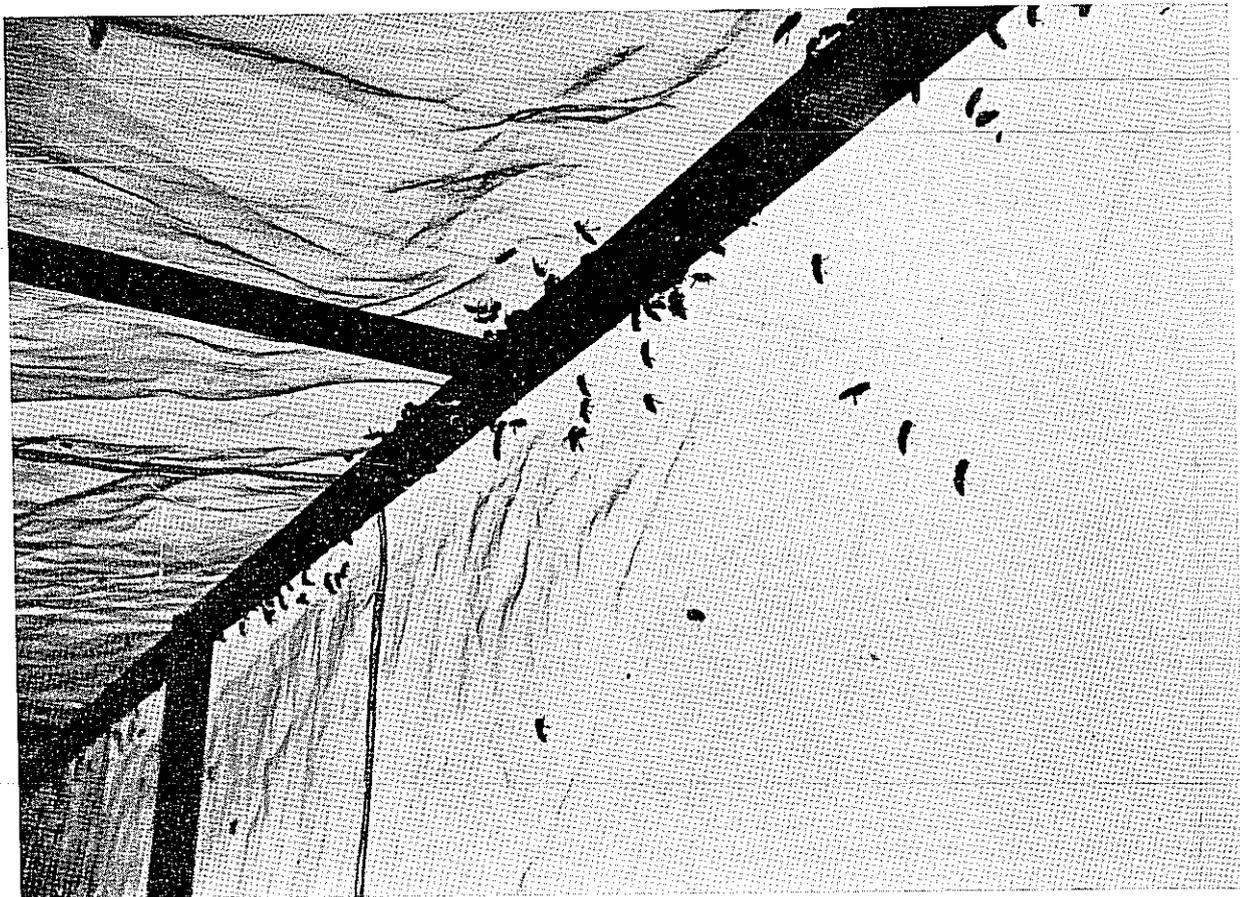


Fig. 1 - Le Api si posano numerose sulla rete di nylon della serra.

La Carota è una pianta fortemente aromatica, fornita di grandi ombrelle candide che attirano svariati insetti: Rincoti Eterotteri e Omotteri, Neurotteri Crisopidi, Lepidotteri, Coleotteri, spesso di piccole dimensioni (tra cui numerosissimi i Dermestidi del gen. *Anthrenus*), Ditteri (Sirfidi, sopra tutto), e in gran numero gli Imenotteri. Le recenti esperienze di Bohart e Nye (1960) hanno messo in luce, tuttavia, che il miglior vettore di polline per la Carota è di gran lunga l'Ape, e che in sua assenza si hanno diminuzioni evidenti di produzione. Anche i Ditteri, a ogni modo, come di recente ha dimostrato Pankratova (1967), possono svolgere il ruolo principale nell'incrocio, o almeno ciò si verifica nelle regioni prossime a Mosca ove l'Ape fornisce solo il 9% di impollinazione.

Altro ruolo gioca certamente l'Ape nel caso della Colza e della Medica. La Colza è una pianta in larga misura autogama e

la fecondazione incrociata, benché ne migliori il rendimento, non le è indispensabile (Ewert, 1928). La pianta è, a ogni modo, ricca di nettare e quindi attivissimamente visitata da insetti melliferi e, in particolare, dalle Api, per cui i campi di Colza in fiore si prestano ottimamente a sperimentazioni di insetticidi in riguardo al loro effetto sui pronubi. Per la Medica, infine, il discorso sui suoi rapporti con *Apis mellifera*, rispetto all'impollinazione, è tutt'ora assai controverso. Come è ben noto, il fenomeno che gli Autori di lingua anglosassone chiamano «tripping», è il preludio in larga misura necessario perché avvenga la fecondazione del fiore. Knowells (1943) riporta, infatti, che soltanto l'1% dei fiori di Medica che non hanno subito il fenomeno riescono a fruttificare ⁽²⁾. Secondo Granfield e Throckmor-

(2) Che cosa si intende per «tripping»? Traducibile metaforicamente come «salto del fiore» il

ton (1945), l'attività impollinatrice dell'Ape sulla Medica, a condizione che la densità delle bottinatrici sia elevata, può essere considerata buona; Dadant (1951), ha ottenuto un netto aumento di produzione di seme cambiando le colonie ogni dieci giorni; Pankiw e «altri» (1956) hanno, a loro volta, rilevato una netta correlazione positiva tra il numero degli alveari presenti e il prodotto ottenuto. Conclusioni concordanti troviamo in Franklin e Woodrow (1951), che calcolano gli scatti prodotti dalle bottinatrici pollinifere pari al 65% dei fiori visitati, in Wansell (1951), che relaziona positivamente la presenza delle Api sulla Medica alla quantità di seme ottenuto, in Granfield (1951) che ha calcolato come le bottinatrici di 5-7 alveari possono visitare da 356 a 1067 milioni di fiori al giorno. In Ungheria Moczár (1959) giudica l'Ape un impollinatore abbastanza efficace della Medica; Sacchi (1961), in Italia, ha ottenuto in Medica visitata dagli insetti (il 90% erano Api) un incremento pari a 6 volte la produzione di parcelle isolate dall'ambiente circostante. D'altro avviso sono Knowells (1943), Hobbs e Lilly (1955), Stephen (1955) e Rasulov (1963) che attribuiscono poca o nessuna importanza all'Ape come impollinatrice della nostra foraggera; Levin e Bohart (1957) dimostrano la debole attrazione che esercita sulle Api il polline di Medica; Solinas e Bin (1965), nella pianura padana, trovano l'attività dell'Ape sulla Medica ultima come importanza dopo *Megachile* spp., *Bombus* spp., *Melitta leporina*, *Halictus* spp., *Melittuga clavicornis*, *Anthidium* spp., *Osmia* sp., *Eucera* spp.

