

Capitolo  
**10**

## **IL MEGACHILE ROTUNDATA (F.)**

**Mauro Pinzauti**

*Dip. C.D.S.L., Sez. Entomologia Agraria, Università di Pisa*

### CONTENUTO

<b>Introduzione</b>	133
<b>Il ciclo biologico</b>	135
<b>I nidi artificiali</b>	136
<b>I parassiti</b>	138
<b>Linee guida per il servizio di impollinazione</b>	139
<b>Ringraziamenti</b>	141
<b>Bibliografia</b>	142



## Introduzione

Il *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787) (fig. 1) appartiene all'ordine Hymenoptera, superfamiglia Apoidea, famiglia Megachilidae. E' un insetto originario delle regioni Mediterranee e del Medio Oriente ed ha acquisito notorietà tra gli agricoltori nordamericani, negli anni cinquanta, quando è stata evidenziata la sua importanza come impollinatore dei fiori di Erba medica (Hobbs e Lilly, 1954; Bohart, 1962) (fig. 2a,b).

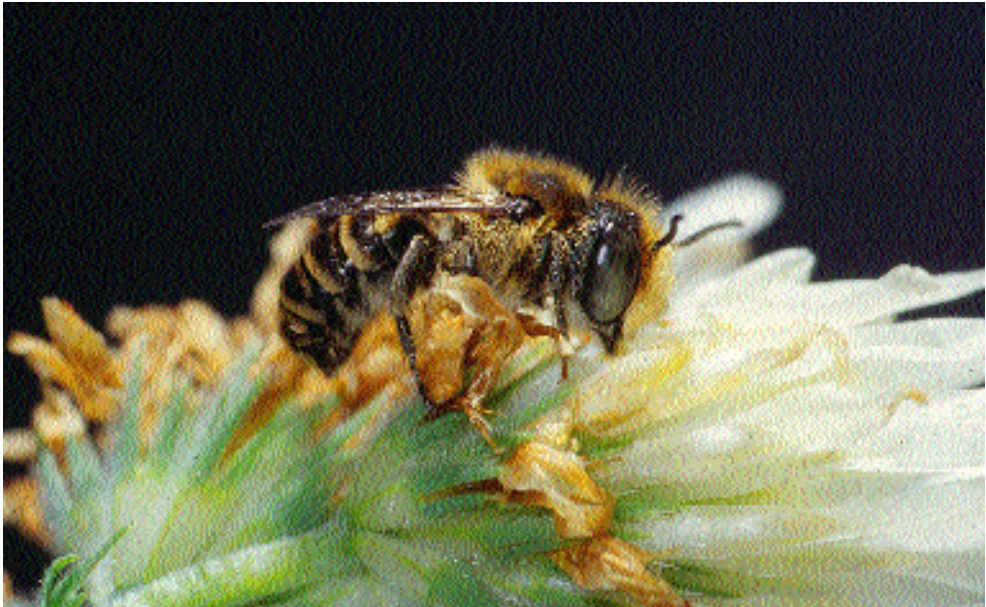


Figura 1 - *Megachile rotundata* (F.): adulto in attività trofica su fiore di trifoglio bianco.

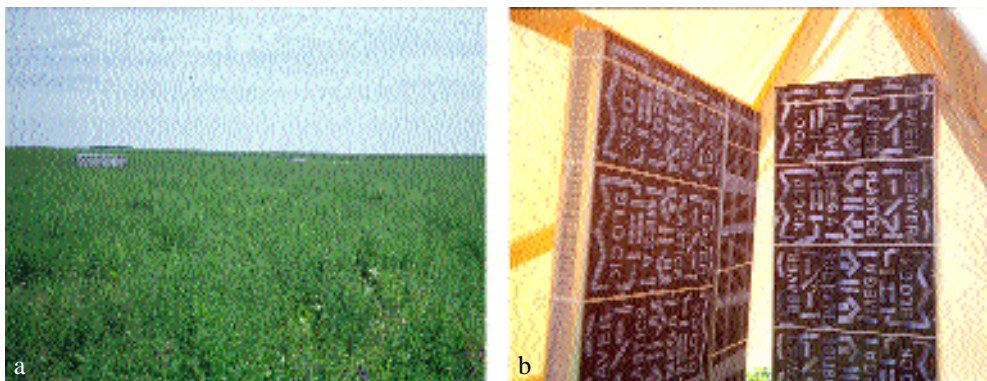


Figura 2 - Organizzazione del servizio di impollinazione su Erba medica in Lethbridge (Canada) con *Megachile rotundata* (F.): a) ottimale distribuzione delle centraline porta-nidi nell'appezzamento; b) nidi artificiali assemblati all'interno di una centralina.

Una piccola popolazione di *M. rotundata* era stata introdotta accidentalmente nel Nord America già dal 1940 (Krombein, 1948). Negli Stati Uniti prima e in Canada dal 1962 (Hobbs, 1972), tale megachilide ha trovato favorevoli condizioni ambientali che hanno permesso una sua proficua riproduzione (Stephen, 1961, 1962). Contemporaneamente alcuni ricercatori hanno anche avuto modo di evidenziare l'importanza di questo Apoideo nella produzione di semi di Erba medica (Hobbs, 1973; Richards, 1984) o di semi di altre Leguminose (Fairey *et al.*, 1989).

Anche se il genere *Megachile* (Latreille, 1802) è in Italia rappresentato da ben 39 specie (Pagliano 1995), dal 1987, presso i poderi sperimentali dell'Università di Pisa,



Figura 3 - *Megachile rotundata* (F.): controllo dell'attività di nidificazione in un campo sperimentale dell'Università di Copenaghen. Nel centro il Prof. N. Holm, esperto nell'allevamento di megachilidi in Europa.

sono iniziati gli allevamenti solo di *Megachile rotundata* partendo da un contingente catturato localmente con la tecnica del nest-trapping e integrandolo con un numero consistente di celle (circa 10.000) fornite dal Prof. Holm dell'Università di Copenaghen (fig. 3). Tale allevamento, ancora in atto (Pinzauti e Rondinini, 1991; Rondinini e Pinzauti, 1994; Pinzauti, 1996; Piano *et al.*, 1998) è stato in un primo momento trascurato e solo dal 1997, con l'avvio del Progetto ministeriale MiPA-AMA, è stato riconsiderato anche per quanto concerne la ricerca e la sperimentazione. Alcune particolari caratteristiche che contraddistinguono i maschi dalle femmine di *M. rotundata* sono sotto riportate.

Tab. 1 - Caratteristiche del maschio e della femmina di *Megachile rotundata* (F.).

	<b>Femmina</b>	<b>Maschio</b>
Lunghezza del corpo	8 – 10 mm	7 – 9 mm
N° articoli antenne*	12	13
Colore occhi composti	nero	iridescente
Parte frontale della testa	Peli fitti lungo il bordo del clipeo e degli occhi	Peli fitti grigiastri sull'intera faccia
Addome (gastro)	Punteggiato	Troncato alla fine
Pungiglione	Presente	Assente
Parte ventrale del gastro	Presenza di scopa (spazzola)	Assenza di scopa

\* Compreso scapo e pedicello (vedi Kristjansson e Pinzauti, 1995).

## Il ciclo biologico

All'inizio dell'estate i maschi di *M. rotundata* escono dai nidi qualche giorno prima delle femmine (proterandria) (fig 4) e rimangono in loco nutrendosi di nettare sui fiori presenti nell'ambiente. Alla fuoriuscita delle femmine dai siti di nidificazione si hanno gli accoppiamenti che avvengono, dopo un breve corteggiamento che consiste in ripetuti sfregamenti delle zampe e dell'antenne del maschio sul corpo della femmina, sempre in un substrato (su una foglia, su un fiore, per terra, ecc.) e mai in volo.



Figura 4 - *Megachile rotundata* (F.): sfarfallamento degli adulti dalle cellette.

Una volta ricevuto un numero di spermatozoi necessari a fecondare le circa 30 uova disponibili nell'ovario, la femmina inizia a cercare un possibile sito di nidificazione nell'ambiente. Trovata la cavità desiderata (sovente è la stessa utilizzata dalla propria madre o da altre conspecifiche) inizia a raccogliere pezzetti di foglie fresche per tappezzare il proprio nido pedotrofico (fig. 5, 8). In relazione alle dimensioni del tunnel l'insetto, con le mandibole ritaglia da 10 a 30 pezzi di foglia (dipende al diametro del sito prescelto) con i quali tappezza una cella dove, dopo avere riempito per circa 2/3 di polline umettato con sostanze varie (Gerber e Klostermeyer, 1972), vi deporrà un uovo sul polline accumulato (fig. 5). Una volta terminato di tappezzare la cella, questa ape solitaria denominata tagliatrice di foglie, passerà alla raccolta e alla costruzione di un nuovo involucro di pezzetti di foglia che, in successione nel tunnel, ospiterà la nuova riserva di polline e un'ulteriore uovo. E così via per tutta la lunghezza del tunnel per una profondità massima di circa 13 - 15 cm. Terminata l'ultima cella in sequenza nel tunnel, la femmina provvederà a ritagliare un numero consistente di pezzetti di foglia (anche fino a 50) per chiudere definitivamente l'ingresso del tunnel (fig. 6a,b).

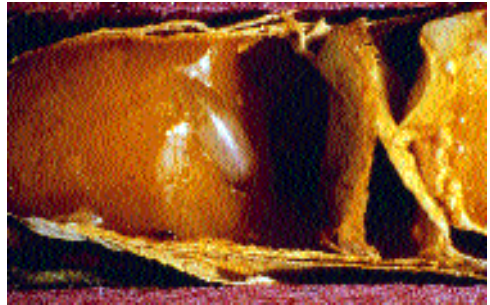


Figura 5 - *Megachile rotundata* (F.): uovo su scorta di polline accumulata nella cella rivestita con ritagli di foglie.

Generalmente ogni femmina, in condizioni meteorologiche favorevoli, depone circa 1 uovo al giorno per un arco di tempo di un mese. Sviluppatisi la larva sulla masserella del polline, questa si nutrirà in continuazione del *pabulum* accumulato dalla madre passando i diversi stadi larvali per giungere in ottobre, allo stadio di larva matura, alla costruzione di un bozzolo sericeo in cui entrerà in diapausa per passare i rigori invernali. Nella primavera successiva, a fine diapausa, la larva riprende-

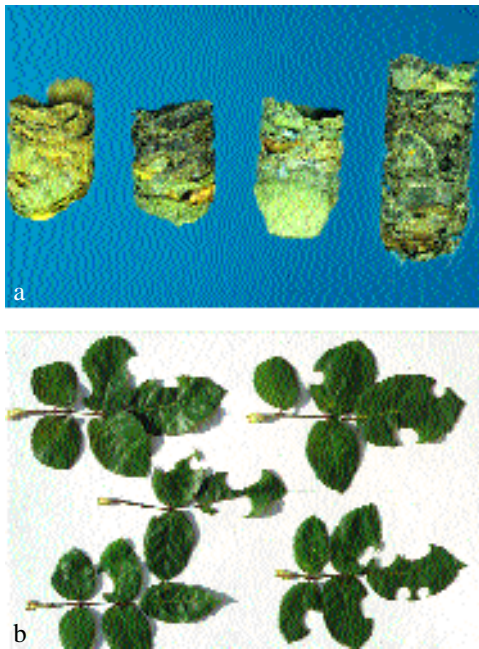


Figura 6 - *Megachile rotundata* (F.): a) “tappi” realizzati con ritagli di foglie (20-30); b) particolare di alcune foglie dove sono evidenti i ritagli.

rà l'attività metabolica normale fino ad impuparsi ed a sfarfallare all'inizio dell'estate.

Alle nostre latitudini il *M. rotundata*, come avviene in Spagna (Asensio, 1982), in Francia (Tasei, 1977) e in Danimarca (Holm, 1983), ha una generazione all'anno (specie monovoltina) mentre in Canada, secondo Kronic (1972), il bivoltinismo è presente. In Toscana qualora liberata precocemente dagli allevamenti, la specie presenta due generazioni.

Ogni maschio si può accoppiare con più femmine e rimane generalmente nell'ambiente circostante per circa due settimane passando le notti in angoli protetti (crepe varie, sotto zolle di terra od altro riparo). Per poter svolgere le proprie attività (volo, copula, ecc.) i maschi si nutrono periodicamente di nettare sui fiori fornendo nello stesso tempo, anch'essi, un'importante contributo nella impollinazione dei fiori presenti in loco.

Pur trattandosi di nidificazione di tipo gregario ogni femmina di *M. rotundata* provvede a colonizzare solo i propri tunnels e il maschio non collabora per niente nell'attività di nidificazione.

Normalmente i maschi e le femmine non si attivano a temperature inferiori ai 20 °C e raggiungono la loro massima attività di volo intorno ai 30 °C. Le femmine, di norma, continuano a visitare i fiori di Erba medica anche con temperature intorno ai 40 °C.

### I nidi artificiali

Come avviene per altre specie di insetti appartenenti alla famiglia Megachilidae, anche per quanto concerne le femmine di *M. rotundata* la ricerca del sito di nidificazione è indirizzata verso cavità naturali già preesistenti sul territorio. Normalmente queste preferiscono canne morte poste in posizione orizzontale o leggermente oblique, altre cavità legnose o murarie presenti nell'ambiente, del diametro di circa 6 mm.

A seguito dello sviluppo della tecnica del nest-trapping, utilizzata per oltre 10 anni presso l'Università di Pisa (Pinzauti, 1991; Felicioli e Pinzauti, 1994a,b; Felicioli, 1998), e a seguito delle proposte di allevamento intensivo del *M. rotundata* nel Sud d'Europa (Kronic *et. al.*, 1995), sono stati individuati nidi artificiali che possano ospitare un numero rilevante di femmine di megachile in attività di ovideposizione (fig. 7, 8).

A prescindere dal materiale impiegato per la realizzazione di questi nidi artificiali assemblati (plastica, polisterolo compresso, faesite, legno di vario tipo, culmi di paglia, ecc.), che poi sono quelli normalmente impiegati nella tecnica del rilascio e allevamento (releasing and rearing), appare importante utilizzare in Italia nidi componibili realizzati con elementi di legno o di faesite dove sono già scalfiti solchi semicircolari. Dopo l'unione, di questi elementi si ottengono, per nido, numerosi tunnels di 6 mm di diametro (fig. 8). Per una agevole lavorazione del materiale grezzo alla fresa, oltre alla faesite, buoni risultati sono stati ottenuti con legno di tiglio (*Tilia* sp.), pioppo, (*Populus* sp.), abete (*Picea* sp) e pino (*Pinus* sp.). In Canada ottimi risultati si ottengono anche con la lavorazione di polistirolo compresso. Dopo la costruzione è importante verificare che i nidi, una volta assemblati, chiudano perfettamente in modo da scongiurare una possibile parassitizzazione delle larve ad opera di Imenotteri Calcidoidei che con i loro lunghi ovidepositori sovente, qualora gli elementi non combacino perfettamente, riescono a raggiungere le larve all'interno dei tunnels (Fig. 8). La scelta del materiale da utilizzare per la realizzazione dei nidi va inoltre relazionata all'ambiente prescelto per il rilascio e l'allevamento. In ambienti umidi, o dove le condizioni meteorologiche risultano variabili, il legno pare che possa offrire maggiori garanzie rispetto alla plastica o al polistirolo compresso che di norma trattiene l'umidità presente nei ritagli di foglie favorendo così la formazione di muffe (in particolare l'*Ascosphaera*).

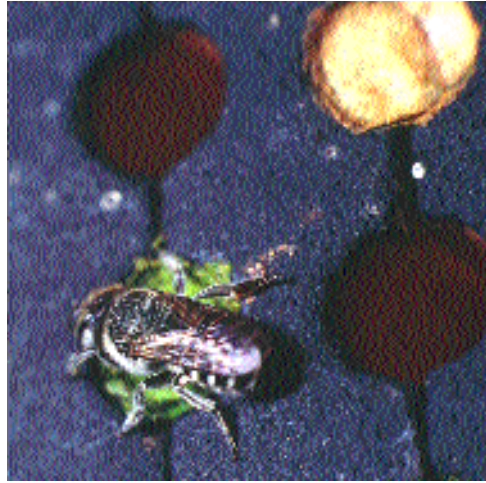


Figura 7 - *Megachile rotundata* (F.): Femmina intenta a chiudere con foglie un tunnel di un nido trappola artificiale assemblato.



Figura 8 - *Megachile rotundata* (F.): elementi di faesite lavorati alla fresa e assemblati a formare un nido trappola artificiale assemblato.

## I parassiti

Il contenimento dei parassiti risulta di basilare importanza nell'allevamento del *M. rotundata*; in natura gli insetti di questa specie vengono parassitizzati (durante il loro ciclo preimmaginale) per oltre il 90%. *L'Ascospaera aggregata*, sempre presente negli allevamenti, causa rilevanti danni alle larve e si trasmette per spore per lo più attraverso foglie e bozzoli infetti. La larva infettata, dal colore bianco passa prima al marrone per giungere al colore nero. La larva colpita appare lucente e al contatto manuale si rompe facilmente in pezzettini. Le femmine di megachile sfarfallando inevitabilmente transitano sopra le celle infettate dal fungo trattenendo nella peluria del gastro le spore che saranno trasportate poi nei nidi pedotrofici con i danni facilmente immaginabili.

I parassiti che più di altri limitano la presenza del *M. rotundata* sul territorio sono gli Imenotteri Calcidoidei (fig. 9a,b) ed in particolare il *Pteromalus apum* Retzius e il *Monodontomerus obscurus* West. che, in assenza del controllo da parte dell'uomo, possono parassitizzare anche fino al 100% della popolazione.

Oltre ai parassiti sopra menzionati, ce ne sono altri che causano alte mortalità di larve di *M. rotundata*. Il megachilide *Coelioxys rufocaudata* Sm. (= *echinata* Foerster), ad esempio, causa normalmente perdite notevoli (anche fino al 40% - Carre e Py, 1981). Detto cleptoparassita risulta molto pericoloso in quanto in Italia, a differenza di quanto si verifica in America, presenta un ciclo biologico del tutto parallelo a quello del *M. rotundata*. Favorendo una intensa attività di nidificazione di tipo gregario si può scongiurare una elevata parassitizzazione da *Coelioxys*. Infatti è stato riscontrato (Krunic *et. al.*, 1995) che un intenso passaggio di femmine nidificanti (entrata-uscita) di fronte al nido scoraggia le femmine di *Coelioxys* dall'entrare nei nidi-tunnels limitando in questo modo al minimo i danni per la nuova generazione di megachile.



Figura 9 - a) Tre adulti del Torimide *Monodontomerus obscurus* West. fuoriusciti da una celletta; b) fori di uscita di Imenotteri Calcidoidei in alcune cellette.



Tra i nemici del *M. rotundata* è importante citare anche il Coleottero Cleride del genere *Trichodes* (*T. apiarium* L. e *T. alvearius* F.) che appare, se non controllato adeguatamente, un pericoloso distruttore dei nidi di *M. rotundata*. La femmina di questo Coleottero di solito depone le proprie uova davanti ai nidi di megachile. Una volta liberatesi, queste larve rossastre si indirizzano immediatamente nei tunnel colonizzati dal megachile alimentandosi del contenuto delle celle. Una singola larva può giungere anche a distruggere tutte le larvette presenti in sequenza in un singolo tunnel passando, quando possibile, ad un'altro tunnel ancora. Alla fine dell'estate le larve di *Trichodes* formano un bozzolo di colore marrone dove si impupano. Non è raro, comunque, in ottobre-novembre, all'epoca dell'apertura dei nidi, ritrovare nei tunnels larve di *Trichodes* ancora attive (fig. 10).

Un semplice ed efficace metodo di difendere le popolazioni di *M. rotundata* dai Coleotteri del genere *Trichodes* è quello di togliere dall'appezzamento di leguminose da impollinare (ed eventualmente dalle piante marginali presenti ai bordi del campo) le Composite in fioritura, piante quest'ultime notoriamente frequentate dagli adulti di *Trichodes* (Bohart, 1962; Carre, 1980).

Altro Coleottero che penetra nei nidi di *M. rotundata* è il Meloide *Hapalus apicalis* Latr.. Infatti, all'apertura dei nidi di megachile si riscontrano frequentemente i bozzoli di colore marrone appartenenti a *H. apicalis*.

Altro parassita presente in Italia e in Jugoslavia (Mihajlovic *et al.*, 1989; Kronic *et al.*, 1995) è il Conopide *Physocephala vittata* F. che frequentemente sfarfalla dagli allevamenti di megachile in cattività.



Figura 10 - *Trichodes apiarius* L.: larva in attività trofica nel nido pedotrofico di *Megachile rotundata* (F.).

### Linee guida per il servizio di impollinazione

La frenetica attività di raccolta svolta dalle femmine di *M. rotundata* sui fiori dell'Erba medica (10-15 fiori per viaggio) fa sì che questo pronubo sia considerato il più idoneo per il servizio di impollinazione di questa Leguminosa da seme. Valutando l'incremento produttivo dei semi che questo insetto consente di ottenere nell'Erba medica (Kronic *et al.*, 1995) possiamo comparare, in termini di attività pronuba svolta, che ognuna di queste femmine corrisponde a 10 api bottinatrici. Infatti quest'ultime, come è noto (Kronic *et al.*, 1995; Loi e Pinzauti, 1999), sui fiori di Erba medica sono disincentivate dalla raccolta del polline a causa del fastidioso meccanismo a scatto di schiusura del fiore.