Tuttavia, a parte ogni considerazione sull'incidenza maggiore o minore dell'Ape come vettore del polline di Medica⁽³⁾, grande interesse riveste, in questa operazione, sia per la nostra foraggera che per tutte le altre piante che abbiamo preso in esame, l'attività dei pronubi selvatici. Orbene tali preziosi Insetti sono, di anno in anno, sempre più falciati e rarefatti dai potenti insetticidi di sintesi, che ricoprono di un manto esiziale le colture fiorite e non fiorite⁽⁴⁾, provocando, accanto agli indubbi vantaggi di una limitazione del pullulamento dei fitofagi, gli effetti secondari di profonde perturbazioni entomofaunistiche. Se un giorno, che speriamo lontano, gli interventi insetticidi, come è già accaduto in altri Paesi, riduces-

sero a bassissimi livelli di densità i pronubi selvatici, non resterebbe che l'Ape, opportunamente trasportata in prossimità delle colture in fiore a impollinazione incrociata entomofila (nonché altri apidi in corso di «adomesticamento», per es. i Bombi, la *Nomia melanderi* e la *Megachile rotundata*) ad assolvere questo compito veramente vitale⁽⁵⁾.

Per tutte queste ragioni ci sembra, oggi, di primaria importanza l'accertamento di quali composti, fra i potenti insetticidi di sintesi comunemente in uso, nonché di quali dei preparati microbiologici prodotti industrialmente, presentino una pericolosità ridotta per i pronubi, e più precisamente, nel caso nostro, per *Apis mellifera*, scelta come pronubo tipico, sopra tutto ove ci si trovi

fenomeno consiste, prima dell'antesi, nella subitanea erezione della colonna sessuale (stami e pistilli) che a seguito dell'azione di un insetto bottinante si libera dai due petali della carena e scattando elasticamente va a colpire il vessillo con forza. La brusca liberazione della colonna sessuale traumatizza l'insetto, con risultati a quanto pare spiacevoli, e lo cosparge di polline. Le Api che hanno visitato un fiore di Medica, provocando il «tripping», presentano sempre del polline all'estremità della ligula. Il «tripping» è opera principalmente delle bottinatrici pollinifere che, tuttavia, disturbate dalla frustata tendono a spostarsi su altre piante in fiore, mentre gran parte delle nettariifere, come ha dimostrato Reinhart (1952), raggiungono il nettare lateralmente, introducendo la ligula tra il vessillo e le ali, senza produrre il «salto del fiore». Le bottinatrici nettariifere laterali (per usare la terminologia di Wansell e Todd, 1946) sono le più numerose (rispetto alle pollinifere e nettariifere frontali che effettuano il «tripping») e la loro incidenza sulla impollinazione della Medica sarebbe nulla. Sacchi (1964), tuttavia, scrive che l'Ape, asportando il nettare, scatena una reazione di turgore negli organi floreali che culminerà con lo scatto spontaneo della colonna sessuale.

(3) Sono in atto, da diverso tempo, tentativi per migliorare l'attività di *Apis mellifera* sui fiori di Medica (nonché di trifoglio violetto). Si tende, cioè, a «migliorare le prestazioni delle api domestiche allenandole alla visita delle suddette colture mediante sistemi di osmoattrazione, mentre... è in corso un programma di selezione per isolare ceppi con maggiore tendenza a raccogliere il polline d'erba medica» (Giordani, 1967).

(4) Si considerino anche i pericoli della polluzione atmosferica («Science progrès», 1968, p. 411).

(5) Negli Stati Uniti il valore dell'Ape come entomovettore di polline, e proprio in rapporto a una coltura sulla quale la sua attività è controversa, cioè la Medica, si è rivelato in modo clamoroso. Grout (1950) ricorda che nell'Utah, quando agli inizi del 1930 fu proibita per ragioni sanitarie l'entrata degli alveari vaganti, la produzione di seme di Medica calò da 1.400.000 Kg a 340.000 Kg, per risalire a 1.600.000 nel 1934, quando fu di nuovo consentito l'accesso agli apicoltori.

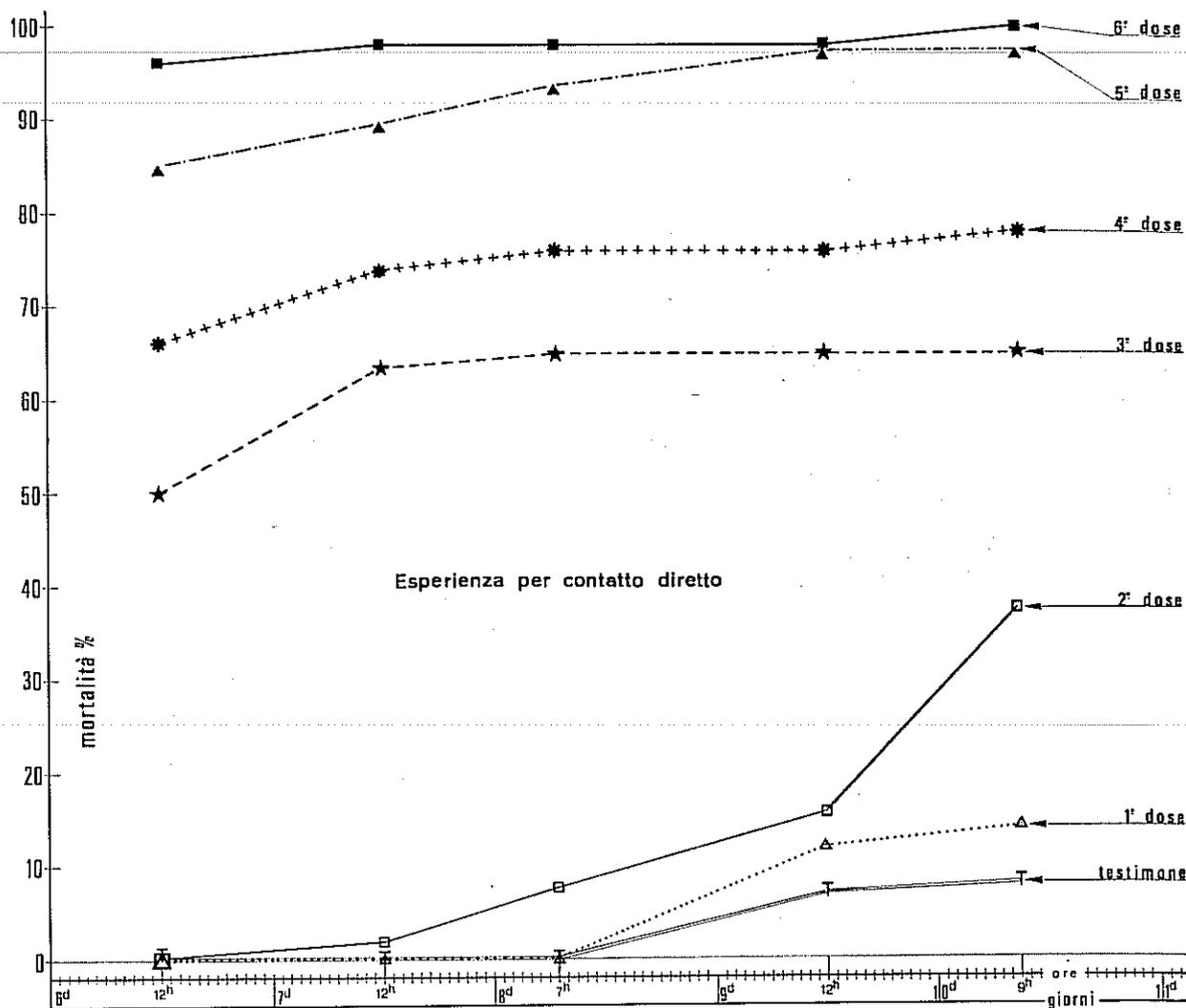


Fig. 2 - Esperienza per contatto diretto. Prima dose: mortalità percentuale 0; 0; 0; 12; 14; seconda dose: mortalità percentuale 0; 1,9; 7,8; 15,6; 37,2; terza dose: mortalità percentuale 50; 63,4; 65; 65; 65; quarta dose: mortalità percentuale: 66; 74; 76; 76; 78; quinta dose: mortalità percentuale: 85; 89,7; 93,8; 97,8; 97,8; sesta dose: mortalità percentuale: 96; 98; 98; 98; 100. Testimone: mortalità percentuale: 0; 0; 0; 7; 8.

nella necessità di intervenire su colture destinate alla produzione di seme, in fiore o prossime alla fioritura, cosa che accade, puntualmente, per la Carota e per la Colza.

La *Depressaria marcella* Rebel è un Lepidottero Oecophoridae, le cui larve si sviluppano a carico delle ombrelle della Carota, riducendole, in casi di forti infestazioni, a informi ammassi di rosone, esuvie e fili sericei (Zambelli, 1960; Celli, 1963; 1968). Molto pericolosa e diffusa, nell'ambito del suo areale di infestazione la specie può ancora salire ad alti livelli di densità provocando gravi danni. Per le modalità di infestazione

(Celli, 1968) gli interventi contro le larve antofaghe devono essere effettuati durante la piena fioritura della pianta ospite, attivamente, come sappiamo, visitata dalle Alpi. Una situazione analoga è riscontrabile nelle colture di Colza, su cui, in primavera, compaiono in particolar modo due Coleotteri, un Nitidulide, il *Meligethes aeneus*, e un Curculionide, il *Ceuthorrhynchus assimilis*, il primo assai dannoso agli organi floreali, il secondo, oltre che agli organi floreali, alle silique. *M. aeneus* è stato studiato di recente, nei suoi comportamenti morfologici e nella sua etologia, da Zambelli (1960), in Roma-

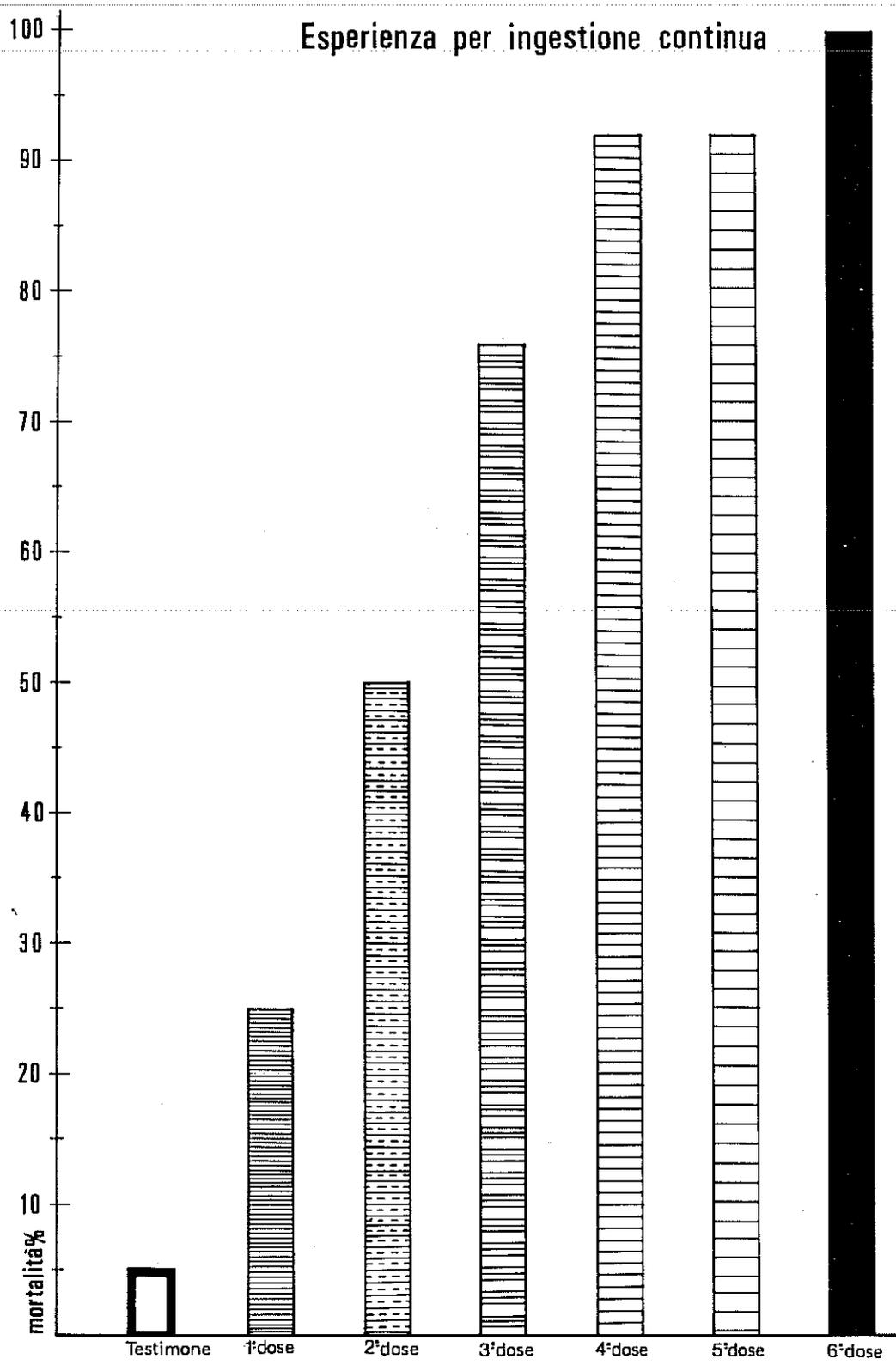


Fig. 3 - Esperienza per ingestione continua. Mortalità percentuali: 25; 50; 76; 92; 92; 100.