Per una corretta realizzazione del servizio di impollinazione mediante *M. rotundata* occorre considerare quanto segue:

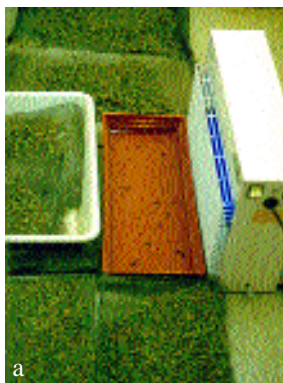
1) circa un mese prima dell'inizio della fioritura è necessario procedere allo spostamento delle cellette (circa 8-10.000 per ettaro di coltura) dall'ambiente refrige-

rato (4 °C) alla cella calda (30 °C) e con una umidità tra il 50 e il 70% (fig.11a);  
2) nel periodo compreso tra l'8° e il 14° giorno dalla disposizione a 30 °C è opportuno provvedere al controllo dei parassiti calcidoidei che sfarfallano proprio durante quei 6 giorni. Il controllo può essere realizzato sia attraverso la giornaliera aspirazione con un aspirapolvere (fig. 11b), oppure utilizzando una lampada attrattiva a raggi ultravioletti (fig. 11c) o impiegando un insetticida poco tossico. Integrando i tre metodi si ottengono, ovviamente, i migliori risultati.

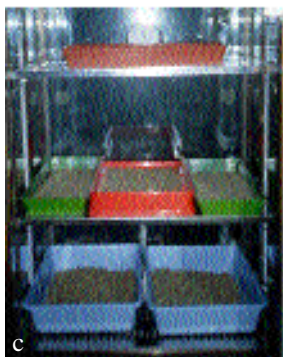
3) dal momento che lo sfarfallamento degli insetti (prima i maschi e dopo le femmine) si verifica di norma dopo 21-26 giorni di permanenza in cella a 30 °C, appare opportuno, durante quel periodo, predisporre le centraline nell'appezzamento di Erba medica da impollinare;

4) dopo il 21° giorno di permanenza delle cellette a 30 °C, al momento dei primi sfarfallamenti dei maschi, è necessario trasportare i vassoi nelle centraline dove, qualche giorno prima, sono stati introdotti i nidi artificiali assemblati;

5) per il numero di nidi da impiegare nel servizio di impollinazione è necessario considerare che ogni femmina (in genere la sex-ratio è di 2 maschi per 1 femmina) utilizza di norma per nidificare da 2 a 3 nidi-tunnels. E' opportuno considerare che i vassoi contenenti le cellette non devono mai ricevere direttamente la luce del sole. Nel caso di impiego di piccole centraline è bene posizionare i vassoi internamente, magari dietro ai nidi artificiali;



a



c



b

Figura 11 - *Megachile rotundata* (F.): a) lampada "attira-insetti" nella cella termostatica; b) aspirazione di Imenotteri Calcidoidei dalla cella termostatica; c) vassoi con cellette ubicate in cella termostatica.

6) Per un ottimale servizio di impollinazione è da considerare che il raggio di volo normalmente operato dalle femmine di *M. rotundata* è ridotto rispetto a quello registrabile nelle api mellifiche (Loi e Pinzauti, 1999) per cui è opportuno ubicare le centraline ad una distanza non superiore ai 300 metri l'una dall'altra;

7) recentemente è stato evidenziato un importante ruolo pronubo del *M. rotundata* anche nel settore del miglioramento genetico delle Leguminose. Infatti, l'impiego di questi insetti nella selezione di particolari "policross" presenti in gabbie (fig. 12) permette, nel breve periodo di ottenere elevate quantità di seme selezionato (Piano *et al.*, 1998);

8) considerato che l'attività di ovideposizione delle femmine di *M. rotundata* è di 30-40 giorni, non è consigliabile spostare i nidi prima di 60 giorni dalla data di introduzione in campo.



Figura 12 - *Megachile rotundata* (F.): prove di impollinazione su "policross" in gabbie.

### Ringraziamenti

Ricerca effettuata nell'ambito del Progetto Finalizzato AMA (Ape, Miele, Ambiente), finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole. Contributo n° 31.

## Bibliografia

- Asensio E.** (1982) - Leafcutter bee management in Spain. Problem of parasitism. Proc. First Int. Symp. non Alfalfa Leafcutting bee management. Saskatoon, Canada: 71-82.
- Bohart G.E.** (1962) - How to manage the leaf-cutting bee (*Megachile rotundata*) for alfalfa pollination. Publ. 7 Utah Agric. Expt. Station. Circ. 144: 7pp.
- Carre S.** (1980) - Biologie de deux prédateurs de l'abeille solitaire *Megachile rotundata* F. (- *pacifica* Panz.) (Hymenoptera, Megachilidae): *Trichodes alvearius* F. et *Trichodes apiarius* L. (Coleoptera, Cleridae). Méthodes de lutte. Apidologie, 11 (3): 255-300.
- Carre S., Py J.P.** (1981) - *Coelioxys rufocauta* Sm. (Hymenoptera, Megachilidae) pollinisateur de la luzerne. Apidologie, 12 (4): 303-317.
- Fairey D.T., Lefkovitch L.P., Lieveise J.A.C.** (1989) - The leafcutting bees, *Megachile rotundata* (F.): a potential pollinator for red clover. Jour. Appl. Ent. 107: 52-57.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994a) - Il nest-trapping come tecnica di studio degli imenotteri apoidei del genere *Osmia* Panzer. Atti XVIII Cong. Naz. Ital. Entomologia, Udine: 899-902.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994b) - Imenotteri del genere *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae) come potenziali impollinatori di piante di interesse agrario e forestale. In "Temi di Apicoltura Moderna". Provincia di Lucca - Regione Toscana: Ed.: 116-136.
- Gerber H.S., Klostermeyer E.C.** (1972) - Factors effecting the sex-ratio and nesting behaviour of the alfalfa leafcutter bee. Wash. Agric. Exp. Stat., Technical Bulletin N. 73.
- Hobbs G.A.** (1972) - Beekeeping with alfalfa leafcutter bees in Canada. Bee World, 63 (4): 167-173.
- Hobbs G.A.** (1973) - Alfalfa leafcutter bees for pollinating alfalfa in Western Canada.. Publ. Canada Department of Agriculture, n. 1495.
- Hobbs G.A., Lilly C.E.** (1954) - Ecology of species of *Megachile* Latreille in the mixed prairie region of southern Alberta with special reference to pollination of alfalfa. Ecology, 35: 453-462.
- Holm S.N.** (1983) - Introduction and propagation of the leafcutting bees (*Megachile rotundata*) in Denmark. 5th Inter. Symp. on Pollination, Versailles, France: 455-460.
- Kristjansson K., Pinzauti M.** (1995) - Chiave semplificata per la determinazione generica degli Apoidei italiani. Apicoltura (appendice), 10: 1-32.
- Krombein K.W.** (1948) - An adventive *Megachile* in Washington, DC. (Hymenoptera, Megachilidae). Proc. Ent. Soc. Wash. 50: 14.
- Kronic M. D.** (1972) - Voltinism in *Megachile rotundata* (Hymenoptera, Megachilidae) in Southern Alberta. Canadian Entomologist, 104: 185-188.
- Kronic M. D., Tasei J.N., Pinzauti M.** (1995) - Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under European conditions. Apicoltura, 10: 71-97.
- Mihajlovic Lj., Kronic M.D., Richards K.W.** (1989) - Hyperparasitism of *Physocephala vittata* (F.) (Diptera Conopidae) by *Habrocytus conopidarum* (Boucek) (Hymenoptera, Pteromalidae), a pest of *Megachile rotundata* (F.) (Hymenoptera, Megachilidae). Journal of the Kansas Entom. Soc., 62 (3): 418-420.
- Pagliano G.** (1995) - Hymenoptera Apoidea. In Checklist delle specie della fauna italiana. Ed. Calderini Bologna.
- Piano E., Pinzauti M., Annicchiarico P., Felicioli A., Pecetti L., Romani M.** (1998) - Impollinazione in ambiente confinato mediante Apoidei solitari nel miglioramento genetico di leguminose foraggiere. Sementi Elette, XLIV (2): 11-20.
- Pinzauti M.** (1991) - Possibilità di allevamento controllato di *Osmia rufa* L. e *Osmia cornuta* Ltr. (Hymenoptera: Megachilidae) per l'impollinazione dei frutteti. 1 nota preliminare. Atti XVI Congr. Naz. Ital. Entomologia. Bari/Martina Franca: 537- 544.
- Pinzauti M.** (1996) - Apoidei pronubi: possibilità di un loro allevamento per l'impollinazione controllata. La Selezione Veterinaria, 11: 945-957.
- Pinzauti M., Rondinini T.** (1991) - Il Servizio di Impollinazione; L'Italia Agricola, 128 (1): 177-184.
- Richards K.W.** (1984) - Relationships of leafcutter bee cell productivity of alfalfa seed yield. Proc. V° Symp. on Pollination, Versailles. Publ. INRA n. 21: 449-453.

- Rondinini T., Pinzauti M.** (1994) - Problematiche attinenti al servizio di impollinazione mediante imenotteri pronubi. In "Temi di Apicoltura Moderna". Provincia di Lucca - Regione Toscana Ed. : 137-149.
- Stephen W.P.** (1961) - Artificial nesting sites of the leafcutter bee, *Megachile (Eutricharae) rotundata*, for alfalfa pollination. J. Econ. Ent. 54 (5): 989-993.
- Stephen W.P.** (1962) - Propagation of the leafcutter bee for alfalfa seed production. Oregon Agr.Exp.Station, Bull. N. 586.
- Tasei J.N.** (1977) - Possibilit  de molteplication du pollinisateur de la luzerne *Megachile pacifica* Pz. in france. Apidologie, 8 (1): 61-82.



Capitolo  
**11**

**EFFICACIA DEL  
MEGACHILE ROTUNDATA (F.)  
NELL'IMPOLLINAZIONE  
DELL'ERBA MEDICA**

**Giorgio Loi, Mauro Pinzauti**

*Dip. C.D.S.L., Sez., Entomologia Agraria, Università di Pisa*

CONTENUTO

<b>Premessa</b>	147
<b>Scopo della ricerca</b>	147
<b>Materiali e metodi</b>	148
<i>Area di studio.</i>	148
<i>Allevamento del Megachile rotundata (F.).</i>	149
<i>Rilevamento dell'entomofauna durante la fioritura dell'erba medica.</i>	149
<i>Raccolta delle piante e determinazione del numero e del peso dei semi.</i>	149
<b>Risultati</b>	150
<i>Confronto tra il campo di controllo "A" ed i campi "B" e "C".</i>	150
<i>Osservazioni particolari nel campo "D".</i>	150
<i>Rilevamento dell'entomofauna gravante sui campi di medica.</i>	151
<b>Conclusioni</b>	152
<b>Ringraziamenti</b>	156
<b>Bibliografia</b>	157





## Premessa

L'impollinazione incrociata effettuata mediante gli insetti pronubi è il requisito essenziale per produrre semi di Erba medica (McGregor, 1976; Free, 1993).

A causa del noto meccanismo di scatto che agisce durante la visita dell'insetto pronubo, le api mellifiche (*Apis mellifera* L.) non risultano idonee ad assicurare remunerative produzioni di semi da questa coltura (Kronic *et al.*, 1995).

Sperimentazioni condotte negli Stati Uniti d'America ed in Canada, dove dall'epoca dell'ultima guerra mondiale è stata importata dall'areale mediterraneo "l'ape tagliatrice di foglie" (leaf-cutting bee), *Megachile rotundata* (F.), hanno evidenziato come questo Apoideo Megachilide (fig.1) risulti particolarmente idoneo a garantire l'impollinazione incrociata dell'Erba medica, *Medicago sativa* L. (Bohart, 1972; Bohart e Knowlton, 1967; Hobbs, 1973; Richards, 1984; Pankiw e Lieverse, 1977; Fairey, 1986; Fairey *et al.*, 1984).

In Italia la riproduzione del *M. rotundata*, finalizzata all'impollinazione guidata dell' Erba medica, è iniziata nel 1987 (Pinzauti Rondinini, 1991; Rondinini Pinzauti, 1994) e le condizioni ambientali, se pur non favorevoli come quelle del Nord America, consentono d'incrementare ogni anno significativamente gli allevamenti (Kronic *et al.*, 1995). Inoltre, sempre in Italia, l'impiego di detto Megachilide si è dimostrato idoneo, oltre che nell'impollinazione dell'Erba medica, anche sul Trifoglio coltivato in gabbie per sperimentazioni genetiche (Piano *et al.*, 1998).



Figura 1 - Esemplare di *Megachile rotundata* (F.) su fiori di erba medica, schiusi a seguito della visita dell'insetto.

## Scopo della ricerca

Le condizioni nelle quali l'insetto è stato impiegato, riportate nella premessa, riguardano la produzione di seme su aree vastissime (v. fig. 2).

Recentemente, in un particolare areale dell'Italia Centrale, si è voluto condurre questo studio finalizzato a valutare l'effettiva attività pronuba svolta dal *M. rotundata* sui fiori dell'Erba medica e a valutare le distanze di foraggiamento percorse da questo Apoideo dal nido artificiale.

Più in particolare, lo scopo della ricerca è stato quello di valutare la possibilità d'impiego del *Megachile rotundata* (F.) in appezzamenti ridotti ed in ambienti variati, naturalmente provvisti di una entomofauna numerosa e diversificata, dove, tra l'altro, sono possibili fenomeni di competizione (v. fig. 3).



Figura 2 - Coltivazioni di Erba medica da seme nello Stato di Alberta (Canada).



Figura 3 - Coltura di Erba medica nel Centro Interdipartimentale "E. Avanzi", in prossimità della città di Pisa.

## Materiali e metodi

### Area di studio.

Lo studio è stato condotto durante l'estate del 1997 presso i campi sperimentali del Centro Interdipartimentale per le Ricerche agro-ambientali "E. Avanzi", situato nell'ex Tenuta di Tombolo a circa 10 chilometri ad ovest della città di Pisa.

Le prove hanno interessato l'erba medica (*Medicago sativa* L.), varietà "Messe". Le osservazioni sono state condotte nel periodo luglio - agosto, dopo il secondo taglio. I campi, per un'estensione totale di 6 ha, erano a circa 2 km dal mare, in prossimità di una pineta con sottobosco, che svolgeva funzione di frangivento, proteggendo

la coltura dagli effetti della salsedine.

Dei quattro appezzamenti considerati, della lunghezza di circa 300 m ciascuno:

- uno, denominato campo "A", è stato adibito a controllo;

- in un secondo, denominato campo "B" è stata posta una centralina d'impollinazione (v. fig. 5) ubicata ad un'estremità, con apertura a sud-est, contenente 10.000 cellette di *Megachile rotundata* (F.) prossime allo sfarfallamento e 16 nidi artificiali assemblati per favorire l'ovideposizione;

- nel terzo e nel quarto (denominati campo "C" e campo "D") sono state ubicate due centraline come quella sopra descritta, però poste ciascuna nel centro di ogni appezzamento.



Figura 4 - Cellette pronte per l'inserimento nelle centraline.

*Allevamento del Megachile rotundata (F.).*

Il Megachilide, ottenuto l'anno precedente durante le campagne di "nest-trapping" è stato mantenuto per circa 6 mesi in ambiente refrigerato a 4 °C e, 25 giorni prima dell'utilizzo, in ambiente termostato a 30 °C fino all'inizio dello sfarfallamento.

Al momento dell'impiego, le cellette contenenti i *Megachile* prossimi allo sfarfallamento sono state poste in appositi contenitori (v. fig. 4) e disposti all'interno delle centraline, in modo da proteggerli dalla luce diretta del sole.

Per comodità del lettore, si ricordano alcune notizie sul *M. rotundata*. Dopo l'accoppiamento le femmine iniziano l'ispezione dei tunnel dei nidi e la raccolta di porzioni di foglia e di polline, il che durerà da 4 a 6 settimane. I maschi rimangono nell'ambiente per circa una settimana nell'attesa di fecondare altre femmine, concorrendo, con la loro attività trofica, all'opera di impollinazione.



Figura 5 - Centralina d'impollinazione posta in campo.

*Rilevamento dell'entomofauna durante la fioritura dell'erba medica.*

Attività di volo del *Megachile rotundata* - Durante la sperimentazione sono state effettuate osservazioni sulla distanza di volo dell'Apoideo in questione. I rilevamenti sono stati condotti direttamente sui fiori a distanze prefissate dalla centralina, su 1 m<sup>2</sup>, delimitato da una cornice di legno. Per facilitare le osservazioni sono state marcate sui fiori, mediante un dispensatore a pompetta, le femmine di *Megachile* con polveri fluorescenti, affinché un altro osservatore potesse verificarne il ritorno al nido (Pinzauti e Frediani, 1986).

Attività di volo di altri insetti - Sono state condotte, in diverse ore del giorno, osservazioni e catture di insetti che frequentavano la fioritura di erba medica. Tali rilevamenti, in numero di 11, sono stati effettuati dall'11 al 28 luglio del 1997; essi sono riferiti ad 1 m<sup>2</sup> e ad intervalli di 30 minuti, per lassi di tempo compresi, al mattino, tra le 9.00 e le 11.30 e, nel pomeriggio, tra le 16.30 e le 19.00 (orario legale).

*Raccolta delle piante e determinazione del numero e del peso dei semi.*

A fine fruttificazione, a distanze prefissate dalla centralina, sono state prelevati, con la massima attenzione possibile, 4 cespi di Erba medica. Presso il Laboratorio di

Analisi Sementi della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa sono stati raccolti e contati i semi di ogni singola pianta e determinato il peso medio di 1000 semi. Questi ultimi dati (cioè quelli riguardanti il peso di 1000 semi) non sono stati presi in considerazione in questo lavoro, non essendosi notata alcuna differenza nei diversi campioni.

## Risultati

*Confronto tra il campo di controllo "A" ed i campi "B" e "C".*

L'efficienza del *M. rotundata* come impollinatore dell'erba medica emerge dal confronto tra il numero dei semi raccolti dai cespi della foraggera del campo di controllo (campo "A": v. fig. n. 6) ed il numero di quelli contati negli appezzamenti "B" e "C" (v. figg. nn. 7 e 8 e cfr. con tab. n. 1).

Tabella 1 - Confronto tra le medie dei semi ottenuti nel campo di controllo (campo "A") e quelle ottenute nei campi "B", "C" e "D" fino ad una distanza di 60 m ed oltre i 60 m dalla centralina d'impollinazione.

Campo controllo						
Campo "A"	Media semi	434,40		N. minimo	370	
	DS	59,286		N. massimo	504	
Campi con centraline d'impollinazione						
	Fino a m 60 dalla centralina			Oltre i m 60 dalla centralina		
Campo "B"	Media semi	1419,19	N. minimo	500	Media semi	485,13
	DS	873,963	N. massimo	3919	DS	151,239
Campo "C"	Media semi	1121,63	N. minimo	382	Media semi	283,20
	DS	533,504	N. massimo	1924	DS	266,407
Campo "D"	Media semi	1695,33	N. minimo	321	Media semi	325,17
	DS	904,154	N. massimo	2519	DS	87,826
					N. minimo	185
					N. massimo	426

Per quanto riguarda i risultati delle prove effettuate in "B" e "C" (ai quali sono state adattate equazioni di 4° grado), si osservi come l'andamento sia assai simile. Infatti il numero dei semi raccolti, relativamente basso a breve distanza dalla centralina d'impollinazione, si eleva e rimanga alto fino a circa 60 m da detta centralina, per poi raggiungere ordini di grandezza simili a quelli riscontrati nell'appezzamento di controllo, indicato come campo "A". Vi è da notare che nel campo "C" si è avuta una produzione minore a causa di una forte invasione di *Cuscuta*.

*Osservazioni particolari nel campo "D".*

Nel campo "D", nel quale la centralina era posta nel centro dell'appezzamento, sono state effettuate ricerche ed osservazioni particolari. Nella figura n. 9 è riportato l'andamento medio della curva d'impollinazione, espressa come media del numero di semi raccolti a destra ed a sinistra della capannina, lungo l'asse maggiore del campo. Detta curva, come appare evidente dal grafico, presenta un andamento del tutto simile a quello a quello dei campi "B" e "C" (cfr. con i grafici nn. 7 e 8).

Nella figura n. 10 sono riportate le spezzate che indicano il numero di semi contati per ogni campione di medica, estirpati intorno alla centralina d'impollinazione (considerati a distanza 0) e a 30, 60, 90, 120, 150 m da questa, sino a comprendere tutta la lunghezza

za del campo "D". Si osservi come, sia a sinistra sia a destra, si abbia un deciso abbassamento del numero di semi per quanto riguarda i campioni raccolti a 90 m ed oltre. Tale risultato è spiegato dal grafico n.11, dove sono riportati gli avvistamenti di *Megachile rotundata* marcati (cfr. con quanto scritto in "Materiali e Metodi"): il Megachilide, in presenza di una abbondante fioritura, non si allontana molto dal sito scelto come nido pedotrofico. Infatti, nelle due serie di rilevamenti effettuati a distanze di 10 in 10 m, iniziando naturalmente dalla centralina d'impollinazione, a 90 m ed oltre è scarsamente presente (una sola osservazione ai 90 m) o del tutto assente.

#### *Rilevamento dell'entomofauna gravante sui campi di medica.*

E' necessario premettere che in nessuno degli appezzamenti presi in considerazione si è riscontrata la presenza di *Megachile rotundata* (F.) allo stato naturale. Ovviamente, la specie non viene considerata in questo paragrafo

*Rilevamento di altri Apoidei* - Nella figura n. 12 sono riportate le medie dei rilevamenti (osservazioni e catture) di Apoidei effettuate nel periodo e con le modalità già riferite in "Materiali e Metodi".

Oltre alla presenza massiccia di *Apis mellifera* L., sono stati osservati, sui fiori, numerosi *Bombus terrestris* (L.) e *B. pascuorum* (Scop.); inoltre vi erano *Andrenidae* e *Halictidae*.