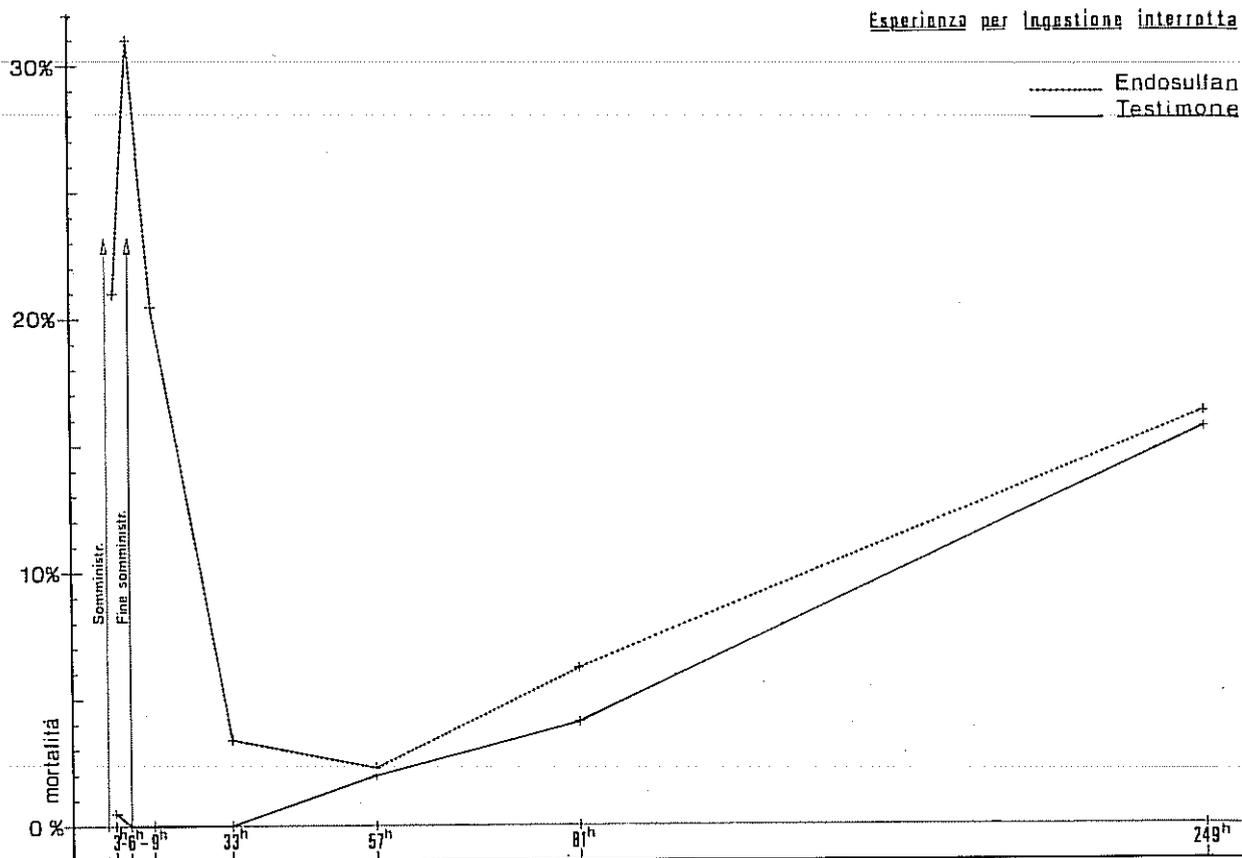


Fig. 4 - Esperienza per ingestione interrotta. Dopo 6 ore abbiamo cessato la somministrazione di endosulfan. (Mortalità percentuale: tesi: 21; 31; 20; 1; 3,4; 2,3; 6,2; 16,2; testimone: 0,5; 0; 0; 0; 2; 4,1; 15,6;. Le percentuali sono parziali, calcolate volta per volta sugli insetti computati come vivi al controllo precedente).

gna, su *Brassica oleracea* f. *gongylodes* ed è un fitofago ad ampia geonemia⁽⁶⁾. Volta sulle colture quando il livello termico si stabilizza sui 15° C; dopo qualche tempo, se tale livello sale ai 17, 5° C, compare in massa il *C. assimilis*, per cui le due popolazioni, benché sfasate nel tempo, finiscono, a un certo momento, per trovarsi largamente compresenti sulle colture. Mentre l'intervento contro *M. aeneus*, per sortire piena efficacia, deve essere effettuato sui bottoni fiorali, quello contro il Curculionide verrà sempre a cadere durante la piena fioritura della pianta ospite.

Nel caso della Carota da seme, in Romagna, la *D. marcella* viene combattuta dai tecnici e dagli operatori agricoli sopra tutto con fosfororganici (parathion e metilparathion, in particolar modo) e carbammati (carbaryl), prodotti esiziali quant'altri mai ad *Apis mellifera* (per il parathion vedi, ad

esempio: Butler, 1949; Allmann e Morison, 1950; Weaver, 1950; Stute, 1954; Giordani e Foschi, 1963; per il cydial, il malathion, il dipterex e il fosdrin: Giordani e Foschi, 1963; Palmer-Jones e Forster, 1963; per il carbaryl basti citare: Anderson e Atkins, 1958, 1952-66, 1968; Johansen, 1959; Shaw e Fischang, 1962; Wildbolz, 1962; Beran, 1963; ecc.). I Coleotteri infestanti la Colza venivano combattuti con un certo successo mediante massicce irrorazioni di cloroderivati organici ciclopentadienici, a largo spettro e a lunga persistenza di azione, in particolar

(6) Spesso la specie si trova mescolata ad altre congeneri, sempre meno rappresentate numericamente. Su *B. oleracea* f. *gongylodes* Zambelli (1960) ha rinvenuto, infatti, anche *M. viridescens* e *M. rotundicollis*. Scherney (1953) e Fritsche (1955, 1957) hanno reperito su Colza in Baviera *M. aeneus* (al 92%), *M. viridescens*, *M. coerulovenstris*, *M. coracinus* (a percentuali che oscillano dall'1,5 al 5%).

modo l'aldrina e la dieldrina, ambedue estremamente tossiche per le Api (basti: Anderson e Atkins, 1968).

A parte la pericolosità che presenta l'uso di questi potenti insetticidi su colture prossime a fiorire o, ancor peggio, in piena fioritura, le attuali limitazioni di impiego che coinvolgono pressoché tutti i cloroderivati ciclodienici a causa in primo luogo della loro elevata tossicità per i vertebrati omeotermi, obbliga gli operatori di campagna a ricercare dei nuovi prodotti, e sarebbe bene che detti prodotti riunissero ai caratteri di efficacia contro i fitofagi una relativa innocuità per le Api bottinanti i fiori di Colza.

Mentre per *D. marcella*, trattandosi di combattere una larva di Lepidottero, ci siamo principalmente orientati verso un prodotto a base di *Bacillus thuringiensis* Berliner⁽⁷⁾, nel caso di *M. aeneus* e di *C. assimilis* abbiamo deciso per l'endosulfan, considerato che in Svizzera è consigliato contro il Nitidulide (Bovey, 1967) e che in Italia il tossafene è attualmente fuori dai circuiti commerciali.

Quando nel 1961 furono iniziate da Celli (1963, 1968) delle esperienze di lotta contro il Lepidottero summenzionato, il *B. thuringiensis* era considerato totalmente innocuo per le Api. In seguito, diversi reperti, pertinenti sopra tutto prove di laboratorio, cominciarono a gettare qualche ombra su tale innocuità (vedi per esteso la questione in: Celli e Giordani, 1966; oppure in Krieg, 1967). Il fatto ci indusse a impostare alcune esperienze, in parte già date alle stampe (Celli e Giordani, 1966), e in parte inedite (vedi la esperienza di serra), per mettere a fuoco una situazione che la molteplicità dei dati aveva reso assai fluida.

Beran (1958), riferendosi all'Ape, distingue la *tossicità* di un prodotto, e cioè la sua azione in laboratorio, dalla *pericolosità*, attività esplicita, invece, nelle condizioni di pieno campo. Spesso, infatti, si è potuto constatare, come giustamente osservano Giordani e Foschi (1963), che insetticidi scarsamente tossici alle Api in laboratorio, classico il carbaryl, sono risultati estremamente pericolosi in campo e, viceversa altri, come l'endrina, che i test davano come molto tossica, sulle colture ha rilevato un'attività ridotta (Giordani e Foschi, 1963).

Le nostre esperienze di laboratorio con

il preparato microbiologico da noi usato in pieno campo sui fiori di Carota contro le larve del Lepidottero (salvando, in casi di forti infestazioni, il 50% della produzione) hanno rivelato che, in Api confinate e alimentate con miele o candito misto a Baktthane, dosi oscillanti tra 840.000 e 1.382.000 spore germinabili/Ape/giorno provocano in 7-8 giorni una mortalità del 100%. In campo, tuttavia, ponendo accanto a una estesa coltura di Carota in fiore, trattata con il preparato microbiologico (250 gr/hl), due alveari provvisti di trappole di Gary (1960), particolarmente adatte per saggiare un agente ad azione lenta come il *B. thuringiensis*, non si potevano constatare aumenti della mortalità naturale, e tantomeno perturbazioni della covata o qualsiasi altra ripercussione secondaria sulla famiglia (Celli e Giordani, 1966).

Per valutare una eventuale inadempienza delle trappole di Gary nell'accertamento della mortalità, è stato deciso di ripetere la prova in serra, in una condizione, cioè, intermedia tra il laboratorio e il pieno campo. La serra (simile, per dimensioni, a quella usata da Palmer-Jones, 1959) era di m. 3 × 9 × 2 e l'isolamento veniva fornito da una rete di nylon a maglie molto fitte.