Infine i *Megachilidae* erano ben rappresentati dall'*Heriades truncorum* (L.), favorito dall'abbondanza di resina (indispensabile all'insetto per sigillare i nidi pedotrofici) e dalla relativa vicinanza di colture di Girasole. Per quanto riguarda il genere *Megachile*, l'unica specie presente era il *M. centuncularis* (L.), non molto frequente. Nella figura 11 si può notare come l'*Apis mellifera* e gli *Heriades* siano risultati frequenti soprattutto al mattino, mentre gli altri Apoidei visitavano la fioritura di medica nelle ore pomeridiane.

*Rilevamento di altri Insetti* - I rilevamenti (osservazioni e catture) di Insetti appartenenti a vari ordini sono riportati nella figura n. 13.

Tra i Lepidotteri frequentissimi sono risultati i Licenidi, con le due specie *Polyommatus icarus* Rott., le cui larve sono infeudate alle Leguminose erbacee, e *Lycaena dispar* Hw. subsp. *rutila* Wern., propria dei luoghi umidi. I Pieridi erano rappresentati, oltre che dalla notissima Cavolaia, *Pieris brassicae* (L.), dalla *Artogeia rapae* (L.) e dalla *Colias croceus* Geoff., i Satiridi dalla *Lasiommata megera* (L.).

Tra i Ditteri, i Sirfidi erano senza alcun dubbio i più numerosi, specialmente i *Syrphinae* (generi *Sphaerophoria*, *Melanostoma*, *Epistrophe*, *Platycheirus*); si sono notati anche *Dolichopodidae*, *Anthomyidae* e *Larvaevoridae*.

I Vespoidei erano rappresentati da *Vespa*, *Vespula* ed *Eumenes*.

Oltre agli Insetti ricordati sopra, che svolgono (con maggiore o minore efficacia) opera d'impollinazione, sulle piante vi erano Coleotteri: Crisomelidi, particolarmente *Halticinae*, e Coccinellidi, tra cui *Coccinella septempunctata* L. e *Hippodamia variegata* (Goetz.).

Rimangono da citare i Rincoti, con le famiglie *Cixiidae*, *Miridae*, *Reduviidae* e *Pentatomidae* ed infine gli Odonati Anisotteri, in rapido volo radente sulla coltura o posati sulle piante.

A commento della figura n. 13, si può dire che la presenza degli insetti sopra considerati è maggiore al mattino, mentre nelle ore pomeridiane si ha una certa ripresa solo quando diminuisce la temperatura della giornata d'estate.

## Conclusioni

L'efficacia del *M. rotundata* come impollinatore dell'Erba medica è chiaramente dimostrata dai risultati ottenuti ed illustrati in precedenza.

Il forte incremento del numero dei semi riscontrato nel raggio d'azione dell'insetto è senz'altro dovuto alla sua immissione massiccia nella coltura, tuttavia non può essere attribuito soltanto a questo fattore ma anche ad uno specifico adattamento della specie (ormai universalmente riconosciuto) alle colture di Medica, superiore a quello di altri pronubi, ivi compresi i bombi e le api mellifiche.

Infatti il particolare ambiente nel quale si sono svolte le prove (campi intervallati da siepi, da alberate e da bosco e con zone aride ed umide alternantesi in brevi spazi) mette a disposizione delle colture una entomofauna abbondante e varia, della quale non per caso si è cercato di dare un'idea il più possibile completa. Con tutto ciò l'incremento della produzione di semente nei tre campi nei quali erano state poste le centrali d'impollinazione è, a nostro parere, tale da fare prendere in considerazione l'impiego del *M. rotundata* nelle colture da seme di Erba medica, ponendolo insieme alle altre cure colturali, anche dove la fecondazione dei fiori sembra assicurata da numerose specie pronube.

Il breve raggio d'azione del Megachilide in questione (che pertanto rimane sul campo) offre l'opportunità di ottenere convenienti produzioni di semi anche in spazi relativamente ridotti, con eventuale recupero di aree per altre coltivazioni.

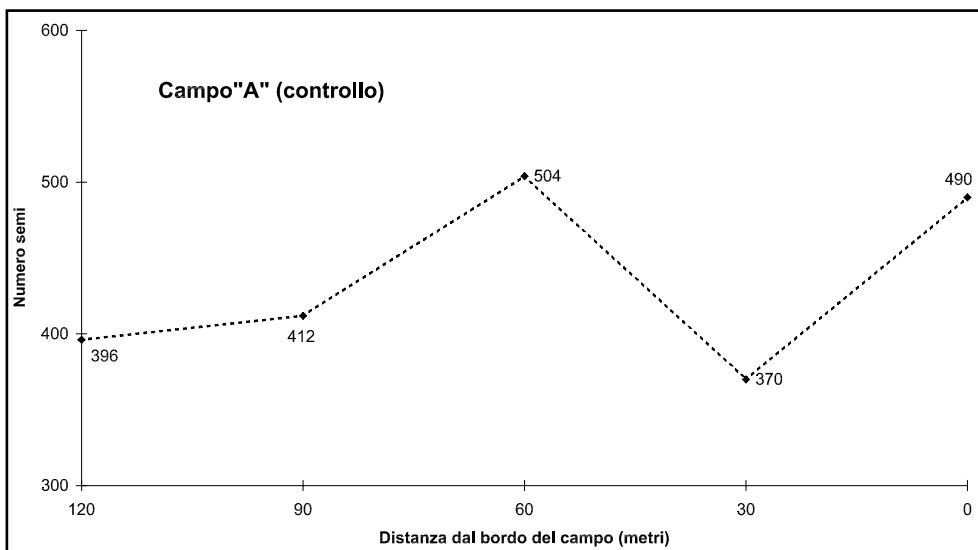


Figura 6 - Numero di semi contati su 4 cespi per campione nel campo di controllo (campo "A"), nel quale non erano state poste centrali d'impollinazione. Questi dati sono stati presi iniziando da un bordo e fino a circa la metà del campo.

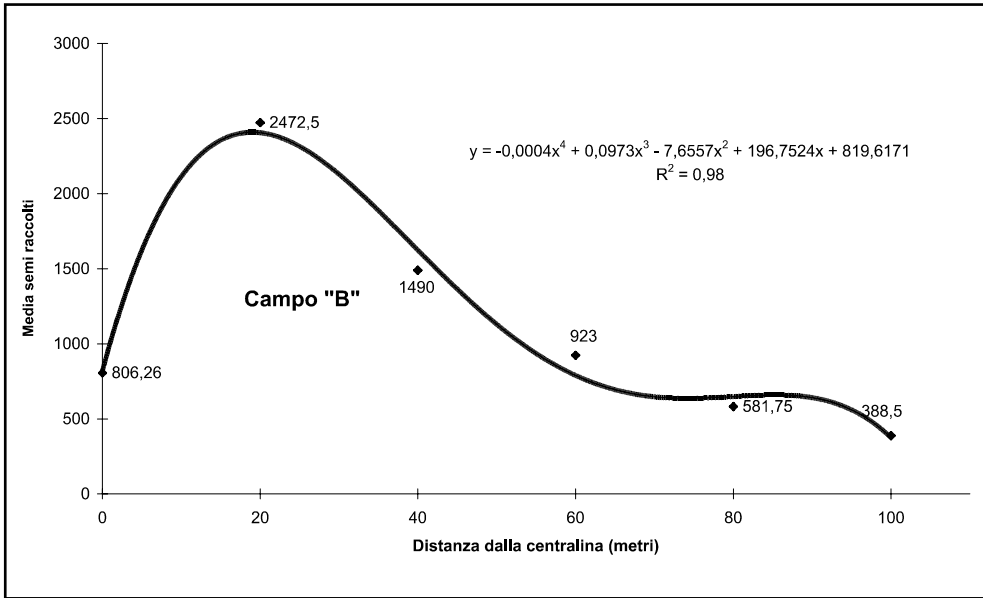


Figura 7 - Medie di semi raccolti nel campo "B" a distanze prefissate dalla centralina. Ciascuna media è basata sul numero dei semi portati da 4 cespi di piante.

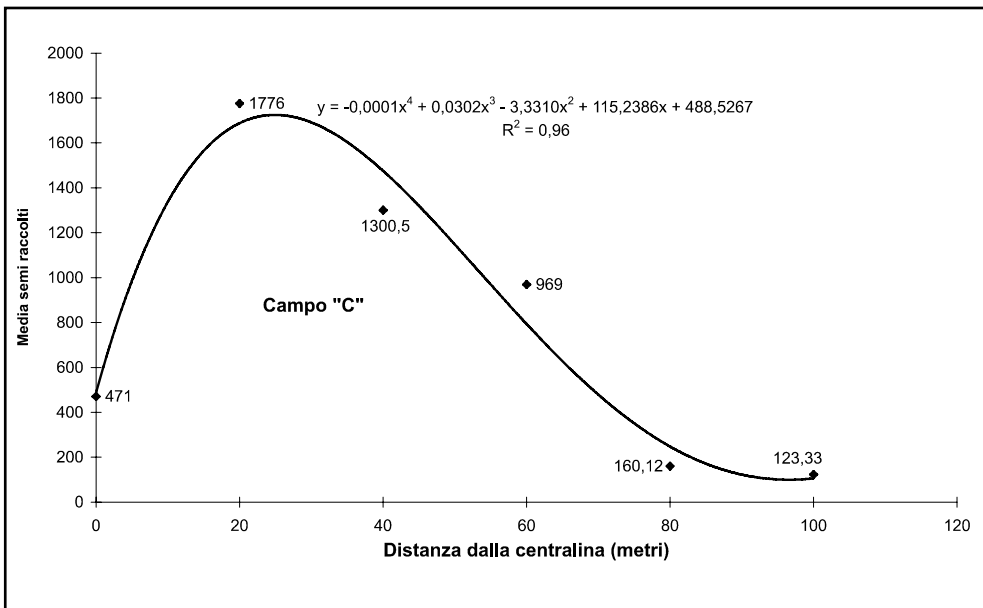


Figura 8 - Medie di semi raccolti nel campo "C" a distanze prefissate dalla centralina. Ciascuna media è basata sul numero dei semi portati da 4 cespi di piante (2 raccolte a destra e 2 a sinistra della centralina).

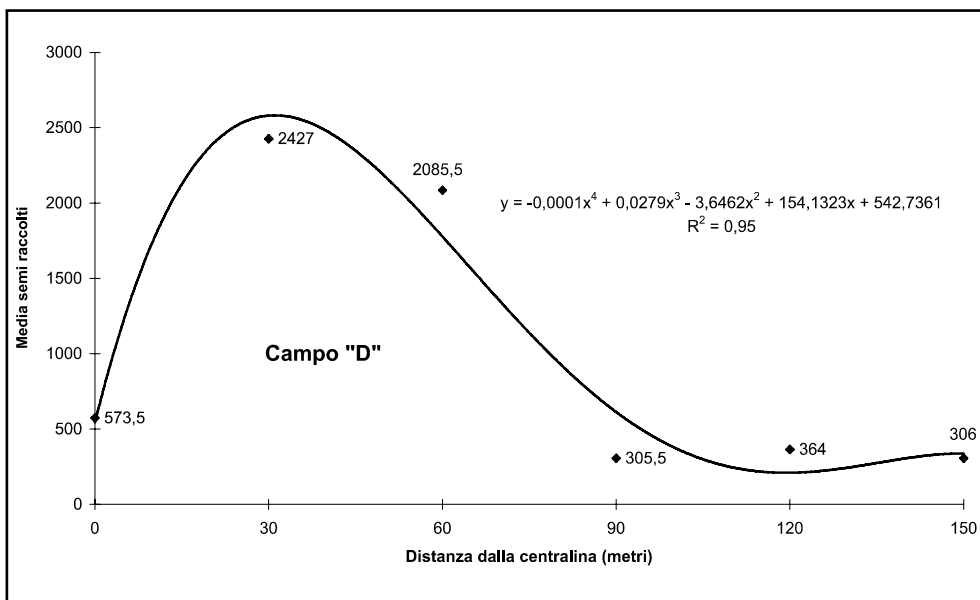


Figura 9 - Medie di semi raccolti nel campo "D" a distanze prefissate dalla centralina posta nel centro dell'apezzamento. Ciascuna media è basata sul numero dei semi portati da 8 cespi di piante (4 raccolti a destra e 4 raccolti a sinistra della centralina d'impollinazione).

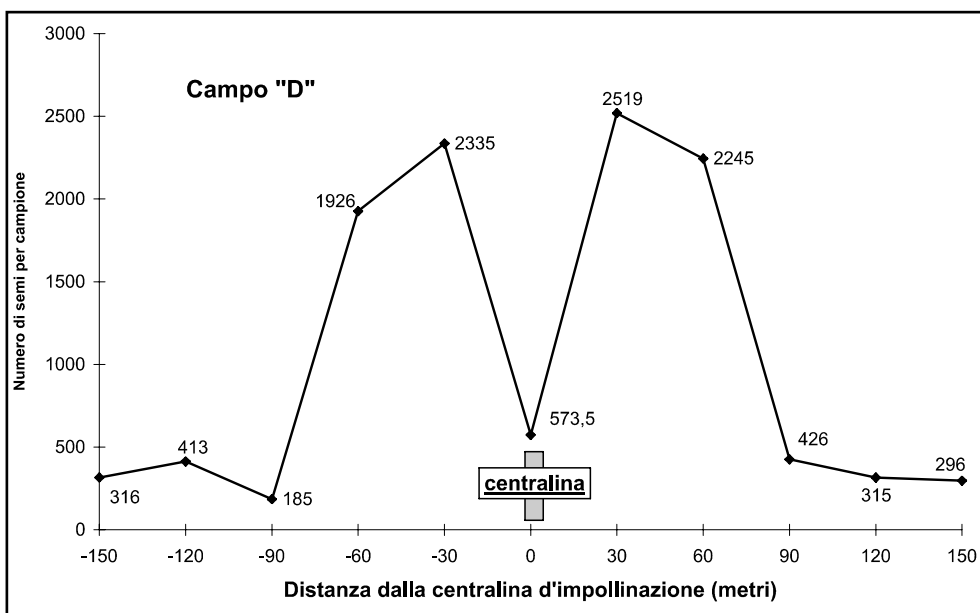


Figura 10 - Numero di semi raccolti nel campo "D" a distanze prefissate dalla centralina, posta nel centro dell'apezzamento, fino a comprendere l'intera lunghezza del campo. Si noti come, a distanza di 90 metri, a sinistra e a destra della centralina medesima, il numero dei semi diminuisca notevolmente.



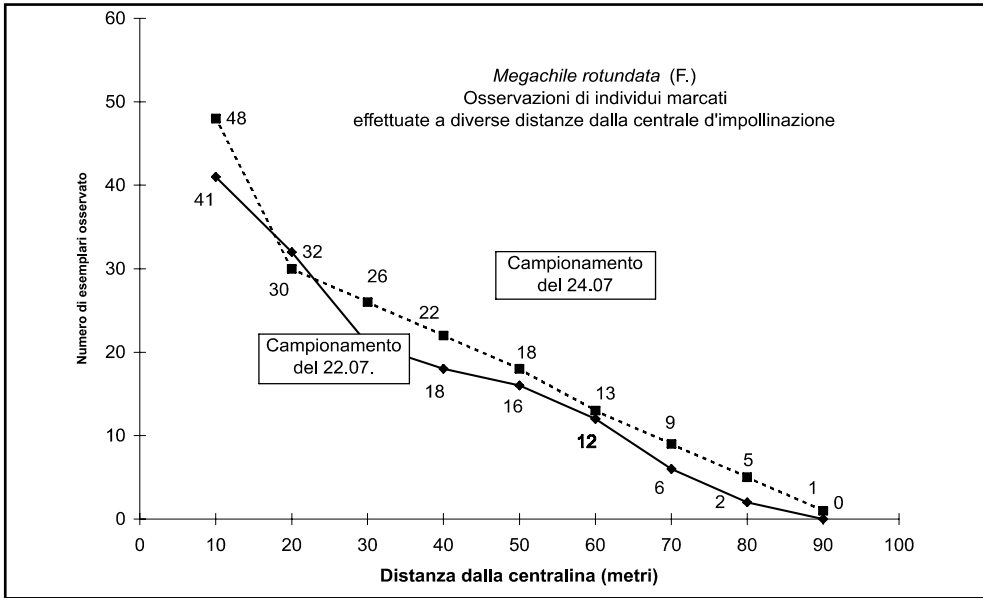


Figura 11 - Osservazioni di femmine di *Megachile rotundata* (F.), marcate con polveri fluorescenti a varie distanze dalla centralina, riferite ad 1 m<sup>2</sup> di superficie del campo. Oltre i 90 metri non si è mai avuto alcun riscontro.

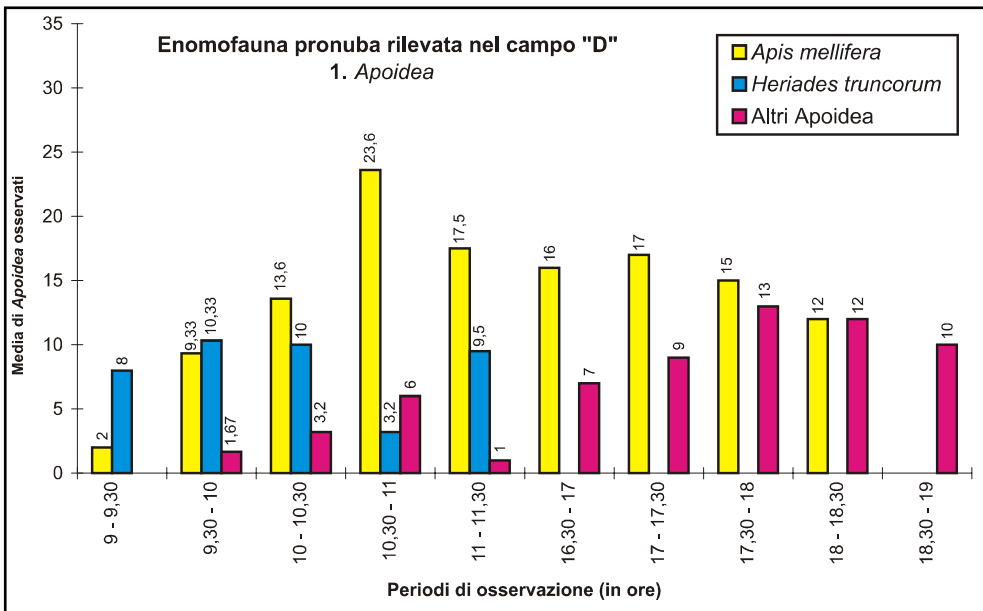


Figura 12- Numero medio di Apoidei, risultante da 11 campionamenti su 1 m<sup>2</sup> di campo, effettuati in diverse ore del giorno e per tutto il periodo di fioritura dell'Erba medica.

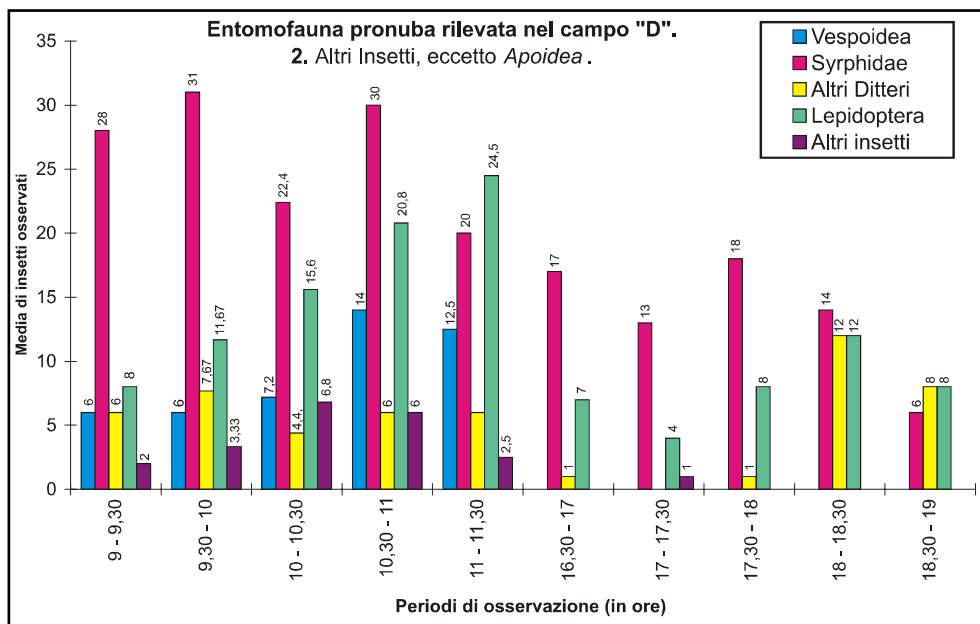


Figura 13 -Numero medio di Insetti (eccetto Apoidei), risultante da 11 campionamenti su 1 m<sup>2</sup> di campo, effettuati in diverse ore del giorno e per tutto il periodo di fioritura dell'Erba medica.

### Ringraziamenti

\* Ricerca condotta con il contributo dei Fondi di Ateneo.

\*\* Un ringraziamento è volto ai Sigg. Massimiliano Farnesi e Luciano Armaioli per la collaborazione prestata in campo e in laboratorio.

## Bibliografia

- Bohart G. E.** (1962) - How to manage the leaf-cutting bee for alfalfa pollination. - Utah Agric. Exp. Station, Circ. No 144.
- Bohart G. E.** (1972) - Management of wild bees for pollination of crops. - Ann. Rev. of Entomology, 17: 287 - 312.
- Bohart G. E., Knowlton G. F.** (1967) - Managing the alfalfa leaf-cutting bee for higher alfalfa seed yield. - Ext. Serv. Utah St. Univ., Leaflet No. EL 104.
- Fairey D. T.** (1986) - A different bee story. [in: Publ. 86 - 01, Peace River Branch] - Alberta Alfalfa Seed Producers Association, Canada.
- Fairey D. T., Lieverse J. A. C., Siemens B.** (1984) - Management of the alfalfa leaf cutting bee in North West Canada. - Contribution No. Urc 84 - 21, Apiculture Canada, Beaverlagde.
- Free J. B.** (1993) - Insect pollination of crops.- Acad. Press, London,.
- Hobbs G. A.** (1972) - Beekeeping with alfalfa leafcutter bees in Canada.- Bee World, 53 (4): 167 - 173.
- Hobbs G. A.** (1973) - Alfalfa leafcutter bees for pollinations alfalfa in Western Canada. - Canada Dept. of Agriculture, Publ. No. 1495.
- McGregor S. E.** (1976) - Insect pollination of cultivated crop plant. Agric. Handbook No. 486. - Agric. Res. Serv., U.S. Dept. of Agric.
- Krunic M. D., Tasei J. N., Pinzauti M.** (1995) - Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under European conditions. - Apicoltura, 10: 71 - 92.
- Pankiw P., Lieverse J. A. C.** (1977) - The alfalfa leaf cutting bee (*Megachile pacifica*) in Northwestern Canada. - Contribution No. 77 - 82.
- Piano E., Pinzauti M., Annicchiarico P., Felicioli A., Pecetti L., Romani M.** (1998) - Impollinazione in ambiente confinato mediante Apoidei solitari nel miglioramento genetico di Leguminose foraggere. - Sementi elette, Edagricole, Bologna, An. XLIV, n. 2: 11 - 19.
- Pinzauti M., Frediani D.** (1986) - Possibilità d'impiego di sostanze fluorescenti nel rilevamento dell'attività delle bottinatrici. - L'Apicoltura in Sardegna, quaderno n. 22, Cam. Comm. Art. Agric., Sassari: 81-85.
- Pinzauti M., Rondinini T.** (1991) - Il servizio d'impollinazione. - L'Italia Agricola, 128 (1): 177 - 184.
- Richards K. W.** (1984) - Alfalfa leaf cutter bee management in Western Canada.- Canada Dept. Agric. Publ. No. 1495/E.
- Rondinini T., Pinzauti M.** (1994) - Problematiche attinenti al servizio di impollinazione mediante insetti pronubi. In "Temi di apicoltura moderna" - Provincia di Lucca, Regione Toscana: 137 - 151.



Capitolo  
**12**

**LE OSMIE**

**Antonio Felicioli**

*Dip. C.D.S.L., Sez., Entomologia Agraria, Università degli studi di Pisa.*

CONTENUTO

<b>Il ciclo biologico</b>	161
<i>Accoppiamento</i>	162
<i>Attività trofica</i>	163
<i>Attività di nidificazione</i>	164
<i>Sviluppo larvale</i>	166
<i>Diapausa</i>	166
<i>Fuoriuscita dai bozzoli</i>	168
<b>Nest-trapping</b>	169
<b>Releasing e rearing</b>	170
<b>Parassiti, predatori e distruttori di nidi</b>	172
<i>Cleptoparassiti</i>	173
<i>Parassitoidi</i>	175
<i>Predatori</i>	179
<b>Linee guida per l'impollinazione</b>	179
<i>Impollinazione in pieno campo</i>	180
<i>Albicocco</i>	180
<i>Susino cino-giapponese</i>	181
<i>Coltivazione in serra</i>	181
<b>Ringraziamenti</b>	183
<b>Bibliografia</b>	184



## Il ciclo biologico

Le Osmie sono Imenotteri Apocriti Aculeati della superfamiglia Apoidea e famiglia Megachilidae. Il genere *Osmia* Panzer comprende circa 213 specie. Esse sono diffuse tra vecchio e nuovo mondo nelle regioni Palearctica, Neoartica ed etiopica e risultano assenti nelle regioni Indo-Australiana e Neotropicale (Sinha, 1958). In Italia, a tuttoggi, sono state rinvenute 40 specie e 19 sottospecie (Pagliano, 1994).

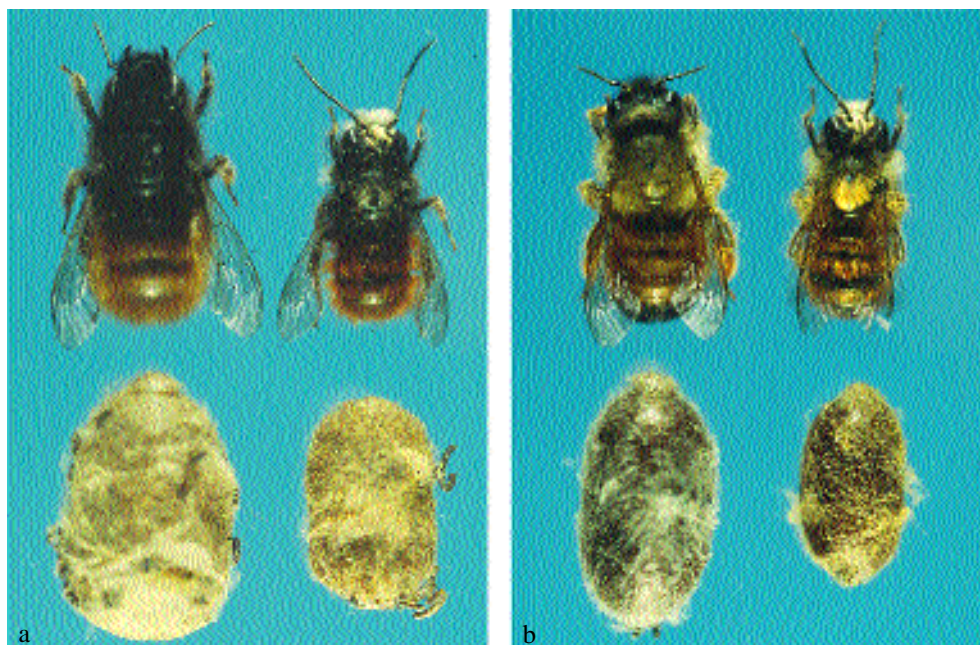


Figura 1 - *Osmia cornuta* Latr. (a) e *Osmia rufa* L. (b). Femmina con relativo bozzolo (sx) e maschio con relativo bozzolo (dx).

Le osmie presentano, nella generalità dei casi, uno spiccato dimorfismo sessuale (Mello e Garofalo, 1986) (Fig. 1a,b) e un ciclo biologico di tipo monovoltino obbligatorio (Cobelli, 1888). Esse passano l'inverno nel proprio bozzolo sottoforma di *imago* in diapausa. Ciascun bozzolo si trova all'interno di una cella pedotrofica ove le osmie trascorrono tutto il tempo necessario per l'intero sviluppo pre-immaginale (Batra, 1984).

Spesso le celle sono disposte in serie lineari all'interno di nidi. Quest'ultimi sono ricavati quando nelle cavità dei muri, quando in vecchi gusci di Gasteropodi terrestri, quando in vecchi nidi di altri insetti, quando nel comparto cavo di canne o di parti di ramo o stelo di piante oramai seccate (Linsley, 1958; Neff e Simpson, 1992). Nidi di osmia sono stati trovati anche nei fori di alcune prese elettriche e in varie

altre cavità. La nidificazione, in ogni modo è sempre allocela (la femmina nidificante si appropria di una cavità preesistente senza contribuire alla sua formazione) e avviene con modo odale o dipendente (serie lineari ordinate di celle). In alcuni casi, come per esempio avviene per *Osmia coerulescens*, la nidificazione può essere anche anodale in altre parole di tipo indipendente.

In primavera, generalmente nei mesi compresi tra febbraio e maggio, e in relazione alla specie, gli adulti fuoriescono dal bozzolo. La fuoriuscita dal bozzolo è regolamentata in senso proterandrico; in natura i maschi tendono ad anticipare la fuoriuscita di circa una settimana rispetto alle femmine. Una volta fuoriusciti i maschi rivolgono la propria attenzione alla ricerca di un'ideale risorsa trofica. Essi non si allontanano troppo però dal sito di fuoriuscita anche perchè probabilmente sono attratti da un feromone emesso dalle femmine ancora presenti nei bozzoli all'interno del nido. Spesso al sopraggiungere della notte i maschi riutilizzano il nido, dal quale sono usciti, per ricoverarsi. Tale comportamento di fedeltà al luogo di fuoriuscita da parte dei maschi consente loro di essere presenti, con energia vitale, nel momento in cui fuoriescono le femmine conspecifiche ed immediatamente quindi procedere agli accoppiamenti (Raw, 1972). Questi ultimi possono avvenire su di un fiore, sul terreno o nei pressi del nido in ogni caso sempre su di un substrato e mai in volo (Felicoli e Pinzauti, 1994a,b).

### Accoppiamento

Con il termine di accoppiamento si intende riferirsi all'intero periodo durante il quale il maschio rimane addossato alla femmina. Con il termine copula, invece, si intende l'atto sessuale vero e proprio, cioè l'intromissione dell'edeago del maschio nelle prime vie genitali femminili (Alcock, 1980). Questa iniziale precisazione è dovuta al fatto che il maschio delle osmie può effettuare più copule in occasione di un singolo accoppiamento. Nel momento in cui il maschio incontra una femmina esso vola o si arrampica rapidamente sul suo dorso e le cinge con le due zampe mesotoraciche la porzione latero-ventrale del metasoma (Eickwort e Ginsberg, 1980). L'accoppiamento che ne segue si suddivide in tre parti principali comprese tra l'aggancio e il distacco. La prima fase consiste in un corteggiamento pre-copulatorio; la seconda fase nella copula vera e propria e la terza fase, detta



Figura 2 - *Osmia cornuta* Latr.: sequenza del corteggiamento da parte del maschio svolto con le antenne (senso orario).



post-copula e/o intercopula, è quella che porta al successivo distacco nel primo caso, o un nuovo inizio del corteggiamento volto ad una successiva copula nel secondo caso (Felicoli *et al.*, 1998a). A seguito dell'aggancio il maschio effettua un iniziale corteggiamento costituito dalla contemporanea emissione di un suono e di un movimento ritmico delle antenne associati al movimento di oscillazione, dal basso verso l'alto, delle zampe anteriori (fig. 2). Tale comportamento peculiare in osmia per il fatto che durante il movimento alternato delle antenne non vi è contatto con le antenne della femmina (in altri Apoidei il contatto esiste) può ripetersi più volte prima di convergere nella copula vera e propria (Felicoli *et al.*, 1998a). La copula è consentita da un'insieme di movimenti contemporanei e repentini quale l'estroflessione dell'organo copulatore, l'allungamento del gastro (o addome apparente), un forte abbraccio della femmina da parte del maschio con le zampe anteriori, un ulteriore antennamento seguito da una roteazione velocissima ed infine dalla copula (fig. 3).

A copula avvenuta l'azione del maschio prosegue con una fase di post-copula caratterizzata da una serie di movimenti sequenziali strettamente correlati fra loro. Essi consistono in un repentino spostamento all'indietro delle antenne contemporaneo all'emissione di un suono intermittente breve e ripetuto e all'incurvamento del gastro verso quello della femmina seguito da una serie di colpi ripetuti, portati con il gastro stesso, sulla parte urotergale femminile. Nel caso in cui la copula non sia soddisfacente il maschio tende a ripetere le fasi di corteggiamento iniziali (Felicoli *et al.*, 1998a).

#### *Attività trofica*

Le osmie traggono l'energia per le proprie attività vitali (volo, riproduzione, ecc.) dal nettare prodotto da nettari fiorali e/o extrafiorali mentre per il rifornimento alimentare delle proprie celle pedotrofiche si avvalgono del polline prodotto dai diver-



Figura 3 - *Osmia cornuta* Latr.: l'accoppiamento.

si fiori presenti nell'ambiente colonizzato. Alla luce delle grandi quantità di polline necessarie per lo sviluppo di ogni singola larva (fino ad un  $\text{cm}^3$  - per un numero di viaggi che va da cinque a trenta) esse tendono, ove possibile, a prediligere quei fiori caratterizzati dalla produzione di grandi quantità di polline nell'unità di tempo, ne risulta quindi un comportamento di raccolta diffusamente di tipo poliletico (Ricciardelli D'Albore e Pinzauti, 1993) (fig. 4a, b). Nel caso di *O. cornuta* e *O. rufa* particolarmente appetiti per le ragioni su dette sono risultati i pollini di *Salix* sp., *Acer* sp., e *Quercus* sp. (Felicioli *et al.*, 1998b).

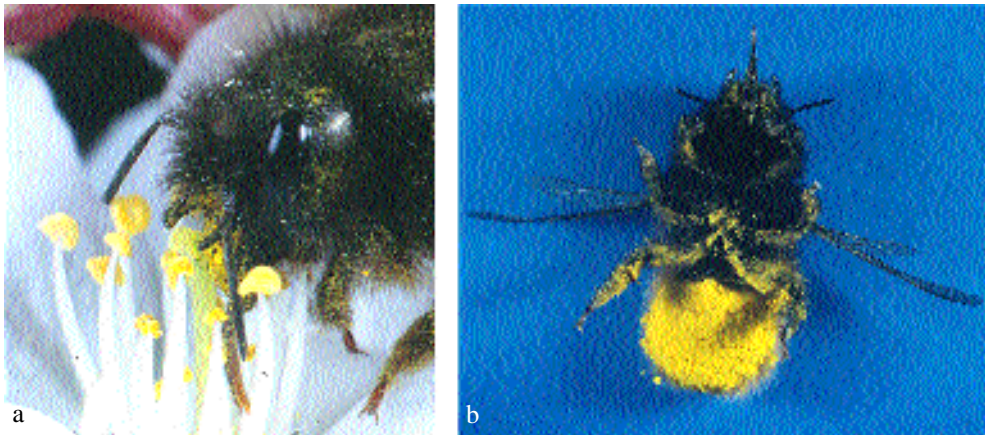


Figura 4 - *Osmia cornuta* Latr.: a) femmina intenta alla raccolta di polline su di un fiore di tarassaco; b) la stessa anestetizzata con  $\text{CO}_2$  e rovesciata sul dorso per evidenziare il gastro pieno di polline raccolto.

#### Attività di nidificazione

Una volta fuoriuscite dal bozzolo, accoppiatesi o meno ed avviata la propria attività trofica, le femmine di osmia nell'arco di alcuni giorni cominciano a mostrare i primi segni di comportamento che indicano una attiva ricerca di una cavità idonea per la costruzione del nido (Bosch, 1994c). Tali comportamenti si esplicano mediante un caratteristico volo ondeggiante in fronte ad ogni cavità potenzialmente idonea alla nidificazione associato a continue visite al suo interno. Il diametro ottimale della entrata alla cavità prescelta spesso varia in funzione della specie presa in considerazione (Rust, 1993a,b). *Osmia cornuta* tende a prediligere diametri oscillanti da 8 a 10 millimetri così come *Osmia rufa* tende a scegliere diametri variabili da 6 a 8 millimetri (fig. 5). Come per molti altri Apoidei, anche nel caso delle osmie, spesso troviamo dei veri e propri siti di nidificazione ubicati in luoghi dove si ritrovano riuniti molti nidi. Le ragioni ed i meccanismi che inducono le osmie a questa forma di nidificazione gregaria non sono completamente noti (Malyshev, 1935; Bohart, 1972; Batra, 1978; Parker, 1982; Torchio *et al.*, 1987; Rosenheim, 1990). Da un insieme di considerazioni teoriche sono state formulate cinque ipotesi per spiegare questa tendenza al gregarismo da parte di molti Imenotteri (Rosenheim, 1990). La prima tende a spiegare il gregarismo di nidificazione come fenomeno favorito dalla concentrazione, in determinate aree dell'ecosistema, di alcune risorse chiave (Batra, 1978). La



Figura 5 - Segmenti di canna (*Arundo donax* L.) di diametro idoneo per la nidificazione di *Osmia rufa* (6-8mm) ed *Osmia cornuta* (8-12mm). Sono visibili i tappi in fango posti dalle femmine nidificanti ad occludere le cavità.

seconda e la terza individuano il gregarismo rispettivamente come risultato di una migliore efficienza di foraggiamento ottenuto da più femmine assieme (Brown, 1986) e miglior difesa e protezione contro predatori e parassiti (Alcock, 1974). La quarta vede alcune femmine già nidificanti come fattore guida alla scelta di un buon sito di nidificazione da parte di altre (Eickwort *et al.*, 1977). La quinta, infine, spiega tale fenomeno come risultato del riutilizzo di cavità abbandonate dagli individui della stessa specie o dalle generazioni precedenti (Myers e Loveless, 1976). Recentemente è stato messo in evidenza come la presenza di una femmina di osmia nidificante in una certa area possa costituire uno stimolo visivo per altre femmine conspecifiche a nidificare nella stessa zona (Felicioli *et al.*, 1996). Nella generalità dei casi ciascun nido di osmia contiene una serie lineare di celle pedotrofiche costruite con un ritmo di una cella al giorno per circa un mese, non mancano però giorni in cui una singola osmia riesca a completare più celle nell'arco di una sola giornata. Il completamento di una singola cella prevede la costruzione di un setto basale in fango addizionato con secrezioni mandibolari (Heroin-delauney, 1966; Tasei, 1973a) e la predisposizione di un ulteriore setto definito intercellulare e che a questo stadio precoce prende il nome di soglia. Nello spazio tra il setto basale e la soglia viene trasportato e collocato il polline raccolto durante i viaggi di foraggiamento (Parker e Tepedino, 1983), quest'ultimi possono variare da 5 a 30 a seconda della disponibilità pollinifera dell'ambiente circostante. La femmina di osmia una volta rientrata al nido con il nuovo carico (fig. 6a) generalmente provvede a rigurgitare una piccola quantità di nettare elaborato, a mischiarlo per mezzo delle mandibole al polline del viaggio precedente ed a pressare il tutto con il clipeo sul fondo della cella. Una volta completata questa serie di azioni, se il diametro del tunnel lo consente, essa si capovolge in modo da presentare l'addome carico verso la scorta pollinica e con le zampe posteriori provvede allo scarico del polline. Nel caso in cui il diametro del tunnel risultasse piccolo la femmina di osmia guadagna l'apertura del nido a marcia indietro, esce, si gira e sempre retrocedendo questa volta torna verso la scorta pollinica

per procedere allo scarico (oss. pers.). Completato il rifornimento della cella la femmina di osmia depone sopra il polline un uovo (fig. 6b-I). Quest'ultimo di colore ialino, leggermente curvo, con le estremità arrotondate e lungo circa 4mm si mostra affondato in parte nel polline in modo tale che una volta schiusa la larva essa si trovi immersa nel cibo con la parte posteriore del corpo. Deposito l'uovo l'osmia termina la costruzione del setto intercellulare che aveva lasciato a livello di soglia per cominciare subito l'insieme delle operazioni necessarie alla costruzione della successiva cella. Una volta completato l'intero nido l'osmia, sempre utilizzando del fango, costruisce un tappo terminale decisamente più consistente dei precedenti. Terminato spesso procede alla realizzazione di ulteriori nidi. Talvolta una singola femmina porta avanti contemporaneamente la costruzione di più nidi (oss. pers.). Come per la generalità degli Imenotteri Apoidei anche le osmie sono partenogenetiche arrenotoche le femmine cioè derivano da uova fecondate e i maschi da quelle non fecondate. Le femmine sono generalmente più grandi e nelle serie lineari di celle all'interno di un nido pedotrofico tendono ad occupare le posizioni più interne. Queste celle sono un po' più lunghe e contengono più polline di quelle che ospitano i futuri maschi.

#### *Sviluppo larvale*

La schiusa avviene nell'arco di una settimana dalla ovodeposizione. Attraverso 4 stadi larvali (fig. 6b-II) ed uno di pupa l'osmia giunge allo stadio di adulto nel periodo agosto-settembre (Tasei, 1973b; Rust *et al*, 1989) quando entra in uno stato di diapausa che le consente di giungere senza più alimentarsi alla primavera successiva. In circa dieci giorni di tempo dalla schiusa dell'uovo l'osmia compie i primi tre stadi larvali e dal decimo giorno in poi essa è già nel quarto stadio. È durante questa fase che comincia l'espulsione delle feci e dopo circa un mese la tessitura del bozzolo (fig. 6b-III), operazione questa che, a sua volta, richiede circa cinque giorni. Sessanta-settanta giorni dopo la schiusa, con le scorte oramai esaurite ed il bozzolo portato a termine, l'osmia si impupa per sfarfallare in immagine circa un mese dopo (Tasei, 1973b; Rust *et al*, 1989). Durante lo stadio di pupa è già possibile riconoscere il sesso dei singoli individui in base alla presenza o meno di particolari processi del clipeo detti "cornini" (cio è vero solo per alcune specie del genere *Osmia* tra cui *O. cornuta* e *O. rufa*) infatti solo gli individui femminili presentano detti processi.

#### *Diapausa*

Le osmie generalmente sono monovoltine non mancano però nell'ambito del genere specie parsivoltine (Torchio e Tepedino, 1982) e bivoltine. Questi insetti trascorrono il periodo critico dell'anno (inverno) mediante una più o meno prolungata diapausa (stato fisiologico indotto attivamente che coinvolge la cessazione o l'alterazione dell'attività neuroendocrina ad un ben determinato stadio del ciclo biologico dell'insetto - Principi, 1991). A tutt'oggi si ritiene che nelle osmie monovoltine la diapausa sia del tipo parapausa (diapausa obbligatoria apparentemente determinata geneticamente ed indipendente da fattori ambientali, in quanto ancora non si conoscono i fattori inducenti questo particolare stato fisiologico) (Hodek, 1983; Saunders, 1982).