La prima prova fu effettuata nel 1965, ma dovette essere interrotta dopo 5 giorni per sopraggiunte avversità meteoriche (Celli e Giordani, 1966). Fu ripresa nel 1967, in luglio, e portata felicemente a termine. Si utilizzò, in località di Bentivoglio (Bologna), un campo di Medica in fiore su cui la serra venne sistemata. All'interno di essa fu posto un alveare, ospitante una colonia stimabile sui 5000 individui, che fu munito anteriormente di un raccoglitore di Api morte. Il bottinamento sui fiori di Medica iniziò lo stesso giorno dell'insediamento e si mantenne assai vivace per tutta la durata dell'esperienza, di poco inferiore, come intensità, a quello osservato sulla Rapa. Benché non abbia dati quantitativi da riportare, la maggioranza dei fiori di Medica, alla fine della prova, aveva subito il «tripping»⁽⁸⁾.

(7) Il prodotto commerciale era il Baktthane L69.

(8) Era già noto, a ogni modo, che in condizioni anormali come quelle di serra, le Api provocano un numero di scatti molto superiore che in campo (Akeberg e Lesias, 1949).

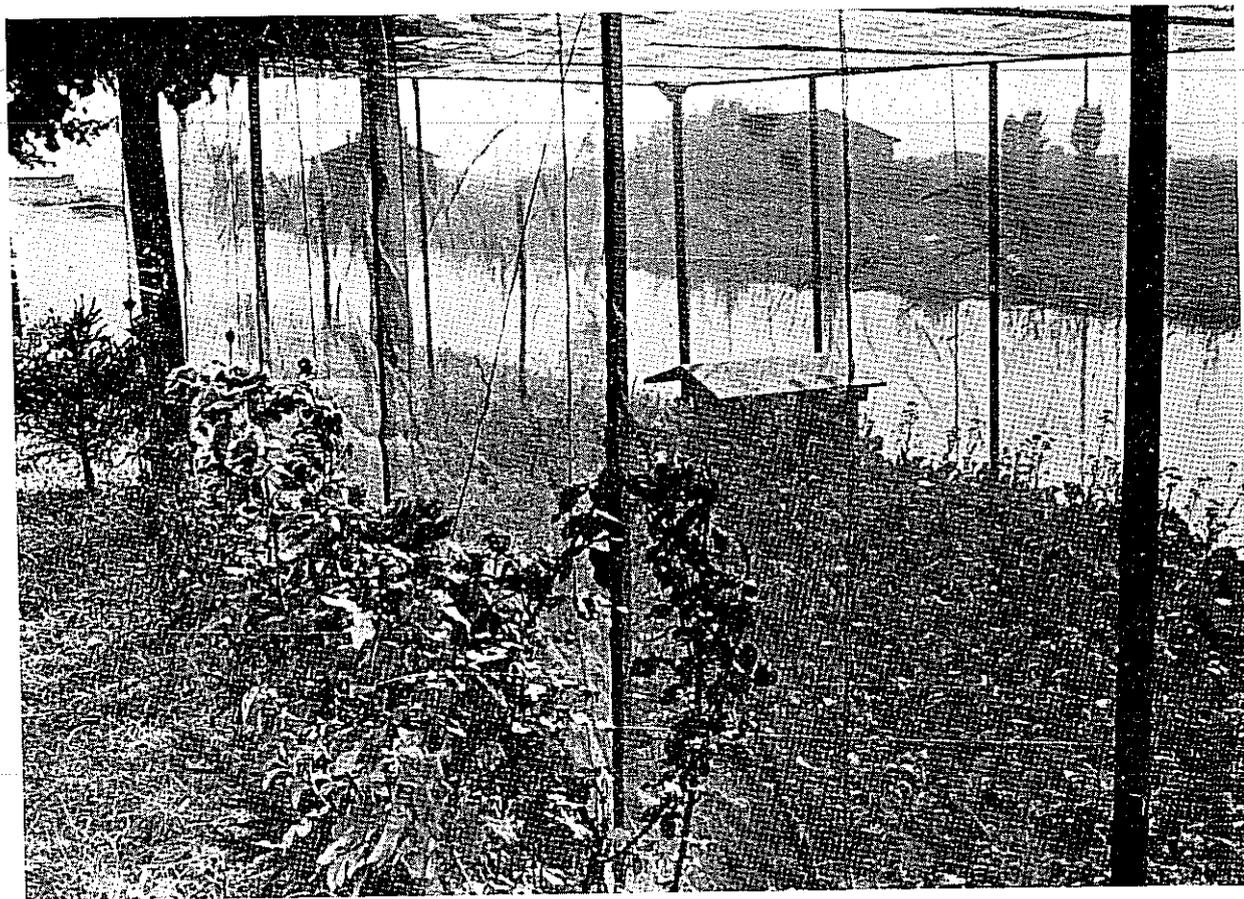


Fig. 5 - La serra ospita una coltura in fiore di *Brassica campestris* var. *rapa* e un alveare di circa 5000 individui (Bentivoglio, 1966).

La sera del quarto giorno di insediamento dell'alveare ho effettuato il trattamento con *B. thuringiensis*, impiegando una pompa a spalla (litri 3 di sospensione alla dose di campo). La mortalità naturale non ha subito incrementi. Il quindicesimo giorno ho smontato la serra, sfalciato la Medica e portata a termine una minuziosa osservazione del terreno, onde rilevare l'eventuale presenza di Api morte. Si sa che le condizioni di serra provocano, nelle colonie confinate, una certa mortalità, talora anche assai alta (Beran, 1958; 1962). Abbiamo spesso osservato che, in serra, un certo numero di bottinatrici, evidentemente sconcertate dall'imprevisto ostacolo, si posano sulla rete, con maggior frequenza in prossimità degli angoli, e restano sul nylon camminando nervosamente, o immobili, senza bottinare più, senza rientrare, neppure la sera, nell'alveare e morendo in breve tempo (fig. 1). Ai due angoli della serra

più lontani dall'alveare, al suolo, abbiamo, infatti, reperito una trentina di Api morte che ulteriori prove ci permettono di attribuire all'azione della serra. Il preparato microbiologico, invece, è da considerare totalmente innocuo sulle Api.

Due prove-testimone, messe in atto sempre sulla Medica in Valle Lepri, nel 1968, con nucleoli formati da 2000 Api, ci hanno consentito di valutare una mortalità da serra del 3%, per un periodo di 18 giorni di isolamento delle Api e dell'1-2% per una settimana.

Si deduce, allora, che lo 0,6% riscontrato nella nostra esperienza non solo rientrava, ma era addirittura inferiore alla mortalità da serra. Anche l'esame della covata non rivelava nulla di anormale.

Nel caso della Colza (e marginalmente in quello della Carota: Celli, 1963) ho rivolto la mia attenzione a un cloroderivato orga-

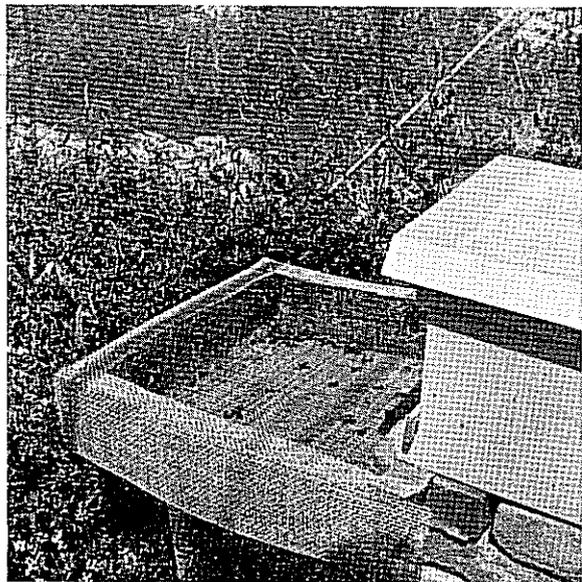


Fig. 6 - La stessa serra con *Medica* in fiore e un alvearino ospitante 3000 individui (Valle Lepri, 1968).