*Osmia cornuta* ed *Osmia rufa* trascorrono la diapausa sottoforma di imago e sono capaci di tollerare anche temperature inferiori ai 20 °C sotto lo zero. Al contrario la mancata esposizione a basse temperature dei bozzoli con dentro le immagini di osmia durante il periodo di diapausa è causa di una mortalità superiore al 75% degli individui. Con il termine “basse temperature” si intende riferirsi a temperature che non superano i 15 °C. Infatti in base ad alcuni studi inerenti la mortalità sottoforma di imago nel bozzolo a differenti temperature è stato rilevato un alto grado di sopravvivenza se le temperature non eccedevano detto valore (Bosch e Blas, 1994). Anche il tempo di esposizione sembra giocare un ruolo importante e una buona sopravvivenza in termini percentuali può essere ottenuta con brevi esposizioni (pochi giorni) a temperature intorno allo 0 °C (Felicoli, 1995).

Alla luce delle più recenti acquisizioni pervenute a seguito di nuovi esperimenti inerenti la diapausa delle osmie è emerso che una volta che i bozzoli contenenti gli adulti sono esposti fin dal mese di novembre a 8 °C, già dentro il frigo gli adulti fuoriescono dai bozzoli (termine della diapausa) in assenza di stimoli esterni e a partire del mese di maggio. Il medesimo fenomeno

accade in agosto se la temperatura di esposizione è di 2 °C. Questo fenomeno induce a pensare che il completamento della diapausa, in assenza di stimoli esterni, sia dovuto al compimento del metabolismo orotelico e all’insorgere di quello tachitelicco ad un tempo ben determinato (Felicoli, 1995). Anche l’inizio della diapausa pare avvenire in un tempo ben determinato. Infatti, da sperimentazioni condotte presso questa sede (dati non ancora pubblicati) è risultato che se l’ammontare dei gradi giorno è insufficiente al completamento dello sviluppo larvale, e alla metamorfosi in adulto, le osmie entrano in diapausa allo stadio di larva matura. Queste larve completeranno lo sviluppo, una volta terminata la diapausa, solo la primavera successiva. Per questi individui, inoltre, vi è la possibilità di ottenere sempre giocando con le “basse temperature” un prolungamento di tale diapausa oppure un secondo periodo di diapausa che consente lo sfarfallamento nella primavera successiva a quella naturale ottenendo così per questi insetti una generazione ogni due anni.

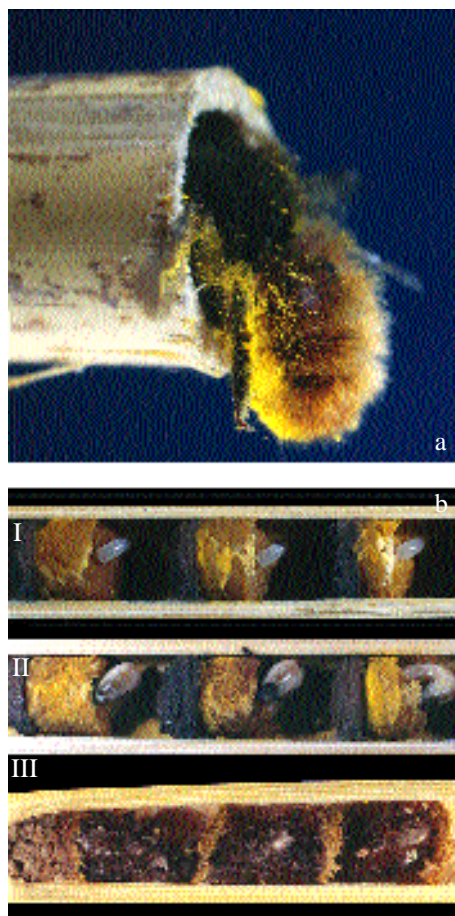


Figura 6 - *Osmia cornuta* Latr.: a) rientro di una femmina al nido; b) I-uova appena deposte, II-larve in attività trofica, III-bozzoli sericei.

### *Fuoriuscita dai bozzoli*

La disposizione lineare delle celle dentro il nido pedotrofico obbliga gli insetti contenuti nei rispettivi bozzoli a fuoriuscire con ordine inverso rispetto a quello di ovodeposizione. In pratica le più giovani devono uscire prima delle anziane. Questo problema della fuoriuscita degli insetti dal nido pedotrofico viene risolto mediante l'integrazione di tre meccanismi principali: il primo, probabilmente il più importante, è la spiccata proterandria che permette ai maschi di fuoriuscire prima delle femmine. Se si considera che la disposizione dei bozzoli dentro il nido pedotrofico vede le femmine dislocate nelle parti più profonde del nido ed i maschi nelle parti più vicine all'apertura del tunnel indubbiamente tale meccanismo rappresenta un bel vantaggio!. Il secondo è rappresentato dalla diapausa. Infatti questo importante stato fisiologico dell'insetto funge da cancello sincronizzatore per la successiva attivazione, indotta quest'ultima da un brusco innalzamento della temperatura. In sostanza tutte le osmie di un nido dopo il periodo di diapausa sono in grado di recepire lo stesso stimolo di attivazione a dispetto della loro età o tempo di ovodeposizione. Infine il terzo meccanismo che subentra dopo i primi due appena menzionati consiste negli stimoli tattili (piccoli morsi) che le osmie appena attivate e non in sequenza di uscita impongono a chi le precede attivandole a loro volta.

Il periodo di volo delle osmie in primavera generalmente non supera il mese e mezzo e non è infrequente, a fine ciclo, trovare alcuni individui morti nei pressi del nido dove diventano resti ambiti da parte delle formiche che spesso se le portano al proprio formicaio (fig. 7).



Figura 7 - *Osmia cornuta* Latr.: femmina a fine ciclo ed oramai morta trascinata via da una formica.

## Nest-trapping

I megachilidi, in generale, possono essere divisi in tre gruppi in base alla modalità di nidificazione: gli scavatori, i muratori e coloro che invece abitano locazioni pre-costituite, in sostanza che sono solo degli inquilini. Tutti quei generi che appartengono a quest'ultima categoria, tra cui rientrano anche gli insetti del genere *Osmia* hanno come principale fattore limitante le proprie popolazioni la disponibilità di cavità idonee alla costruzione del nido (Raw, 1992). E' per questo motivo che tali insetti tendono a colonizzare anche nidi costruiti ad arte e posti nelle loro aree di azione.

E' su questa base che nell'ultimo secolo molti studi sono stati compiuti su Apoidei solitari mediante la tecnica del trappolaggio con nidi artificiali (nest-trapping) (Krombein, 1967; Free e Williams, 1970; Felicioli e Pinzauti, 1994a).

Il nido trappola artificiale più facile da realizzare e di semplice impiego è l'affastellamento di un certo numero di segmenti di canne (*Arundo donax* o *Phragmites australis*) che una volta legate assieme in un fascio possono essere appese su di un qualunque supporto (fig. 8). Anche semplici blocchi di legno di vario tipo ove sono stati previamente praticati fori per una profondità di circa 15 cm possono essere proficuamente utilizzati nella tecnica del nest-trapping. Un secondo tipo di



Figura 8 - Nido canna realizzato mediante affastellamento di segmenti di canna (*Arundo donax* L.). Sono visibili alcune cavità già occupate e sigillate dalle osmie.

nido artificiale, leggermente più complesso dei precedenti ma che consente l'ispezione al proprio interno durante le diverse fasi del ciclo biologico delle Osmie, è il nido trappola artificiale assemblato (NTAA) (fig. 9) (Felicioli e Pinzauti, 1994b). Questo nido può essere realizzato con diversi tipi di materiale, quali legno vario, faesite, plastica riciclata, polistirolo compresso e terracotta. Esso consiste nell'assemblaggio di tavolette, nei diversi materiali sopra citati, percorse da solchi di diametro scelto in funzione della specie di osmia da indurre alla nidificazione. Questi solchi, una volta ostruiti ad una delle due estremità e assemblate le singole tavolette danno origine a dei veri e propri tunnel della misura desiderata.

Questa unità modulare così realizzata nel suo complesso è dotata, oltre alla possibili-

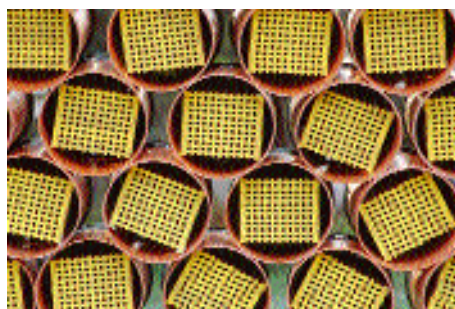


Figura 9 - Gruppo di nidi trappola artificiali assemblati (NTAA).

tà di essere ispezionabile come già detto precedentemente, anche di robustezza, buona maneggevolezza e riciclabilità, risulta, inoltre, facilmente smontabile e assemblabile. Un nido trappola artificiale assemblato così realizzato e con tunnels di diametro diverso da 2 a 14 mm è particolarmente fruttuoso nelle indagini sulla presenza di diverse specie di osmia in un determinato territorio.

I nidi artificiali vanno collocati, negli ambienti prescelti, a circa due metri di altezza, e con i tunnel in posizione orizzontale. La dislocazione dei nidi deve essere condotta a fine inverno–inizio primavera, essi rimangono poi in loco fino all’autunno successivo (fig. 10). In questo modo possono essere indotte alla nidificazione le osmie presenti durante la primavera precoce, quella tardiva, oppure durante l’estate fino alla fine di settembre (Williams, 1972).

I nidi artificiali, una volta colonizzati, possono essere rimossi, aperti e il loro contenuto analizzato. Le osmie all’interno del proprio bozzolo (se il loro ciclo preimaginale è giunto al termine) possono essere a loro volta raccolte, divise per specie e riunite in appositi contenitori.



Figura 10 - Un tipico agroecosistema toscano dove collocare i nidi artificiali per le campagne di "nest-trapping". Il cerchietto indica l'area toscana dove è stata scattata la fotografia.

### Releasing e rearing

Con questo termine che letteralmente significa “rilascio ed allevamento” ci si riferisce all’insieme di operazioni che consente la moltiplicazione e gestione degli esemplari di osmia. L’operazione centrale di tale tecnica consiste nel collocare un certo numero di bozzoli pronti alla fuoriuscita degli insetti presso delle strutture chiamate centraline (Pinzauti, 1991a, 1994). La centralina è composta da una struttura protettiva ove al proprio interno si trovano posti dei nidi artificiali. Tali strutture possono



essere sia mobili che fisse (fig. 11a). Il tempo ed il luogo di posizionamento delle centraline in pieno campo è in funzione della specie di *Osmia* che si vuole moltiplicare (Torchio, 1985; Pinzauti, 1991a). Ai fini di una buona produzione risulta importante scegliere luoghi caratterizzati da una notevole risorsa trofica (Maeta, 1987; Marquez *et al.*, 1994) (produzione di polline nell'unità di tempo). I bozzoli, provenienti da operazioni di nest-trapping, vengono sottoposti ad una più o meno prolungata esposizione a basse temperature. Basse temperature si intendono quelle comprese tra 0 e 10 °C. Normalmente la temperatura di 4°C, tipica dei normali frigoriferi da cucina, è sufficiente a garantire un'ottima sopravvivenza alla diapausa e buon vigore delle popolazioni di osmia impiegate di cui ricordiamo le più comuni utilizzate in Italia sono *Osmia cornuta* Latr. e *Osmia rufa* L.. Ci sembra utile ricordare, in questa sede, che la mancata esposizione per un più o meno lungo periodo a tali temperature comporta di norma una alta mortalità e basso vigore della popolazione superstita. L'integrazione tra la lunghezza e la temperatura di esposizione consente di modulare e quindi anche di sincronizzare l'epoca e l'intervallo della fuoriuscita dal bozzolo dell'insetto con le fioriture.

Tale meccanismo consente di predisporre un numero di rilasci molteplici nel tempo in un singolo luogo oppure un singolo rilascio in più luoghi. L'intervallo temporale per il rilascio degli insetti, quindi, varia in funzione della combinazione tempo-temperatura di esposizione e la specie di osmia presa in considerazione.

Nel caso di *O. rufa* e *O. cornuta* risulta abbastanza importante non tardare oltre il 1° di dicembre nell'espore i bozzoli a bassa temperatura, come pure non collocare i bozzoli nell'ambiente oltre un periodo successivo al 15 di maggio (Felicioli, 1994). Il periodo del trattamento termico nelle osmie cade quindi nel periodo di diapausa raggiunto dagli insetti.

Una volta terminato il trattamento termico dei bozzoli, scelto il luogo dove eseguire il rilascio e predisposta la centralina con i nidi artificiali, è necessario apporre estrema cura nel collocare i bozzoli in contenitori. Quest'ultimi devono consentire il passaggio dell'aria e degli insetti una volta che essi sono fuoriusciti dai bozzoli oltre a proteggere questi dalla diretta esposizione della luce solare. Infatti l'accidentale esposizione diretta dei bozzoli ai raggi solari determina la morte immediata, probabilmente per soffocamento, degli adulti al loro interno.



Figura 11 - a) Centralina fissa per le operazioni di "releasing and rearing". Sono visibili ambedue i tipi di nido artificiale; b) particolare delle cavità già occupate e sigillate dalle osmie in ambedue i tipi di nido artificiale rimossi e predisposti alle operazioni di apertura.

Ai fini di una buona riuscita nella moltiplicazione delle osmie bisogna sempre tenere conto del rapporto maschi-femmine della popolazione presa in considerazione (sex-ratio) e del numero dei tunnels disponibili per la nidificazione. Una buona regola è quella di predisporre almeno 4 tunnels di diametro idoneo per femmina rilasciata.

A stagione di nidificazione terminata (settembre) i nidi artificiali vengono rimossi (fig. 11b), aperti (fig. 12a) e i bozzoli in essi contenuti, una volta selezionati da eventuali parassiti, vengono immagazzinati (fig. 12b) a temperatura ambiente fino al periodo dell'introduzione in cella termostatica. E' in quest'arco di tempo che risulta estremamente importante non contaminare tali ambienti, e quindi i nidi, con vapori di sostanze chimiche, specialmente insetticidi, che potrebbero risultare nefaste per gli insetti. Anche i nidi artificiali ancora da utilizzare non devono mai essere posti in vicinanza di sostanze tossiche perchè la minima contaminazione del materiale di nidificazione inibisce fortemente la loro colonizzazione da parte delle osmie.

Può risultare utile, in alcuni ecosistemi particolarmente vocati, lasciare in loco alcuni nidi colonizzati in modo da garantire, per parte della popolazione, un'andamento naturale della diapausa in questo caso però i nidi artificiali dovrebbero essere sostituiti almeno ogni due anni. Tale operazione si rende indispensabile per il contenimento dell'acaro *Chaetodactylus osmiae* Duf.

La selezione dei bozzoli durante l'apertura dei nidi è una operazione decisamente laboriosa e dispendiosa nei tempi ma indispensabile per un proficuo contenimento di alcuni dei più dannosi parassiti che limitano le popolazioni di osmia.

### Parassiti, predatori e distruttori di nidi

La presenza di parassiti, predatori e distruttori di nido influenza significativamente la consistenza e la presenza stessa delle popolazioni di osmia. Ricordando che tali limitatori sono influenzati a loro volta dal tempo, luogo e specie di osmia allevata (Kronic', 1995) in questa sede ci riferiamo principalmente a quei limitatori naturali riscontrati nelle popolazioni di *Osmia cornuta* ed *Osmia rufa* oramai stabilite ed allevate in Toscana dall'Università di Pisa.



Figura 12 - a) Operazione di apertura autunnale in laboratorio dei nidi; b) cumulo di bozzoli pronti per il trattamento termico.

Vengono qui di seguito riportate alcune note biologiche inerenti alcuni dei limitatori naturali di popolazioni di osmie che sono risultati particolarmente dannosi all'incremento numerico delle osmie mediante la tecnica del releasing and rearing.

### *Cleptoparassiti*

Si tratta di artropodi che si cibano delle provviste alimentari della larva ospite. Particolarmente diffuso e pericoloso nelle due specie di osmia sopra citate risulta essere il Dittero Drosofilide *Cacoxenus indagator* Loew. (fig. 13a) (Kronic' *et al.*, 1991). Questa mosca misura circa 2-3 mm di lunghezza e trascorre il suo stadio larvale nei nidi pedotrofici di osmie e di altri Apoidei come cleptoparassita delle loro larve (fig. 13b). Le larve di questo dittero, poco prima dell'impupamento, riescono a migrare dalle varie cellette più interne fino al vestibolo del tunnel (l'anticamera che precede la sequenza delle celle pedotrofiche di uno stesso nido), forando i setti separatori grazie agli uncini del loro apparato boccale. Tali larve preparano poi la fuoriuscita dell'adulto forando anche il setto di fango sigillante il tunnel. A causa di questa tendenza a migrare verso l'uscita, si trovano spesso veri e propri "ammassi" di larve nel vestibolo (Juillard, 1948) (fig. 13c). Una volta raggiunto il vestibolo le larve si impupano e sfarfallano in concomitanza della fuoriuscita delle osmie dal nido. La parassitizzazione da parte della femmina di questo dittero avviene durante la nidificazione delle osmie, nelle celle non ancora sigillate, con la deposizione ripetuta di uova direttamente sulla provvista di polline dell'osmia mentre questa è assente per il foraggiamento (Juillard, 1947, 48; Coutin e Desmier de Chenon, 1983).



Figura 13 – *Cacoxenus indagator* Loew.: a) particolare dell'adulto; b) larve mature all'interno del nido pedotrofico; c) Segmento di canna (*Arundo donax* L.) aperto ad arte per evidenziare le celle pedotrofiche infestate dal dittero drosofilide. Sono visibili alcune larve mature e pupe ammassate nel vestibolo.

Lo sviluppo delle larve di *C. indagator*, il cui numero per ogni singola cella parassitizzata può variare da 1 a 10 e raggiungere in alcuni casi anche la ventina, è molto rapido ed avviene essenzialmente a spese della scorta di polline, cosa che determina l'impoverimento o addirittura la scomparsa delle provviste alimentari necessarie al normale sviluppo del suo ospite, il quale, pertanto, il più delle volte soccombe. La convivenza tra le larve di osmia e quelle del cleptoparassita fino all'età adulta di entrambi è possibile raramente e solo qualora la presenza di larve del dittero non superi i 2-3 individui, ed anche in questo caso, se la larva dell'ospite sopravvive, gli esemplari adulti che ne risultano sono di taglia particolarmente ridotta (Juillard, 1948; Raw, 1972). Nei nidi pedotrofici le cellette parassitizzate da questo Drosophilide si riconoscono, oltre che per la eventuale mancanza del bozzolo dell'osmia, anche per la presenza di escrementi caratteristici costituiti da lunghi e fini filamenti prima giallo-citrino poi rosso-brunastri, intrecciati tra loro, appiccicosi e in mezzo ai quali si trovano ammassate le larvette.

Il modo più efficace per combattere questo temibile cleptoparassita consiste nel selezionare i bozzoli delle osmie dalle larve della mosca durante l'autunno e nel rinnovare periodicamente il materiale di nidificazione. Nel caso di allevamento di osmie precoci, come è il caso di *O. cornuta*, appare opportuno eseguire il rilascio negli ultimi giorni di febbraio o nella prima settimana di marzo. Infatti, ciò risulta un buon metodo di contenimento di questo parassita in quanto in natura questo dittero risulta essere particolarmente dannoso da fine marzo in poi. Durante la normale attività di nidificazione delle osmie, in caso di presenza di questi ditteri attivi nei pressi dei siti di nidificazione particolarmente efficace risulta essere l'aspirazione di questi mediante l'impiego di un normale aspiratore entomologico. Spesso anche agevolare l'attività predatoria delle lucertole (*Podarcis sicula* e *Podarcis muralis*) (Krunić *et al.*, 1991) collocando i nidi a ridosso di muri o pareti assolate può contribuire al contenimento di questo parassita.

Tra gli artropodi cleptoparassiti anche l'acaro Tiroglifide *Chaetodactylus osmiae* Duf. (fig. 14a) è causa di notevoli perdite tra le popolazioni di osmia. Esso si diffonde mediante foresia, ossia facendosi trasportare aggrappato alla peluria della osmia adulta (Fain, 1966; Raw, 1972). Giunto al nido dell'osmia, l'acaro si ciba del polline stoccato dalla femmina per il sostentamento della propria larva. L'incidenza di parassitizzazione da parte di questo acaro tende ad aumentare di anno in anno

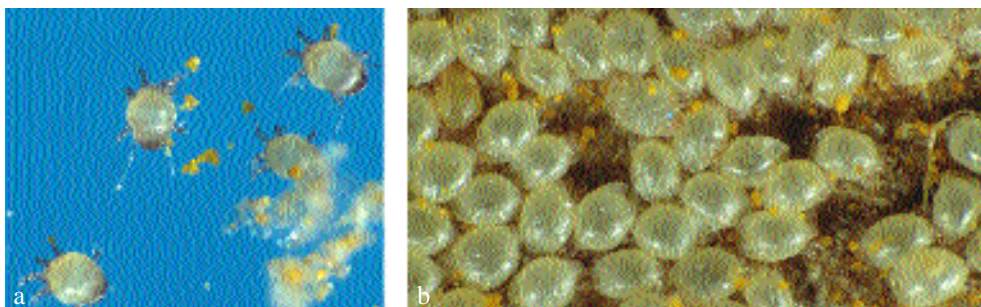


Figura 14 – *Chaetodactylus osmiae* Duf.: alcuni individui adulti in fase foretica (a) e deutoinfe incistate in fase immobile (b).

all'interno dei nidi artificiali se essi non vengono rinnovati almeno ogni due anni. L'acaro una volta insediatosi sulla scorta alimentare dell'osmia e dopo essersene cibato sverna come deutoninfa incistata detta anche fase immobile (fig. 14b) almeno fino al tempo di fuoriuscita delle osmie dai propri bozzoli quando nuovamente si rendono mobili tanto da attaccarsi appunto alla peluria degli insetti.