nico di sintesi, la cui molecola contiene solfo, e cioè l'endosulfan. Si tratta di un insetticida attivo per contatto e per ingestione su numerosissime specie di insetti (Finkenbrink, nel 1958, annoverava ben 160 specie sensibili, pertinenti a 14 Ordini della Classe, e tale numero, oggi, è certamente cresciuto). Il prodotto presenterebbe una relativa innocuità per le Api⁽⁹⁾. A questo riguardo, tuttavia, gli Autori sono discordi; alcuni lo considerano pericoloso (Beran, 1958, 1962; Palmer-Jones e Forster, 1963; Anderson e Atkins, 1968, ecc.), benché si sia concordi nel giudicare tale pericolosità abbastanza modesta. Nella tabella elaborata da Anderson e Atkins (1968), l'endosulfan figura tra quei prodotti moderatamente tossici che non vanno applicati durante il volo delle bottinatrici. Alle stesse conclusioni sembra sia pervenuto, dopo diversi anni di ricerche, Palmer-Jones (1967), il quale, inoltre, mette in guardia gli agricoltori dall'usare l'endosulfan su Crucifere in fiore, che hanno gli organi florali molto più esposti, ad esempio, delle Leguminose.

Altri Autori (Lavie, 1959; sopra tutto: Stute, 1961) considerano l'insetticida pressoché innocuo per le Api, sia che esso venga impiegato prima o durante il volo delle bottinatrici, sia che il trattamento venga effettuato su Crucifere in fiore come la Senape.

Numerose esperienze condotte da Stute (1961) in Germania proverebbero la non pericolosità del prodotto in pieno campo⁽¹⁰⁾.

Per tutte queste ragioni abbiamo creduto utile svolgere alcune personali ricerche sull'endosulfan in laboratorio, in serra e sulle colture all'aperto, i cui risultati diamo per la prima volta alle stampe.

Esperienze di laboratorio

1) Per contatto diretto (facendo colpire direttamente le Api dal getto insetticida).

Si è impiegato 4 cc di liquido insetticida⁽¹¹⁾ per tesi (6 dosi di endosulfan: 10 cc di p. c./hl; 17 cc; 29 cc; 51 cc; 87 cc; 150 cc), che, mediante un nebulizzatore, sono stati irrorati, volta per volta, su 10 Api narcotizzate con CO₂. Le Api trattate sono state, poi, trasferite in arnie alimentate con miele diluito e mantenute a temperatura e umidità costanti e ottimali. Come si può vedere nella figura 2 il prodotto è molto attivo per contatto diretto, sopra tutto a cominciare dalla terza dose. Le Api del testimone sono state irrorate con 4 cc di acqua pura.

2) Per contatto indiretto (facendo camminare le Api su superfici trattate, a diverso tempo dall'irrorazione).

La dose unica di endosulfan è stata di 150 cc di p.c./hl; 4 cc di liquido insetticida sono stati nebulizzati su di una superficie di 80 cm² di carta bibula. Le Api (10 individui per ripetizione; 4 ripetizioni per tesi) sono state messe a contatto con il supporto: a) 4 ore dopo il trattamento; b) mezz'ora dopo il trattamento⁽¹²⁾; c) subito dopo il trattamento. Le Api sono state lasciate 5 ore a contatto con il supporto cartaceo avvele-

⁽⁹⁾ I composti organici a base di cloro manifestano spesso, rispetto ai fosfororganici e ai carbammati, una attività ridotta sulle Api (Vedi: Pangaud, 1960).

⁽¹⁰⁾ L'Osservatorio per la protezione delle piante di Stoccarda, ha comunicato che, durante gli anni 1957-58, sarebbero stati impiegati contro il Maggiolino rispettivamente 14.500 e 38.300 Kg di endosulfan senza che un solo apicoltore abbia segnalato danni alle sue famiglie (Stute, 1961).

⁽¹¹⁾ Per le esperienze di laboratorio e di serra ho impiegato un prodotto emulsionabile al 35% di p.a. Per l'esperienza di campo, invece, una polvere bagnabile al 35% di p.a.

⁽¹²⁾ Le carte bibule di a) e b) erano state esposte al sole.



Fig. 7 - Valle Lepri - Colza in fiore (19 aprile 1968).

nato. Le superstiti sono state trasferite in seguito entro arnie mantenute a umidità e temperatura costanti e ottimali e alimentate con candito. I risultati furono che le Api: in *c*) erano tutte morte allo scadere delle 5 ore; in *b*) la mortalità era del 5% e in *a*) nulla.

3) Per ingestione continua (somministrando senza interruzione per 48 ore una soluzione di glucosio al 30% addizionato con endosulfan ad Api in claustrazione, mantenute a temperatura e umidità costanti e ottimali).

Le dosi erano quelle dell'esperienza 1. Ogni tesi era costituita da 140 Api. Abbiamo effettuato un unico controllo 48 ore dopo l'inizio della somministrazione (fig. 3). Dai risultati si deduce che l'endosulfan è tossico per ingestione anche a dosi relativamente modeste.

4) Per ingestione interrotta (interrom-

pendo la somministrazione dell'insetticida dopo poche ore e alimentando in seguito le Api con miele diluito puro).

Si è sperimentata una sola dose al 150 cc di p.c./hl di miele diluito al 30% con acqua. Come si vede nella figura 4, al cessare della somministrazione insetticida la mortalità decresce rapidamente per adeguarsi, in seguito, a quella del testimone.

Da tutte le esperienze di laboratorio si può dedurre che l'endosulfan è nocivo alle Api per ingestione, contatto diretto e, parzialmente, per contatto indiretto. Divenne, così, necessaria l'indagine della sua pericolosità su colture in fiore, durante o in assenza del volo delle bottinatrici.

Esperienze di serra

Con la serra poc'anzi descritta abbiamo effettuato due esperienze; la prima, utilizzando una varietà a ciclo brevissimo di *Bras-*

sica oleracea, var. *rapa*, è stata portata a termine a Bentivoglio (Bologna) nel 1966; la seconda ha avuto esito su *Medica*, nel 1968, in Valle Lepri. Ambedue le prove sono state svolte nel mese di agosto.

Nella prima esperienza (fig. 5) ho impiegato un alveare composto di circa 5000 individui. Il trattamento è stato effettuato durante il volo delle Api, alle ore 11; nella quantità di 4 litri di acqua addizionati con 6 cc di emulsione (150 cc di endosulfan p.c./hl). L'endosulfan non ha ingenerato fenomeni di repellenza: il bottinamento, dopo l'irrorazione, è continuato attivamente. La mortalità naturale nel raccoglitore, i giorni seguenti, si è mantenuta bassa (2-3 Api al giorno). Le Api morte lungo la rete di nylon, invece, e sopra tutto agli angoli della serra, sono risultate, a esperienza ultimata, molto numerose, 455, dovute certo in gran parte all'azione dell'insetticida. Sulla Rapa, dunque, l'endosulfan, irrorato durante il volo delle Api, provocherebbe in serra una mortalità del 6% (3% di mortalità attribuita alle condizioni sperimentali), ben superiore all'1,2% stabilito da Beran (1958) come limite di pericolosità per trattamenti su colture in fiore. Resterebbe così confermata l'attività particolarmente nociva dell'endosulfan sulle Api ove il trattamento venga effettuato su Crucifere in fiore (Palmer-Jones, 1967; Palmer-Jones e Forster, 1963).

L'altra esperienza di serra è stata condotta su *Medica* in fiore, impiegando un nucleo composto da 3000 individui, ed effettuando l'irrorazione (stessa dose dell'esperienza precedente) fuori dal volo delle bottinatrici, e cioè alle 8 di sera. A fine esperienza la mortalità è risultata di 200 Api, e cioè (considerando un tasso di mortalità da serra del 50%) si è aggirata sul 3%, metà di quella verificata sulla Rapa. In ambedue le prove non si sono osservati effetti nocivi sulla covata e, in generale, ripercussioni secondarie sfavorevoli sugli alvearini (fig. 6).

Prova di campo

L'8 aprile 1968, in Valle Lepri, 6 alveari, suddivisi in due gruppi di 3, sono stati sistemati alle opposte estremità di una imponente estensione di Colza (dell'ordine dei 100 ha), prossima a fiorire⁽¹³⁾. Ogni alveare era provvisto di trappole di Gary.

La mortalità naturale, computata sulle Api morte raccolte nelle reticelle, si è mantenuta, dall'8 al 17 aprile, sui 5-6 individui al giorno.

La mattina del 17 aprile, alle ore 11⁽¹⁴⁾, durante il pieno bottinamento delle Api, allontanati per un raggio di svariati chilometri tutti gli alveari della zona, si è dato inizio a un trattamento con endosulfan (1,5 kg. di polvere bagnabile per Ha) su di una estesa porzione di coltura contigua al primo gruppo di colonie sperimentali. Le Api bottinanti non manifestavano alcuna repellenza. Investite dal getto dell'atomizzatore si alzavano in volo, ronzando minacciosamente, per riprendere, subito dopo, il lavoro interrotto.

Alle 5 della sera, a bottinamento declinante, abbiamo spostata l'irrorazione in una zona del campo sita all'altra estremità e quindi contigua al secondo gruppo di famiglie. Si volevano così ottenere due diverse condizioni sperimentali; intervenendo ad attività piena e ridotta delle bottinatrici. Malaguratamente un getto dell'atomizzatore colpiva i due alveari più prossimi alla coltura, con conseguenze notevolmente perturbatrici dell'esperienza.

La mattina del 18 aprile in tutte le 6 reticelle di Gary la mortalità era normale (dalle 5 alle 8 api per ogni reticella); tuttavia, nei due alveari colpiti dal liquido insetticida tale mortalità cominciò a crescere dalla sera dello stesso giorno fino a raggiungere, il 20 aprile, un numero complessivo di 3063 e 708 Api morte e riadeguarsi, in seguito, alla mortalità degli altri quattro alveari che si era sempre mantenuta normale (figg. 7, 8).

Il 19 aprile, mentre era in corso il trattamento in zone della coltura non prossime alle colonie sperimentali, ho collezionato, raccogliendole una per una, 200 Api che bottinavano su aree di coltura irrorate il giorno prima.

Trasportate in laboratorio, le Api sono state poste in arnie alimentate con miele diluito e mantenute in condizioni costanti e ottimali di temperatura e umidità.

(13) Vogliamo ringraziare l'Ente del Delta Padano, nonché il dottor Fernando Miserocchi, suo funzionario, per l'ospitalità e la collaborazione.

(14) È noto che il trattamento contro il Nitidulide e il Curculionide deve, per sortire piena efficacia, essere fatto in ore calde e all'inizio di giornate soleggiate.



Fig. 8 - Valle Lepri - Colza in fiore. In fondo l'atomizzatore distribuisce l'endosulfan (17 aprile 1968).

Dopo 3 giorni la mortalità oscillava sul 15%, dopo 6 sul 30%, superiore a quella solitamente verificata in colonie di Api soggette a claustrazione.

A Colza sfiorita, abbiamo effettuata una visita agli alveari, rilevando buona covata e ottimo carico di miele. Si sono, allora, trasferite le 6 famiglie presso piante in fiore di *Robinia pseudoacacia* e, a fine anno, non era riscontrabile nulla di anormale.

Da tutte queste esperienze, per altro da completare, possiamo suggerire che:

1) L'endosulfan è tossico in laboratorio e presenta una certa pericolosità in campo, specie se irrorato su colture in fiore e durante il volo delle bottinatrici.

2) Il prodotto, secondo le prove di serra, richiede particolari cautele se usato sulle Crucifere in fiore.

3) Gli alveari colpiti direttamente dal

liquido insetticida presentano elevate mortalità, per cui andranno sempre mantenuti a distanze di sicurezza dai campi in cui l'intervento sia in corso.

4) Le differenze rilevate tra le prove in ambiente totalmente libero e quelle in ambiente limitato, in serra cioè, farebbero pensare a una insufficienza delle trappole di Gary nel rilievo delle mortalità. Le Api intossicate morirebbero in campo, senza fare ritorno all'alveare.

5) L'intervento (ove ciò sia compatibile con la sua efficacia contro il fitofago) andrebbe sempre fatto fuori dal volo delle bottinatrici, che potrebbero essere liberate alcune ore dopo la fine dell'irrorazione (evitando così alle Api il contatto diretto e sottoponendole a un contatto indiretto di azione attenuata).

6) L'insetticida, tuttavia, in serra, non ha provocato, nelle prove eseguite, mortalità

superiori al 6% e, in ogni caso, non sembrerebbe originare effetti secondari nocivi sulla colonia. La famiglia, infatti, non ha sofferto della decimazione in modo evidente (tre degli alveari sperimentali hanno sciarnato nell'estate e, a fine anno, tutti e sei presentavano un buon carico di miele).

7) Resta da valutare l'entità dei residui nel miele elaborato da bottino di campi soggetti a intervento con endosulfan.

8) Per definire l'azione dell'endosulfan sulle Api necessitano certo più ampie esperienze, magari mettendo in comparazione principi attivi cui oggi si attribuisca una relativa selettività.