Tra i cleptoparassiti, pur non rilevando una significativa incidenza della presenza all'interno dei nidi pedotrofici di osmia e che spesso non incide sul normale sviluppo dell'osmia, si ricorda il Colettero Ptinide *Ptinus sexpunctatus* Panz. Le dimensioni di questo piccolo coleottero non superano i 4-5 mm e la sua larva si ciba delle riserve polliniche dell'osmia. Essa si impupa in piccoli bozzoli ammassati uno accanto all'altro e nascosti dagli avanzi del pasto (fig. 15). L'adulto può svolgere anche un'azione di commensale all'interno del nido pedotrofico cibandosi dei resti dei bozzoli e di altro materiale organico (Weiss, 1976).

#### Parassitoidi

Sono insetti che si comportano da parassiti durante il loro stadio larvale ma che hanno vita libera da adulti.

Particolarmente frequente e dannoso è l'Imenottero Torimide *Monodontomerus obscurus* West. (fig. 16a). Questo è un tipico parassitoide dello stadio preimmaginale delle osmie; non è più lungo di 3 o 4 mm e presenta una bella colorazione verde con riflessi metallici. Nella tarda primavera-inizio estate, quando l'ospite oramai ha già costruito il proprio bozzolo mediante il lungo ovopositore di cui le femmine di *Monodontomerus* sono dotate inietta numerose uova all'interno del bozzolo stesso dove l'ospite una volta raggiunto lo stadio di pupa viene attaccato (Eves, 1970; Raw, 1972; Holm, 1973; Kristjansson, 1989). Il *Monodontomerus* sverna allo stadio di prepupa e completa il proprio ciclo biologico la primavera successiva (Weiss,

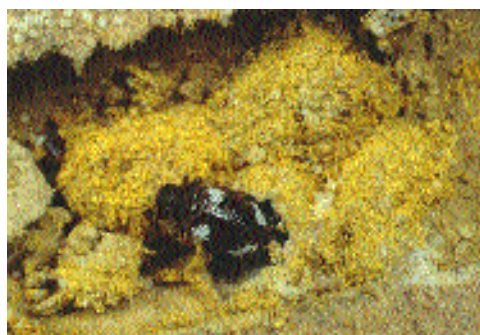


Figura 15 – *Ptinus sexpunctatus* Latr.: a) individuo adulto appena fuoriuscito dal bozzolo all'interno di una cella pedotrofica di osmia.

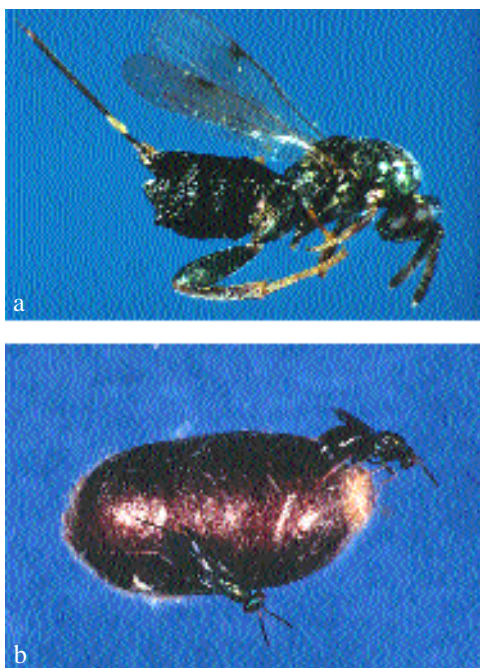


Figura 16 – *Monodontomerus obscurus* West.: a) particolare dell'adulto; b) particolare del bozzolo di *O. rufa* dal quale fuoriescono adulti dell'Imenottero Torimide.

1976). Le Larve del parassitoide che si sviluppano a spese dell'ospite sono generalmente una ventina ma in alcuni bozzoli, particolarmente grandi, ne sono stati contati fino a cinquanta. Gli adulti una volta praticato un foro sul bozzolo e successivamente sulle pareti del nido fuoriescono all'aperto (fig. 16b).

Recentemente nell'ambito di alcune popolazioni di osmia sono state riscontrate notevoli perdite causate dal Dittero Bombilide *Anthrax anthrax* Schrank. Questa temibile mosca di colore nero e dotata di un rapido volo silenzioso è capace di depositare le proprie uova in volo, lasciandole cadere nei pressi dell'imbocco delle gallerie di ingresso dei nidi delle loro vittime (fig. 17a) (Grandi, 1951a,b). L'antrace, questo è il nome volgare per questo insetto, sembra essere fortemente attratto per la scelta del luogo ove depositare le uova da un pattern visivo caratterizzato dal contrasto cromatico creato da dischi neri di un determinato diametro con il terreno (Marston, 1964). Una volta deposte le uova da quest'ultime fuoriescono le larve di prima età dette planidi. Il planidio è una forma larvale caratterizzata da una estrema mobilità che sfrutta per raggiungere la scorta pollinica con l'uovo dell'ospite prima che la cella sia definitivamente chiusa. Una volta raggiunta la cella il planidio è capace di non alimentarsi per molto tempo in attesa che l'ospite raggiunga lo stadio idoneo per essere parassitizzato. L'attacco vero e proprio avviene quando oramai l'ospite ha raggiunto lo stadio di larva matura ed ha già tessuto il bozzolo. Può accadere che la larva del bombilide non attacca l'ospite fino a quando questa non è già diventata Pupa e talvolta immagine. Ciò è testimoniato dal fatto che talvolta si possano ritrovare parti di osmia adulta associati alla larva di *A. anthrax* racchiusa dentro il bozzolo.

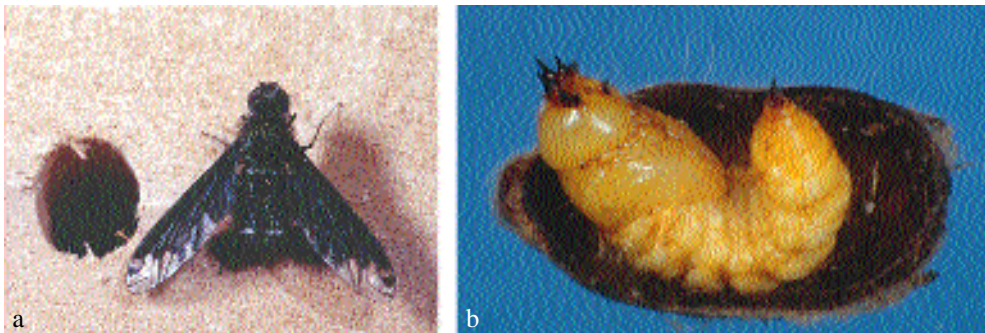


Figura 17 – *Anthrax anthrax* schrank: a) adulto nei pressi di un potenziale nido pedotrofico di osmia; b) bozzolo di *O. cornuta* aperto ad arte per evidenziare la pupa armata del Dittero Bombilide.

Questa mosca è risultata essere particolarmente diffusa in molti degli ecosistemi toscani dove mostra un ciclo biologico di tipo parsivoltino (Felicoli e Pinzauti, 1998) mentre risulta bivoltina in Francia (Du Merle, 1972) e monovoltina in Spagna (Fabre, 1937). Nell'ambito di alcuni allevamenti di *Osmia cornuta* e *Osmia rufa* in Toscana ben il 50% dei tunnels occupati da questi Apoidei sono risultati parassitizzati da *A. anthrax*. Lo stadio di pupa di questo bombilide si definisce armato (fig. 17b) poiché è dotato di una cresta di spine sul capo che sono utilizzate per aprirsi un varco nella parete del bozzolo dell'ospite (fig. 18) e per forare i setti di fango che



Figura 18 – Bozzolo di *O. rufa* aperto da una pupa armata di *Anthrax anthrax* (Sx) ed uno aperto dalla legittima proprietaria (Dx).

delimitano le celle pedotrofiche fino all'apertura verso l'esterno del nido. La sua dannosità negli ecosistemi italiani indagati è di tipo diretto e indiretto. E' diretto in quanto ciascuna cella parassitizzata è una osmia in meno ma anche perchè questo dittero mostra una certa predilezione a parassitizzare le celle pedotrofiche poste in profondità del tunnel causando così la morte principalmente delle femmine e spostando quindi la sex-ratio in modo drammatico verso i maschi. E' indiretto in quanto la presenza del parassitismo nelle popolazioni toscane di questo dittero determina lo sfarfallamento di circa il 50% della popolazione nel mese di agosto. In questo periodo dell'anno il bombilide schiaccia tutti i bozzoli contenenti le osmie ancora al loro stadio larvale che incontra durante il suo movimento ritmico per guadagnare l'uscita del tunnel, qui ancorandosi al tappo di fango avviene lo sfarfallamento della mosca (fig. 19a). E' molto frequente in questo periodo dell'anno trovare numerose esuvie dell'antrace nei pressi della entrata dei tunnel (fig. 19b) o qui addirittura rimaste ancorate (fig. 19c). In questo caso il bombilide è da considerarsi anche distruttore di nidi. La mortalità totale delle osmie dovuta all'*A. anthrax* può raggiungere in certi anni anche il 95 %.

Tra i parassitoidi pur non rilevando una significativa incidenza di parassitizzazione si ricordano l'Imenottero Leucospide *Leucospis dorsigera* F. (fig. 20a,b,c) e alcune specie della famiglia dei Crisidi in particolare *Chrysis ignita*. Il primo, circa 1 cm di lunghezza e dalla livrea gialla e nera, vive tipicamente a spese delle larve di *Anthidium* e di *Osmia* deponendovi le proprie uova attraverso il bozzolo dell'ospite mediante la

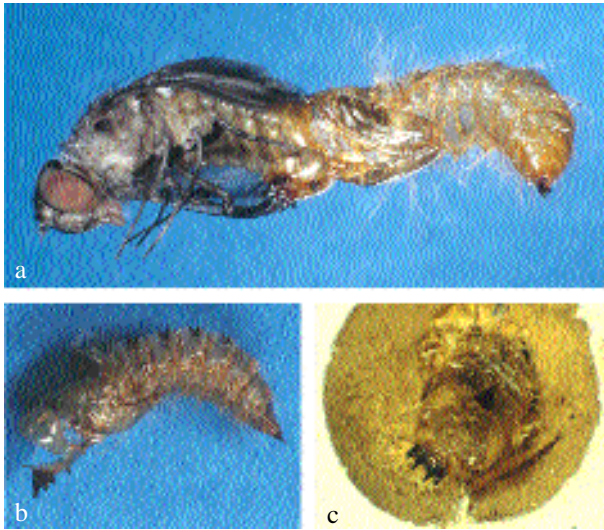


Figura 19 - *Anthrax anthrax* schrank: a) fase dello sfarfallamento dell'adulto; b) esuvia pupale del Dittero ortorrafo; c) la stessa ancora incastrata nella parete di fango costruita dalla osmia a sigillare la entrata del nido.

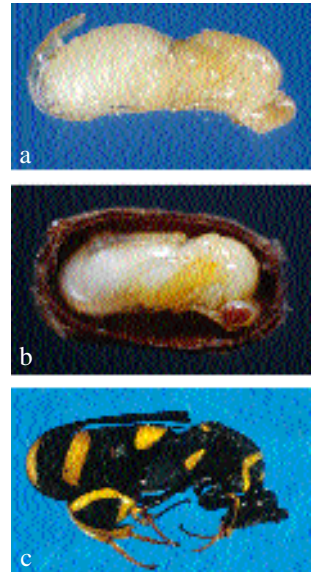


Figura 20 - *Leucospis dorsigera* F.: a) prepupa; b) bozzolo do *O. rufa* aperto ad arte per evidenziare la pupa dell'Imenottero leucospide; c) adulto.

lunga terebra di cui la femmina è dotata e portata in modo caratteristico ripiegata sul dorso dell'addome (Grandi, 1951). Il secondo è un insetto caratteristico per il colore metallico con riflessi che vanno dal verde al blu per il torace ed al rosso al violetto per l'addome. Le femmine riescono a deporre le proprie uova nelle celle pedotrofiche dell'ospite prima che questo provveda a chiuderle. Esso è un ecto-parassitoide le cui larve non attaccano quelle dell'ospite finchè essa non è matura (Clausen, 1940).

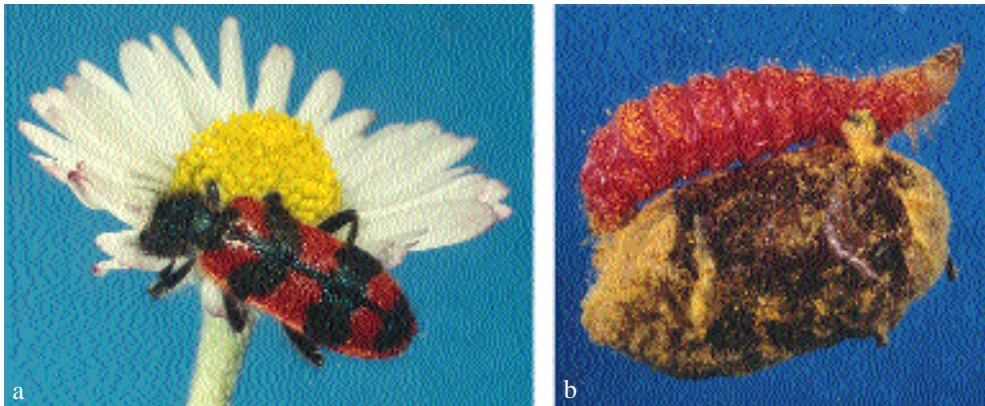


Figura 21 - *Trichodes apiarius* L.: a) adulto in attività trofica su fiore di composita; b) particolare della larva del Coleottero cleride su un bozzolo do *O. cornuta*.



### Predatori

Essi sono animali che divorano direttamente o le larve o gli adulti dell'osmia. Occasionalmente nocivi risultano essere i Coleotteri Cleridi *Trichodes apiarius* L. e *T. alvearius* L.. Gli adulti di questi insetti sono caratterizzati da una vistosa livrea rossa con delle bande nere. Essi sono floricoli (fig. 21a) (Grandi, 1951) e si cibano essenzialmente di polline di Composite. Le loro larve si sviluppano all'interno dei nidi pedotrofici di Imenotteri sociali e solitari nutrendosi sia del polline di scorta che dei vari stadi larvali dell'ospite oltre che dei bozzoli ancora con le pupe al proprio interno (fig. 21b).

Dal mese di maggio in poi estremamente pericolosi per le femmine di osmia in attività di nidificazione sono i gruccioni (*Merops apiaster*) (fig. 22a,b). Questi uccelli migratori sono capaci in una sola giornata di attività predatoria di catturare tutte le femmine attive di un sito di nidificazione. Anche altri uccelli quali quelli appartenenti alla famiglia dei Paridi (*Parus major*), Corvidi (*Pica pica*) e Picidi (*Dendrocopus* sp) occasionalmente possono predare le larve di osmia una volta aperto con il becco i nidi pedotrofici comportandosi contemporaneamente da predatori e distruttori di nidi (Stanisavljevic, 1996).



Figura 22 – *Merops apiaster* L.: a) adulti in caccia; b) adulto posato nei pressi del nido.

### Linee guida per l'impollinazione

La relativa facilità con la quale si può indurre le osmie a nidificare in nidi predisposti ad arte e il forte gregarismo di nidificazione stanno alla base della gestione e moltiplicazione di questi insetti nell'impollinazione controllata. Particolare successo è stato riscontrato nell'impiego di questi Apoidei nell'impollinazione di colture in pieno campo (Accorti, 1988) specialmente per i fruttiferi a fioritura precoce (Balana et al., 1983; Asensio, 1984; Torchio e Asensio, 1985; Kronic' et al., 1989). Recentemente buoni risultati sono stati ottenuti anche per l'impollinazione di colture in ambiente confinato.

### *Impollinazione in pieno campo*

Come linea generale per colture di pieno campo è buona norma allestire una centralina nel centro dell'appezzamento dentro la quale collocare un congruo numero di nidi artificiali associati a contenitori areati ove all'interno sono posti i bozzoli già pronti per la fuoriuscita degli insetti (Pinzauti, 1991a; Bosch, 1994c) (fig. 23a).

E' di fondamentale importanza che tali contenitori siano posti fuori dalla diretta esposizione alla luce solare in quanto quest'ultima tende, ancora per meccanismi da chiarire, ad attivare metabolicamente in modo repentino gli insetti ancora all'interno dei rispettivi bozzoli e la alta concentrazione di CO<sub>2</sub> che così si crea all'interno del bozzolo stesso è causa di alte mortalità raggiunte nell'arco di pochi minuti di esposizione. Inoltre ai fini di limitare la dispersione delle femmine potenzialmente nidificanti risulta utile distribuire uniformemente un numero sufficiente di nidi artificiali nell'appezzamento (fig. 23b). Buoni risultati sono stati ottenuti con la distribuzione di 10 nidi artificiali ciascuno contenente un centinaio di tunnel per ettaro.



Figura 23 - a) Particolare di centralina con i nidi artificiali nei pressi di una coltivazione di albicocco; b) nido trappola artificiale assemblato in un appezzamento di susino cino-giapponese varietà Angeleno.

### *Albicocco*

Questa pianta arborea alle nostre latitudini fiorisce da metà febbraio in poi, quando le temperature possono subire ancora forti oscillazioni e sono ancora frequenti le gelate notturne.

Questa pianta, di norma autocompatibile in molte sue varietà, si avvale comunque, per l'impollinazione incrociata, degli insetti (Guerriero e Monteleone, 1988; Guerriero, 1990). L'impiego delle osmie sull'albicocco risulta essere estremamente proficuo (Pinzauti, 1991b; Pinzauti e Rondinini, 1991; Lepore e Pinzauti, 1994) per i seguenti fattori: l'osmia svolge attività di volo a temperature intorno ai 13°C e ben tollera le temperature notturne al di sotto di 0°C; in questo periodo dell'anno le fioriture potenzialmente competitive sono estremamente ridotte. In un ettaro di frutteto è sufficiente l'attività pronuba di un centinaio di femmine per ottenere significativi incrementi di allegagione dal 30 al 50%.

Quanto riportato per la coltivazione di albicocco vale anche per altre coltivazioni quali il mandorlo (Torchio, 1979; Bosch, 1994a,b), il pero, il melo (Kitamura e Maeta, 1969; Kurennoi e Kurennoi, 1976; Torchio, 1982; Khune e Ambrose, 1984) e il pesco (Kitamura e Maeta, 1986).

### *Susino cino-giapponese*

La coltivazione di questa pianta pone, in molte aree agricole italiane, seri problemi di autoincompatibilità inltre il fiore produce una ridotta quantità di nettare. Ciò comporta una scarsa capacità attrattiva di queste piante verso gli insetti pronubi in genere.

Le osmie, invece, ne risultano fortemente attratte in quanto, a differenza delle api e dei bombi, esse tendono a visitare i fiori principalmente per la raccolta del polline. Infatti il nettare non è soggetto a raccolta e stoccaggio al nido, ma serve solo per rifornire la propria macchina metabolica della energia necessaria per il volo. Per far ciò alle osmie bastano relativamente poche quantità di questa sostanza zuccherina (utile è in questo caso la presenza di alcuni fiori spontanei nell'appezzamento).

La moneta di scambio per il servizio di impollinazione del susino è rappresentata quindi solo dal polline, che le osmie raccolgono sui fiori in gran quantità tra le setole presenti nella parte ventrale del gastro, e che trasportano al proprio nido pedotrofico. Anche in questo caso un centinaio di femmine per ettaro sono più che sufficienti per ottenere un ottima percentuale di allegagione dei frutti.

### *Coltivazione in serra*

Recentemente è stato dimostrato che le osmie ben si adattano ad essere gestite per l'impollinazione in serra, ove, però non sempre è possibile riprodurle o moltiplicarle. Gli ambienti destinati ad accogliere le osmie come insetti pronubi, specialmente per coltivazione orticole, devono essere dotati di reti laterali e di quant'altre strutture atte a prevenire la fuoriuscita di questi Apoidei, inoltre è di basilare importanza che i montanti della struttura (generalmente profilati o tubi di ferro cavi) siano privi di fori che si aprono nel volume interno della serra. Ciò è indispensabile al fine di evitare che le osmie vengano attratte da questi fori e vadano quindi incontro a morte sicura all'interno dei tubi stessi.

Detto ciò le osmie ben si prestano all'impollinazione di molte colture orticole, in particolare sono stati ottenuti risultati estremamente positivi e incoraggianti, per la coltivazione del pomodoro (Felicoli, 1996), del peperone (Kristjansson e Rasmussen, 1991) e di piccoli frutti, quali la fragola (Pinzauti, 1992-93), la mora (Felicoli *et al*, 1997) e il lampone (Felicoli e Pinzauti, 1994 b). Come nel caso della gestione di questi Apoidei in pieno campo, in serra i bozzoli devono essere collocati in contenitori areati e lontani dall'esposizione diretta della luce solare. Nel caso dell'impollinazione del pomodoro, il cui fiore è privo di nettare, è necessario allestire all'interno della serra alcuni "fiori artificiali da nettare", questi sono costituiti da dei normali piatti da pic-nic di colore giallo appesi alla volta della serra e contenenti dei distributori di soluzione zuccherina (fig. 24a).

Da sperimentazioni condotte presso l'Università di Pisa le osmie mostrano grande capacità di apprendimento e diversificano i loro voli di foraggiamento tra “i fiori artificiali da nettare”, per il rifornimento glucidico nella propria macchina metabolica e sui fiori di pomodoro per la raccolta del polline (sostanze proteiche) con il quale rifornire il proprio nido pedotrofico.

Cinque nidi artificiali ciascuno con circa 50 tunnel e 300 femmine sono necessarie per una superficie di circa 1500 m<sup>2</sup>. In funzione del tempo e del ritmo di fioritura delle piante di pomodoro è utile predisporre il rilascio delle osmie a gruppi di 30-40 femmine per volta, in tempi successivi con intervalli almeno di 5 giorni, così da garantirsi una continuità temporale nell'impollinazione dei fiori.

Particolarmente utile risulta il coltivare le piante di pomodoro in consociazione con altre piante ortive e dotate di nettare quali per esempio zucchino melone e peperone oppure in alternativa con della facelia.

Il vantaggio che viene tratto dall'utilizzo di tali Apoidei nell'impollinazione, oltre quello di una maggiore allegagione dei frutti e bacche (nel caso del pomodoro) evitando così prodotti partenocarpici ottenuti con i fitoregolatori (Dellacecca e Bigelli, 1991), è anche quello di un notevole risparmio economico dovuto all'abbattimento dei costi della mano d'opera, dei macchinari per generare vento e dei vibrator meccanici (Short e Bauerle, 1972; Picken, 1984).

Nel caso dei piccoli frutti non ci sono problemi di consociazione perché i fiori sono provvisti di abbondante nettare e risultano essere fortemente attrattivi per gli Apoidei in genere (fig. 24b). I vantaggi e benefici che si traggono dall'impiego delle osmie su queste coltivazioni sono di tre tipi principali, il primo è il notevole incremento ponderale e del numero di drupeole (per more e lamponi) (fig. 25a,b) dovuto probabilmente ad un miglior effetto massa del polline deposto nelle strutture femminili del fiore pluricarpellare dagli insetti gastrolegidi invece che podilegici; il secondo è una migliore uniformità dei frutti composti dovuta ad una più equilibrata allegagione delle singole drupeole o degli acheni nel caso della fragola (Pinzauti,



Figura 24 – a) Coltivazione del pomodoro in serra: sono visibili ambedue i tipi di nido trappola artificiale ed un fiore artificiale da nettare; b) coltivazione di fragola in serra: sono visibili un nido trappola artificiale assemblato ed il contenitore con alcuni bozzoli di *O. cornuta* ed *O. rufa*.

1987) e che si ripercuote in una forte riduzione di frutti malformati e quindi dello “scarto” in termini produttivi; il terzo importante beneficio consiste nella riduzione, a seconda della specie coltivata, del numero dei trattamenti antibiotici, eclatante è il caso della coltivazione del lampone dove tali trattamenti possono passare da cinque ad uno. Ciò è possibile in quanto l’azione di foraggiamento degli insetti sui fiori porta ad una notevole riduzione della quantità di nettare secreto che a causa anche delle condizioni ambientali in cui i piccoli frutti sono coltivati tende a ristagnare e aumentare la propria viscosità causando spesso il collabire dei sepali con le drupeole in neoformazione e creare un idoneo “*pabulum*” che favorisce l’insorgere della botrite.

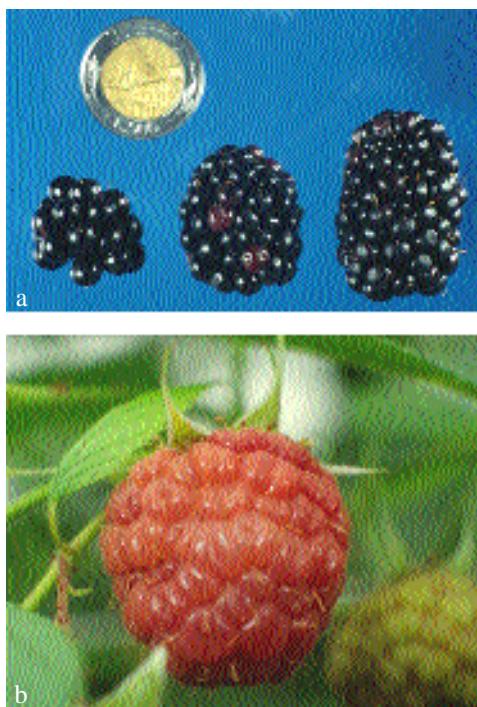


Figura 25 - a) Coltivazione di piccoli frutti in serra: a) more di *Rubus fruticosus* L. autoimpollinate (sx) impollinate da api mellifiche (al centro) e impollinate da osmie (dx); b) Frutto composto di lampone (*Rubus idaeus* L.) ben conformato a seguito di una buona impollinazione con osmie.

## Ringraziamenti

Ricerca effettuata nell’ambito del Progetto Finalizzato AMA (Ape, Miele, Ambiente), finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole. Contributo n° 32.

## Bibliografia

- Accorti M.** (1988) - Dipendenza dagli agro-ecosistemi dagli insetti pronubi - Valutazioni economiche. L'Informatore Agrario, 38: 87.
- Alcock J.** (1974) - The behaviour of *Philanthus crabroniformis* (Hymenoptera, Shecidae). Journ. Zool. (Lond.), 173: 233-246.
- Alcock J.** (1980) - Natural selection and the mating systems of solitary bees. American scientist, 68: 146-153.
- Asensio E.** (1984) - *Osmia (Osmia) cornuta* Latr. pollinisateur potentiel des arbres fruitiers en Espagne (Hymenoptera, Megachilidae). V Symp Int sur la Pollinisation, Versailles, INRA., 461-465.
- Balana I., Grosu E., Fota C., Dobroteanu G.** (1983) - Role of bees in pollination of intensive plantations of sour cherry trees. In Proceedings of the 29th International Congress of Apiculture, Budapest., 280-286.
- Banaszak J., Romasenko L.** (1998) - Megachilid Bees of Europe (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). Pedagogical University of Bydgoszcz.
- Banda H. J., Paxton R. J.** (1991) - Pollination of greenhouse tomatoes by bees. Acta Horticulturae, 288: 194-198.
- Batra S.W.T.** (1978) - Aggression, territoriality, mating and nest aggregation of some solitary bees (Hymenoptera: Halictidae, Megachilidae, Colletidae, Anthophoridae). Jour. of Kans. Entom. Soc., 51 (4): 547-559.
- Batra S.W.T.** (1984) - Le api solitarie. Le Scienze., 188: 106-115.
- Bohart G.E.**, (1972) - Management of wild bees for the pollination of crops. Ann. Rev. Entomol., 17: 287-312.
- Bosch J.** (1994a) - *Osmia cornuta* Latr. (Hym., Megachilidae) as a potential pollinator in almond orchards. J. Appl. Ent., 117: 151-157.
- Bosch J.** (1994b) - Improvement of field management of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) to pollinate almond. Apidologie., 25: 71-83.
- Bosch J.** (1994c) - The nesting behavior of the mason bee *Osmia cornuta* Latr. with special reference to its pollinating potential (Hymenoptera, Megachilidae). Apidologie., 25: 84-93.
- Bosch J.; Blas, M.** (1994) - Effect of over-wintering and incubation temperatures on adult emergence in *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae). Apidologie., 25: 265-277.
- Brown C.R.**, (1986) - Cliff swallow colonies as information centers. Scienze 234: 83-85.
- Clausen C.P.** (1940) - "Entomophagus Insects". McGraw-Hill Book Comp. New York and London, 688 pp.
- Cobelli R.** (1888) - Note biologiche sugli apidi *Chalicodoma muraria* L. *Chalicodoma lefebvrei* Gerst. *Osmia cornuta* Latr. *Xilocopa violacea* Poda. Pubbl Museo civico di Rovereto., n XIV: 1-58.
- Coutin R., Desmier de Chenon R.** (1983) - Biologie et comportement de *Cacoxenus indagator* Loew. (Diptera, Drosophilidae) cleptoparasite d'*Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae). Apidologie 14(3): 233-240.
- Dellacecca V., Bigelli G.** (1991) - Ricerche sui fitoregolatori alleganti del pomodoro da mensa distribuiti all'intera pianta. Colture Protette, 1: 113-117.
- Du Merle M.P.**, (1972) - Quelques données sur la biologie des Dipteres Bombyliidae. Bull. Soc. Ent. France. 77, 190-201.
- Eickwort G.C., Eickwort K.R., Linsley E.G.**, (1977) - Observations on nest aggregations of the bees *Diadasia olivacea* and *D. diminuta* (Hymenoptera: Anthophoridae). Journal of the Kansas Entomological Society 50: 1-17.
- Eickwort G.C, Ginsberg H.S.** (1980) - Foraging and mating behavior in Apoidea. Ann. Rev. Entomol., 25: 421-446.
- van den Eijnde J., de Ruijter A.** (1989) - Pollination of glasshouse tomatoes by Honeybees. Apidologie 20: 492-493.
- Fabre J.H.**, (1937) - Ricordi entomologici. Studi sull'istinto e i costumi degli insetti. Serie Terza. 3, 1-329.

- Fain A.**, (1966) - Note sur la biologie des Acariens du genre *Chaetodactylus* et en particulier de *C. osmiae* parasite des abeilles solitaires *Osmia rufa* L. et *Osmia cornuta* Latr. en Belgique. Bull. Ann. Soc. Roy. Ent. Belg., 102 (16), 249-261.
- Felicioli A.** (1995) – Studi bio-etologici e applicati su *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae), potenziale impollinatore di piante di interesse agrario. Tesi di dottorato: pag. 1-73.
- Felicioli A.**, (1996) - Impollinazione guidata? Ora c'è l'osmia. Colture protette. ANNO XXV n.3 pag.63-66.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994a) - Il nest-trapping come tecnica di studio degli Imenotteri Apoidei del genere *Osmia* Panzer. Atti XVIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Udine, 13-18 giugno 1994.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994b) - Imenotteri del genere *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae) come potenziali impollinatori di piante di interesse agrario e forestale. In: Temi di Apicoltura Moderna, 116-134.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1998) - The impact of the solitary bee parasite *Anthrax anthrax* Schrank (Diptera, Bombyliidae) on a wild population of the mason bee *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) Fourth International Congress of Dipterology, Abstracts Volume, Keble College, Oxford, UK. pag.54
- Felicioli A., Rossi A., Pinzauti M.**, (1995) - Preliminary investigation on gregarious nesting in *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae). Proceedings of the Sixth Conference of the Italian Section of the International Union for the Study of Social Insects (I.U.S.S.I.) Insects Social Life 1: 213-218.
- Felicioli A., Sabatini A.G., Pinzauti M.** (1998) - Potenziale trofico e competitività tra *Osmia cornuta* Latr. e *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) in tre ecosistemi. Atti delle Giornate di studio sull'apicoltura Minoprio (Como). In stampa.
- Felicioli A., Isidoro N., Romani R., Bin F., Pinzauti M.** (1998) - Ethological and morphological analysis of mating behaviour in *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) Ins. Soc. Life 2: 137-144.
- Free J.B., Williams I.H.** (1970) - Preliminary investigation on the occupation of artificial nests by *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae). J. appl. Ecol., 7: 559-566.
- Grandi G.** (1951a) - Introduzione allo studio dell' entomologia., Vol.1.
- Grandi G.** (1951b) - Introduzione allo studio dell' entomologia., Vol.2.
- Guerrero R.** (1990) - La coltura dell'albicocco. In Frutticoltura speciale. A.A.V.V., Reda - Roma.
- Guerrero R., Monteleone P.**, (1988) - Osservazioni sulla biologia florale e di fruttificazione dell'albicocco. Frutticoltura., 6: 92-97.
- Heroin-Delauney Y.** (1966) - Etude de constructions d'*Osmia cornuta* (Hym. Apoidea) apr,s injection de produits marques. C. r. Seanc. Soc. Biol., 160: 2027-2030.
- Hodek I.** (1983) - Role of environmental factors and endogenous mechanisms in the seasonality of reproduction in insect diapausing as adults. In: Diapause and life cycle strategies in insects (Brown VK, Hodek I eds). Junk publ The Hague: 9-33
- Holm S.N.** (1973) - *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) as a Pollinator of Plants in Greenhouses. Ent. Scand., 4: 217-224.
- Jacob-Remacle A.** (1990a) - Etude descriptive des nids d' *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) et d' *Osmia rufa* (Linn., 1758) (Hymenoptera Apoidea: Megachilidae). Notes fauniques de Gembloux., 22: 49-64.
- Jacob-Remacle A.** (1990b) - Abeilles sauvages et pollination. MinistŠre de la R, gion Wallone, Service de la Conservation de la Nature., 1-40.
- Julliard C.** (1948) - Le comportement des larves de *Cacoxenus indagator* Loew. Dans le nids d'*Osmia rufa* L. – Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 21: 547-554.
- Kitamura T., Maeta Y.** (1969) - Studies on the pollination of apple by *Osmia* (III) preliminary report on the homing ability of *Osmia cornifrons* (Radoszkowski) and *Osmia pedicornis* Cockerell. Kontiu., 37 (1): 83-90.
- Kitamura T., Maeta Y.** (1986) - Flower visiting activity of *Osmia cornifrons* (Rad.) in relation to the varieties of peach. Kontyu., 7: 13-18.

- Kristjansson K.** (1989) - Investigation on the possibilities of using the solitary bee *Osmia rufa* L. as a pollinator in Denmark. Ph.D thesis in insect pollination of cultivated plants, Dep. Crop Science Copenhagen University., Denmark: 1-146.
- Kristjansson K., Rasmussen K.** (1991) - Pollination of sweet pepper *Capsicum annum* L. with the solitary bee *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). Sixth Int. Symp. on Pollination, Acta Hort., 288: 173-179.
- Krombein K.V.** (1967) - Trap-nesting wasp and bees: life histories, nests and Associates. Smithsonian press, Washington, D.C., U.S.A., 1-570.
- Kronic' M., Jankovic D., Stanisic T.** (1989) - *Osmia cornuta* Latr. (Megachilidae, Hymenoptera)- Potential orchard pollinator. Archives des sciences biologiques., 41 (1-2): 33-37.
- Kronic' M., Mihajlovic' L.J., Brajkovic' M., Tomanovic' Z.** (1991) - Orchard Bee, *Osmia cornuta* Latr., and its Natural Enemies. Proceedings of the 4th ECE/XIII. SIEEC, Godollo., 532-534.
- Kronic' M., Pinzauti M., Felicoli A., Stanisavljevic' L. J.** (1995) - Further observations on *Osmia cornuta* Latr. and *O. rufa* L. as alternative fruits pollinators, domestication and utilization. Arch. Biol. Sci. Belgrade, 47 (1-2): 59-66.
- Kuhn ED., Ambrose JT.** (1984) - Pollination of 'Delicious' Apple by Megachilid bees of the genus *Osmia* (Hymenoptera: Megachilidae). J. Kansas Ent. Soc., 57: 169-180.
- Kurennoi N.M., Kurennoi V.N.** (1976) - Problems in using bees as pollinators apple trees to ensure regular bearing. In Kozin R. (ed.) Pollination of Entomophilous Agricultural Crops by Bees, 23-30. New Delhi: Amerind. Publishing Co.
- Lepore A., Pinzauti M.** (1994) - Osservazioni sul comportamento di *Apis mellifera* e *Osmia cornuta* Latr. nell'impollinazione dell'albicocco in ambiente confinato. Atti XVIII Congresso nazionale italiano di Entomologia, Udine, 13-18 giugno 1994., 851-854.
- Linsley G.E.** (1958) - The ecology of solitary bees. Hilgardia., 27: 1-19.
- Maeta Y.** (1987) - Pollination efficiency by *O. cornifrons* Rad. in relation to required number of nesting bees for economic fruit production. Honeybee Science. 2 (2): 65-72.
- Malyshev S.I.** (1939) - The nesting habits of solitary bees. A comparative study. Eos. Madr., II: 201-309.
- Marquez J., Bosch J., Vicens N.** (1994) - Pollens collected by wild and managed populations of the potential orchard pollinator *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae). J Appl Entomol 117, 353-359.
- Marston N.,** (1964) - The biology of *Anthrax limatulus* Fur (Osten Sacken), with a key to and descriptions of pupae of some species in the *Anthrax albofasciatus* and *trimaculatus* Groups (Diptera: Bombyliidae). J. Kansas Ent. Soc. 37 (2), 89-105.
- Mello M.L.S., Garofalo C.A.** (1986) - Structural dimorphism in the cocoons of a solitary bee, *Lithurgus corumbae* (Hymenoptera, Megachilidae) and its adaptative significance. Zool. Anz., 217 (3/4): 195-206.
- Myers J., Loveless M.D.** (1976) - Nesting aggregations of the euglossine bee *Euplusia surinamensis* (Hymenoptera: Apidae): individual interactions and the advantage of living together. Canadian Entomologist 108: 1-6.
- Neff J.N., Simpson B.B.** (1992) - Nest biology of *Osmia (Diceratosmia) subfasciata* Cresson in central Texas (Hymenoptera: Megachilidae). Pan-Pacific Entomologist, 68 (1): 15-26.
- Pagliano G.** (1995) - Hymenoptera Apoidea, Checklist delle specie della fauna italiana; a cura di Minelli A., Ruffo S., La Posta S., Ed. Calderini (Bo) Fasc. 106 pag. 1-25.
- Parker F.D.** (1982) - Nest clustering as a means of managing *Osmia sanrafaele* (Hymenoptera: Megachilidae). J. Econ. Entomol., 82 (2): 401-403.
- Parker F.D., Tepedino VJ.** (1989) - Behavior of *Osmia (Notosmia) marginata* Michener in the nest (Hymenoptera: Megachilidae). Pan-Pacific Entomologist, 58 (3): 231-235.
- Picken A. J. F.** (1984) - A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Horticultural Science, 59 (1): 1-13.
- Pinzauti M.** (1987) - Comportamento e ruolo delle api nell'impollinazione della fragola. Colture Protette, 7: 65-68.



- Pinzauti M.** (1991a) - Possibilità di allevamento controllato di *O. rufa* L. e *O. cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) per l'impollinazione dei frutteti 1: nota preliminare. Atti XVI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Bari, - Martina Franca (Ta) 23/28 Settembre 1991: 537-544.
- Pinzauti M.** (1991b) - Impollinazione entomofila: gli insetti e le colture. L' Italia agricola, 1: 49-60.
- Pinzauti, M.** (1992-93). Some observations on the bio-ethology, flight and foraging activity of *Osmia cornuta* (latr.) (Hymenoptera, Megachilidae) during strawberry pollination. Apicoltura 8: 7-15
- Pinzauti M.** (1994) - Apoidei pronubi: Possibilità di un loro allevamento per l'impollinazione controllata. "Apilombardia 1994". Selezione Veterinaria (in stampa).
- Pinzauti M., Rondinini, T.** (1991) - Il servizio di impollinazione. L' Italia agricola, 1: 177-184.
- Pinzauti M., Lazzarini D., Felicioli A.** (1997) - Preliminary investigation of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) as a potential pollinator for blackberry (*Rubus fruticosus* L.) under confined environment. Acta Hort 437 pag. 329-333.
- Principi M.M.** (1991) - Lo stato di diapausa negli insetti ed il suo manifestarsi in alcune specie di Crisopidi (Insecta Neuroptera) in dipendenza dell' azione fotoperiodica. Boll Ist Ent "G. Grandi" Univ Bologna 46: 1-30.
- Raw A.** (1972) - The biology of the solitary bee *Osmia rufa* L. (Megachilidae). Trans R Ent Soc Lond 124 (3): 213-229.
- Raw A.** (1976) - The behaviour of males of the solitary bee *Osmia rufa* (Megachilidae) searching for females. Behav., 56 (3-4): 279-285.
- Raw A.** (1992) - Solitary bees (Hymenoptera: Megachilidae), restricted to identical resources for nesting, recognised their own nests: an example of genetically determined personal scents ?. The Entomologist, 111 (2): 79-87.
- Ricciardelli D'Albore G., Pinzauti M.** (1993) - Indagini di laboratorio e in pieno campo sulla dieta di *Osmia rufa cornigera* Rossi (Hymenoptera Megachilidae). Frustula Entomologica XVI (XXIX): 133-140.
- Rosenheim, J.A.** (1990) - Density-dependent parasitism and the evolution of aggregated nesting in the solitary Hymenoptera. Annals of the entomological society of America, 83 (3): 277-286.
- Rust R.W.** (1993a) - Cell and Nest Construction Cost in Two Cavity-Nesting Bees (*Osmia lignaria propinqua* and *Osmia ribifloris biedermannii*) (Hymenoptera Megachilidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 86 (3): 327-332.
- Rust R.W.,** (1993b) - Nest construction plasticity in *Osmia ribifloris biedermannii* Michener (Hymenoptera: Megachilidae). Pan-Pacific Entomologist, 69 (1): 109-110.
- Rust R.W., Torchio, P., Trostle, G.** (1989) - Late embryogenesis and immature development of *Osmia rufa cornigera* (Rossi) (Hymenoptera, Megachilidae). Apidologie 20: 359-367
- Saunders D.S.** (1982) - Insect clocks. 2<sup>o</sup> edit Pergamon Press Oxford.
- Sinha R.N.** (1958) - A subgeneric revision of the genus *Osmia* in the western hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae). Sc. bulletin Univ. of Kansas, 34: 211-261.
- Short T. H., Bauerle W. L.** (1972) - The influence of pollinating techniques on tomato yields and quality. Research Summary of Ohio Agricultural Research and Development Center, 58: 11-13.
- Stanisavljevic L.,** (1996) - Uticaj pratece faune na populacije novodomestifikovanih solitarnih pcela *Osmia cornuta* Latr. i *Osmia rufa* L. (Megachilidae, Hymenoptera). Tesi di laurea. Univerzitet u Beogradu Bioloski Fakultet (Belgrado). 112 pp.
- Tasei J.N.** (1973a) - Le comportement de nidification chez *Osmia* (*Osmia*) *cornuta* Latr. et *Osmia* (*Osmia*) *rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae). Apidologie, 4 (3): 195-225.
- Tasei J.N.** (1973b) - Observations sur le developpement d'*Osmia cornuta* Latr. et *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae), Apidologie, 4 (4): 295-315.
- Torchio P.F.** (1976) - Use of *Osmia lignaria* Say (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae) as a pollinator in an apple and prune orchard. J.Kans.Entomol.Soc., 49: 475-482.
- Torchio P.F.** (1979) - Use of *Osmia lignaria propinqua* as a pollinator of cage almond in California. Proc. IVth Int. Symp. on Pollination. Md. Agric. Exp. Spec. Misc. Publ., 1: 285-293.
- Torchio P.F.** (1982) - Field experiments with the pollinator species *Osmia lignaria propinqua* Cresson, in apple orchards. J. Kans. Entomol. Soc., 57: 689-694.