BIBLIOGRAFIA

- ALLMANN S. L., MORISON D. L. (1950), «Agr. Gaz. N. S. Wales», 61: 209-211.
- ANDERSON L. D., ATKINS E. L. JR. (1958), «J. Ec. Ent.», 51: 103-108.
- , — (1958), «Cal. Agr.», 12: 3-4.
- , — (1952-66), «Univ. Cal. Riverside Dept. Ent. Ann. Repts. Proj. 1499».
- , — (1968), «Ann. Rev. Ent.», 13: 213-238.
- AKEBERG E., LESINS S. K. (1949), «Kun. Lant. Ann.», 16: 630-643.
- BERAN F. (1958), «Anz. Schadl.», 31: 97-101.
- (1962), «Anz. Schadl.», 35: 38-40.
- (1963), «Pflanz.», 29: 169-177.
- BERAN F., NEURURER J. (1956), «Pflanz.», 17: 113-190.
- BOHART G. E. (1960), «Bee World», 41: 57-64, 85-97.
- BOHART G. E., NYE W. P. (1960), «Agr. Exp. St. Utah Bull.», 419: 16 pp.
- BOVERY R. (1967), Payot, Lausanne.
- CELLI G. (1963), «Atti gior. fitopat. Bologna», 127-135.
- (1968), «Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna», 29: 1-44.
- CELLI G., GIORDANI G. (1966), «Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna», 28: 141-175.
- DADANT M. G. (1951), «Amer. Bee J.», 91: 142-143.
- EWERT R. (1928), «Arch. Bien.», 9: 57-65.
- FINKENBRINK (1958), cit. in Stute, 1961.
- FRANKLIN W. W., WOODROW W. (1951), «Techn. Bull. Kans. Agr. Exp. St.», 70: 64 pp.
- FRICTSHE R. (1955), «Beitr. Ent.», 5: 309-333.
- (1957), «Z. ang. Ent.», 40: 222-280.
- GARY N. E. (1960), «J. Ec. Ent.», 53: 782-785.
- GIORDANI G. (1967), «Nat. e Mont.», 7: 33-38.
- GIORDANI G., FOSCHI S. (1963), «Atti gior. fitopat. Bologna», 53-65.
- GRANFIELD C. O. (1951), «Techn. Bull. Kans. Agr. Exp. St.», 346: 65 pp.
- GRANFIELD C. O., THROCKMORTON R. I. (1945), «Techn. Bull. Kans. Agr. Exp. St.».
- GROUT R. A. (1950), «Ham. Ill. Dadant and Sons».
- HOBBS G. A., LILLY C. E. (1955), «Canad. J. Agr. Sc.», 35: 422-432.
- JOHANSEN C. (1959), «Wash. St. Hort. Ass. proc.», 55: 12-14.
- KNOWELLS R. P. (1943), «Sc. Agr. Ottawa», 24: 29-50.
- KRIEG A. (1967), «Mitt. Biol. Bund.», Berlin-Dahlem, 125: 106 pp.
- LAVIE (1959), cit. in Stute, 1961.
- LEVIN M. D., BOHART G. E. (1957), «J. Ec. Ent.», 50: 629-632.
- LOUVEAUX J., VERGÉ J. (1952), «Apic.», 96: 15-18.
- MOCZAR L. (1959), «Acad. Sc. Hung.», 9: 237-289.
- PALMER-JONES T. (1959), «N. Z. J. Agr. Res.», 2: 229-233.
- (1967), «N. Z. Sc. Rev.», 25: 23-26.
- PALMER-JONES T., FORSTER W. I. (1963), «N. Z. J. Agr. Res.», 6: 303-306.
- PANGAUD C. (1960), «Bull. Ap. Inf.», 3: 109-180.
- PANKIW P., BOLTON J. L., MACMAHON H. A., FOSTER J. R. (1956), «Can. J. Agr. Sc.», 36: 114-119.
- PANKRATOVA E. P. (1957), «Dokl. Tskha», 30: 322-336.
- RASULOV (1963), cit. in Solinas e Bin, 1965.
- REINHART J. F. (1952), «Am. Nat.», 86: 257-275.
- SACCHI R. (1964), «Ap. It.», 1: 8-13.
- (1961), XVIII Congr. Int. Ap. Madrid.
- SCHERNEY F. (1953), «Pflanz.», 4: 154-176.
- SHAW F. R., FISCHANG W. J. (1962), «Am. Bee J.», 102: 312-313.
- SOLINAS M., BIN F. (1965), «Sem. El.», 11: 32 pp.
- STEPHEN W. P. (1955), «J. Ec. Ent.», 48: 543-548.
- STUTE K. (1954), «Mitt. Biol. Berl.», 80: 79-81.
- (1961), «Anz. Schadl.», 34: 161-163.
- VANSELL G. H. (1951), «Circ. U.S. Dip. Agr.», 876: 11 pp.
- VANSELL G. H., TODD F. (1946), «J. Am. Soc. Agr.», 38: 470-487.
- WILDBOLZ T. (1962), «Schw. Z. Obst. Weinbau», 71: 279-281.
- ZAMBELLI N. (1960), «Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna», 24: 281-322.

RIASSUNTO

Grande importanza rivestono nel nostro Paese, in particolare in Romagna e nelle zone limitrofe delle Marche, le colture specializzate per la produzione di seme ortivo (Carota, Cipolla, Barbabietola, Cicoria, Lattuga, ecc.), nonché, sui terreni di bonifica del delta padano, le Crucifere destinate a rifornire le industrie produttrici di olio di semi. Queste colture, unitamente alla Medica, che è entrata marginalmente nelle nostre ricerche, sono nella maggior parte dei casi, a impollinazione incrociata entomofila, o comunque attivamente visitate dagli insetti pronubi, per cui la conservazione e la protezione dei medesimi, e in particolar modo di *Apis mellifera*, si configura, oggi, come un proble-

ma di primaria importanza, sopra tutto nel caso che un fitofago debba essere combattuto durante la fioritura della pianta ospite. Questa congiuntura si verifica per la Carota, in Romagna, infestata da un Lepidottero Oecophoride, *Depressaria marcella*, e per la Colza, nel delta padano, attaccata da due Coleotteri, il *Meligethes aeneus* e il *Ceuthorrhynchus assimilis*; è stato così necessario indagare quali degli insetticidi o dei preparati microbiologici a nostra disposizione risultassero meno nocivi alle Api bottinanti su colture in fiore soggette al trattamento. Il *Bacillus thuringiensis* Berliner, usato contro larve di *D. marcella*, ha mostrato sulle Api una tossicità abbastanza elevata in laboratorio, e per contro una totale innocuità in serra e in pieno campo. L'endosulfan, considerato dagli Autori, ora più, ora meno pericoloso per le Api, scelto per combattere i due Coleotteri della Colza, è stato oggetto da parte nostra di numerose esperienze di laboratorio, di serra e di campo. Le esperienze di laboratorio sulle Api hanno rivelato che il prodotto è fortemente tossico per ingestione, contatto diretto e, in minor misura, per contatto indiretto. Le esperienze di serra hanno mostrato che l'endosulfan, irrorato su Crucifere in fiore (Rapa) e durante il volo delle Api, provoca mortalità del 6%, mentre su Leguminose in fiore (Medica), se l'irrorazione è effettuata alcune ore prima dell'inizio del volo, la mortalità scende a valori del 3%. Le esperienze di pieno campo hanno messo in luce che gli alveari colpiti direttamente dal getto insetticida soffrono vistose decimazioni, mentre Api collezionate su fiori trattati il giorno prima mostravano in claustrazione mortalità anormali. In nessun caso abbiamo potuto rilevare ripercussioni secondarie nocive sulla covata degli alveari sperimentali che, a fine anno, presentavano, quantitativamente, un buon carico di miele.

Altre ricerche dovranno seguire.

SUMMARY

In Italy, especially in Romagna and in the neighboring area of Marche, as well as on the improved lands of the Po river delta, the specialized breeding involved in the production of garden seeds (carrot, onion, beet, chicory, lettuce, etc.)

has great importance. These cruciferae are employed to supply industries since they are producers of seed oil. These cultivations, together with those in alfalfa, (these entered slightly into our research) are in the majority of cases pollinated by insects through cross-fertilization. No matter how actively these insects engage in pollination, the conservation and the protection of them and in particular of *Apis mellifera* shapes up, today, as a problem of prime importance, mainly in the case where a pest must be controlled during the flowering of the host plant. This situation is verified for the carrot in Romagna, infected by *Depressaria marcella*, and for the rape-seed, in the Po river delta attacked by *Meligethes aeneus* and *Ceuthorrhynchus assimilis*; it was thus necessary to investigate which, among the insecticides or microbiological preparations at our disposal would turn out less harmful to the bees foraging in the cultivation of the flowers subject to sprays. *Bacillus thuringiensis* Berliner used against larvae of *D. marcella*, demonstrated a rather elevated toxicity on bees in the laboratory, and on the contrary a total innocuity in the greenhouse or in full field conditions. Endosulfan, considered by the authors, sometimes more, sometimes less, dangerous for the bees, selected for controlling the two Coleoptera of rape-seed as subjected by us to numerous laboratory, greenhouse and field experiments. The lab experiments on the bee revealed the product is strongly toxic when ingested, contacted directly, and in minor measure, when contacted indirectly. The greenhouse experiments demonstrated that endosulfan sprayed on the flowering cruciferae (turnip) and during the flight of the bees, caused a 6% mortality rate, while on the leguminosae in flower (alfalfa) if the spraying was effected a few hours before the beginning of the flight the mortality rate decreased to 3%. The experiments in full field brought to bear the fact that in the beehives struck directly by the spray of insecticide the bees sprayed will suffer considerable decimation, while bees collected on flowers treated the day before showed an abnormal mortality in confinement. In no case could we relieve the secondary harmful repercussions on the brood of the experimental beehives which at the end of the year, produced quantitatively a good crop of honey.

Additional research will be carried out.