- Torchio P.F.** (1985) - Fields experiments with the pollinator species *Osmia lignaria propinqua* Cresson, in apple orchard: V, (1979-1980), Methods of introducing bees, nesting success, seeds counts, fruits yields (Hymenoptera, Megachilidae). J. Kans. Entomol. Soc., 58: 448-464.
- Torchio P.F., Asensio, E.** (1985) - The introduction of the European bee, *Osmia cornuta* Latr., into the US as a potential pollinator of orchard crops, and a comparison of its manageability with *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera, Megachilidae). J. Kans. Entomol. Soc., 58: 42-52.
- Torchio P.F., Tepedino V.J.** (1982) - Parsinvoltinism in three species of osmia bees. Psyche, 89: 221-238.
- Torchio P.F.; Asensio E., Thorp R.W.** (1987) - Introduction of the European Bee, *Osmia cornuta*, into California Almond Orchards (Hymenoptera, Megachilidae). Environ. Entomol. 16: 664-667.
- Weiss D.** (1976) - Untersuchungen zum Einsatz einheimischer solitärer Apoidea für die Bestäubung von Nutzpflanzen in der Saatgutproduktion und Pflanzenzucht. Ph. D- Thesis. MLU Halle. Wittemberg, 246 pp.
- Williams L.H.** (1972) - Trap-nesting solitary bees for students of biology. Bee World, 53 (3): 123-135.

Capitolo  
**13**

## ***L'HERIADES TRUNCORUM (L.)***

**Mauro Pinzauti**

*Dip. C.D.S.L., Sez. Entomologia Agraria, Università di Pisa*

### CONTENUTO

<b>Introduzione</b>	191
<b>Biologia</b>	191
<b>Basi per l'allevamento</b>	194
<b>I nidi artificiali</b>	195
<b>I parassiti</b>	197
<b>Linee guida per il servizio di impollinazione</b>	198
<b>Ringraziamenti</b>	198
<b>Bibliografia</b>	199



## Introduzione

Tra gli Apoidei una delle famiglie che racchiude insetti che svolgono una importante azione pronuba nell'impollinazione delle piante di interesse agrario è certamente quella dei Megachilidae (Pinzauti, 1991; Pinzauti, 1993; Pinzauti, 1996; Pinzauti e Rondinini, 1991; Pinzauti *et al.*, 1996; Rondinini e Pinzauti, 1994; Piano, *et al.*, 1998).

Tra i megachilidi, gli insetti appartenenti al genere *Heriades* Spin. (fig. 1), che nel nostro Paese è rappresentato da quattro specie: *Heriades crenulata* Nylander; *Heriades rubicola* Pérez; *Heriades sinuata* Spinola e *Heriades truncorum* (L.) (Pagliano 1995), pare che rivestano un'importante ruolo nell'impollinazione dei fiori di alcune Composite (Ricciardelli D'Albore *et al.*, 1996; Loi e Pinzauti, 1999).

L'allevamento massale di questi insetti è iniziato presso l'Università di Pisa nel 1994 partendo da circa 20.000 bozzoli ottenuti mediante la tecnica del nest-trapping in località Crespina, a circa 30 km a Sud-Ovest della città di Pisa.

A seguito dell'avvio del progetto Ministeriale MiPA-AMA, sono attualmente in corso ricerche sulla biologia, sull'etologia e sui parassiti di questo megachilide.



Figura 1 - *Heriades truncorum* (L.): disegno di una femmina tratto da Banaszak (1998).

## Biologia

Gli *Heriades* sono di piccole dimensioni (circa mm 7 x 3), con livree generalmente dimesse, poco appariscenti; nidificano in steli, fusti cavi, rametti, canne secche, in gallerie di xilofagi scavate nel legno morto, ed in altri vari siti ancora. Poche sono le notizie sulla loro biologia; quanto attualmente noto proviene dalle ricerche condotte in Francia da Benoist (1929) e con metodiche più moderne da Correia (1976, 1977, 1980, 1981a,b), da Grandi (1961) e Paparatti (1994) in Italia e da poche altre osservazione occasionali effettuate in altri continenti (Fisher, 1955; Taylor, 1962; Matthews, 1965; Michener, 1968).

All'inizio dell'estate questi insetti fuoriescono dai propri nidi praticamente nella medesima epoca (luglio-agosto in Toscana). Prima sfarfallano i maschi e dopo alcuni giorni (dai 3 a 7) le femmine dando così avvio agli accoppiamenti. La copula, così come avviene per la maggior parte dei megachilidi, a differenza da quanto avviene nelle api mellifiche che si svolge in volo, si consuma sempre su un substrato (foglia, rametto, per terra, ecc.) e ha generalmente la durata di un paio di minuti ma può, in alcuni casi, protrarsi, tra corteggiamenti e false copule, fino a 6-7 minuti. Generalmente ogni femmina si accoppia con un solo maschio ma può



Figura 2 - *Heriades truncorum* (L.): femmina in prossimità di un potenziale nido pedotrofico.

anche, all'occorrenza, accoppiarsi con più maschi fino a ricevere il quantitativo di spermatozoi necessario per fecondare le circa 20 uova di cui può disporre.

I maschi normalmente rimangono nell'ambiente di sfarfallamento per circa una settimana nell'attesa di incontrare eventuali femmine ancora vergini. Dopo poche ore dall'accoppiamento la femmina si orienta alla ricerca di un possibile sito di nidificazione preferendo, nella scelta, quelle cavità naturali formanti tunnels più o meno profondi (da 5 a 13 mm) con un diametro di ingresso di circa 4 mm (fig. 2).

Così come avviene per il *Megachile rotundata* (Kronic *et al.*, 1995; Pinzauti, 1999) anche per l'*Heriades truncorum*

lo stimolo per la raccolta del polline è dato dalla temperatura ambientale. Normalmente le femmine si attivano intorno ai 25 °C, raggiungendo la massima intensità di volo intorno ai 30 °C, rilevata quest'ultima attraverso marcature e riprese video effettuate in prossimità dei nidi. Con temperature superiori ai 30 °C l'attività di volo decresce sensibilmente per cessare completamente, se esposti direttamente al sole, intorno ai 40 °C.

Per assicurare un'adeguato rifornimento dei propri nidi, oltre che a raccogliere sui fiori presenti nell'ambiente una rilevante quantità di polline di Composite (fig. 3a,b) questi insetti si prodigano anche a raccogliere una consistente quantità di resina di Conifere. La presenza di queste piante resinose in un determinato areale è condizione indispensabile per la sopravvivenza di questi preziosi insetti. Solo Michener



Figura 3 - *Heriades truncorum* (L.): a e b) femmine intente alla raccolta di polline su fiori di Composite.

(1968), negli Stati Uniti d'America, descrivendo un nido di *Heriades spiniscutis* ha constatato talora l'assenza di setti divisorii fra le diverse celle presenti in successione in una canna. Questi setti, quando presenti, risultano realizzati con una sostanza di origine sconosciuta, molto probabilmente del lattice di *Euforbia angularis* coagulato.

La femmina di *Heriades truncorum* (fig. 1), dopo avere disposto nel tunnel prescelto una riserva di polline umettato con sostanze varie (*pabulum*), scorta indispensabile per consentire lo sviluppo della larva fino allo sfarfallamento (fig. 4) deporrà sulla masserella pollinica un solo uovo. Seguendo un comportamento stereotipato, prima di formare una nuova cella pedotrofica, la femmina interpone tra le due celle in successione nel tunnel un setto divisorio dello spessore di 1-1,5 mm realizzato con resina di conifere lavorata con le mandibole e disposta trasversalmente nel nido (fig. 6).

Anche il tappo disposto a chiusura finale del tunnel (fig. 5a,b) è di resina di conifere (quasi sempre di *Pinus*). Frequentemente possiamo accertare (fig. 5c) anche la presenza di pietruzze all'interno della resina posta a chiusura del tunnel. Su altra specie di *Heriades*, Matthews (1965), ha constatato che il setto divisorio risulta sempre realizzato con resina di conifera pura, mentre Fischer (1955), osservando *H. variolosus*, ha verificato che nella resina di conifere presente nei setti divisorii sono normalmente incorporate diverse particelle di sabbia e di terra.

Secondo Correia (1981b) la femmina di *H. truncorum* depone un uovo al giorno e di norma nel medesimo periodo della giornata. La deposizione ha luogo dopo che si è nutrita ed ha passato oltre 30 minuti fuori all'aperto (l'intensità luminosa pare sincronizzi il processo). Il tempo passato in postura di ovideposizione varia da 45 a 97 secondi, anche se la deposizione dell'uovo ha la durata di appena 1-2 secondi.

I maschi non collaborano mai alla realizzazione dei nidi. Le femmine, pur svolgendo una attività di nidificazione di tipo gregario, frequentano esclusivamente il proprio nido-tunnel. Secondo Correia (1981b) le femmine secernono una sostanza di marcaggio dei propri nidi. Infatti, abbiamo constatato che qualora si sposti il tunnel in altra posizione, nel breve periodo (20-30 minuti) e dopo avere visitato frettolosamente altri tunnels presenti nel medesimo sito di nidificazione, ogni femmina ritrova il proprio nido-tunnel e dopo una prolungata ispezione riprende la nidifica-



Figura 4 - *Heriades truncorum* L. - particolare della porzione interna di un nido artificiale assemblato: in alto larve in attività trofica; al centro larve mature pronte per filare il bozzolo; in basso prepupe all'interno del bozzolo sericeo.

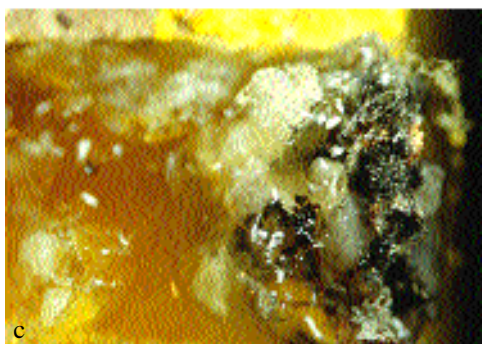
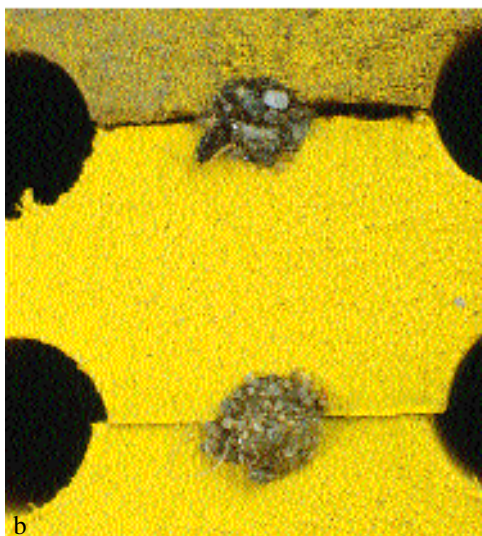
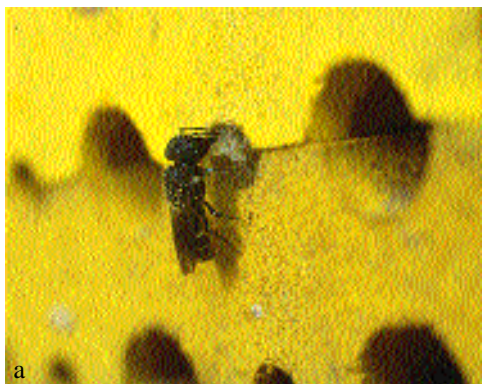


Figura 5 - *Heriades trunctorum* (L.): a) femmina intenta a sigillare l'apertura di un tunnel del nido artificiale assemblato; b) particolare di 2 tunnels tappati con resina; c) sezione del "tappo" di resina disposto a chiusura del tunnel.

zione. Descy (1968) afferma che anche in *Heriades*, esiste una sequenza di nidificazione stereotipata e che ogni tappa della sequenza deve concludersi prima che ne inizi una nuova.

Così come avviene per il *Megachile rotundata* (vedi Pinzauti, 1999), anche il ciclo biologico dell'*H. trunctorum*, o di *H. rubicola* (Paparatti, 1994), in Italia si compie ogni anno (specie monovoltina). Dalle osservazioni effettuate nel 1997 è emerso che dall'uovo deposto dalla femmina in luglio-agosto, sguscia la larva che per circa 45 giorni si nutre in continuazione fino a consumare completamente la scorta pollinica disposta dalla madre nella cella (fig. 6). Subito dopo, allo stadio di prepupa, inizia a tessere un bozzolo sericeo ed entra in diapausa obbligata (parapausa). In primavera, al termine della diapausa, quando si avviano i processi tachitelici (ripresa del ritmo), l'insetto accelererà l'attività metabolica per giungere a sfarfallare in luglio o in agosto.

### Basi per l'allevamento

La tecnica di gestione degli Apoidei megachilidi messa a punto presso l'Università di Pisa permette di controllare le diverse fasi del ciclo biologico dell'insetto e giungere a programmare lo sfarfallamento di *Heriades* nell'epoca desiderata in modo da ottenere un'ottima resa dell'allevamento e di gestire, nello stesso tempo, il servizio di impollinazione su una determinata coltura di interesse agrario (girasole, ad esempio). Il controllo della diapausa, unitamente al controllo dei parassiti, rappresenta la base per un proficuo allevamento di *H. trunctorum* e quindi appare opportuno specificare che alla raccolta dei bozzoli.



Alla fine dell'autunno è opportuno provvedere alla refrigerazione dei bozzoli (a 4 °C). Il mantenimento costante della temperatura di 4 °C consente di realizzare una lunga diapausa dove i fenomeni ororotelici (rallentamento del ritmo) sono costanti ma più lenti per cui il periodo risulterà più lungo ma senza sbalzi. Sempre nella medesima cella termostatica e alla medesima temperatura, gli insetti, una volta giunti a fine diapausa, con l'inizio dei fenomeni tachitelici manterranno un metabolismo rallentato raggiungendo lo stadio di adulto anche

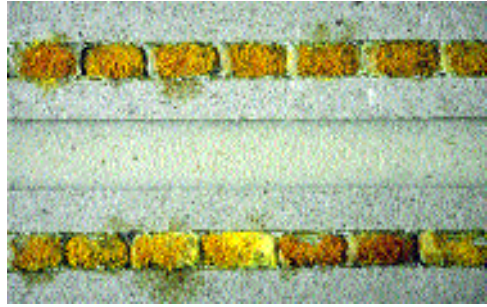


Figura 6 - *Heriades truncorum* (L.): nido artificiale assemblato, aperto ad arte, dove sono visibili due tunnels con bozzoli.

oltre la fine dell'estate. In questa ultima delicata fase del ciclo biologico è sufficiente fornire in qualsiasi momento una temperatura di circa 30 °C (tra giugno e ottobre) e lo stimolo attivato dalla differenza di temperatura permetterà una precoce formazione degli adulti e il loro sfarfallamento in circa 20 giorni dal ricevimento dell'impulso termico. Le nostre pluriennali osservazioni (1996-98) hanno permesso di verificare che l'*H. truncorum* entra in diapausa da prepupa mentre l'*Heriades freygesneri*, secondo Taylor (1962), raggiunge tale stato fisiologico da pupa.

Da una sperimentazione condotta su una popolazione naturale che ha nidificato nel 1996 in un nido artificiale composto da 720 cannuccie (fig. 7a), è emerso che sono sfarfallati 840 *H. truncorum* con una sex-ratio di 1:4 a favore dei maschi. La lunghezza media di ogni singola porzione di canna occupata è risultata di 7,3 mm con una presenza media di 5,4 insetti per porzione di canna. Nella talella n. 1 sono riportate le differenze riscontrate rispetto a quanto riscontrato sulla medesima specie di *Heriades* da Correia in Francia (1981b).

Tabella 1 - valori di sex-ratio, parassitizzazione e dimensioni dei nido/cella ottenuti in località S. Piero a Grado (PI) nel 1996 e confrontati con quelli ottenuti in diverse località da Correia in Francia nel 1973 (1981b).

	Sex-ratio	Parassitizzazione	Dimensione nido pedotrofico (mm)	
	(rapp. maschi/femmine)	(percentuale)	(diametro)	(lunghezza)
Pinzauti (1996)	1,5 : 1	28,9	3,5	9,5
Correia (1973)	2,5 : 1	21,2	3,7	8,5

## I nidi artificiali

La tecnica del trappolaggio degli Apoidei in natura mediante nidi artificiali consente, anche nel caso dell'*Heriades*, di valutare la variazione annuale delle popolazioni spontanee, per luogo e periodo di volo. Il materiale e la tecnica del nest-trapping attualmente impiegata presso l'Università di Pisa è stata già proficuamente uti-

lizzata nello studio delle osmie (Pinzauti, 1991, Felicioli e Pinzauti, 1994a,b). Per realizzare l'allevamento di *H. truncorum* sono stati realizzati due tipi di nido: uno formato da canna di palude (*Phragmites australis*) (fig. 7a) e uno di tipo assemblato, composto da tavolette (di faesite o di plastica) sovrapponibili (fig. 8).

I nidi canna sono stati ottenuti dal taglio e dall'arrotolamento di stuoie composte da canne del diametro di circa 4 mm. Questi nidi, opportunamente protetti dalle intemperie con supporti vari, sono composti da circa 800 cannette lunghe circa 20 cm e colonizzabili dagli *Heriades* in entrambi i lati, grazie al mantenimento di uno o più internodi centrali.

Mentre il nido impiegato nell'allevamento delle osmie o del *Megachile rotundata* è composto da una successione di tavolette gemelle solcate, per l'*H. truncorum*, invece, è necessario lavorare e predisporre le tavolette in modo da ottenere, ogni quattro elementi sovrapposti, due serie di tunnels (fig. 8). Infatti la cospicua presenza di resina e la fragilità dei bozzoli di *Heriades* richiedono un'u-



Figura 7 - *Heriades truncorum* (L.): a) nido-canna impiegato per allevamento di *Heriades*; b) segmento di canna, sezionato ad arte, dove sono visibili le larve mature; c) segmenti di canne selezionate per la determinazione della sex-ratio e il rilievo dei parassiti.

nica apertura per ogni serie di tunnels. I nidi artificiali assemblati sono stati realizzati lavorando alla fresa gli elementi di faesite, di legno o di plastica riciclata. Ogni elemento presenta in un'unica parte dei semicerchi che aderendo all'elemento aggiunto (sopra o sotto) danno luogo ad una serie di tunnels di 4 mm di diametro.

In positivo, rispetto ai nidi canna, i nidi trappola artificiali assemblati (NTAA), se opportunamente protetti dalle avversità meteorologiche, sono potenzialmente riutilizzabili per più anni mentre, ovviamente, i nidi canna una volta utilizzati dopo la raccolta dei bozzoli vanno distrutti.

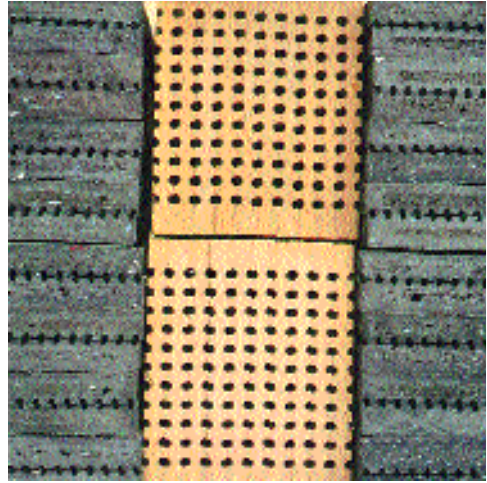


Figura 8 - *Heriades truncorum* (L.) - nidi artificiali assemblati. Ai lati, quelli per l'allevamento di *Heriades*, al centro quelli utilizzati per l'allevamento di *Megachile rotundata* (F.).

## I parassiti

I nemici naturali che limitano la presenza degli *H. truncorum* sul territorio sono molteplici e sono attualmente oggetto di studio nell'ambito del progetto di ricerca MiPA/AMA. Come per quanto già osservato in alcune specie di *Osmia* e in *Megachile rotundata*, e utilizzando per le osservazioni la tecnica della clausura dei nidi-tunnel di *H. truncorum* in provette (fig. 7c), gli Imenotteri Calcidoidei, ed in particolare *Leucospis dorsigera* Fab. sono risultati i nemici più pericolosi per questi Apoidei. Altri, in ordine di dannosità, sono risultati il Dittero Bombilide *Antrax antrax* Schrnk (fig. 9) alcune specie di Megachilidi del genere *Stelis* Panz. Il Coleottero Cleride del genere *Trichodes* (fig. 10) è da considerare solo un pericoloso distruttore di nidi. La percentuale di parassitizzazione complessiva riscontrata nei nostri allevamenti nel 1996 è stata del 28,9% (Tab. 1), oltre il 7% in più rispetto a quella evidenziata nel 1973 da Correia in Francia (1981b). Grandi (1961), in diverse specie di *Heriades*, ha riscontrato la costante presenza di tre Imenotteri parassiti (*Leucospis dorsigera*, *Gasteruption rugulosum* e *Sapygina decemguttata*) e del Dittero Bombilide *Antrax antrax*.



Figura 9 - Adulto di Dittero Bombilide, parassita di *Heriades*, su nido-canna.

## Linee guida per il servizio di impollinazione

Come è stato riferito nell'introduzione, lo studio di questi Imenotteri Megachilidi (biologia e etologia) è stato essenzialmente condotto in Francia da Correia. Presso l'Università di Pisa, oltre che ad un approfondimento di tali settori di studio, sono in corso ricerche sui nidi artificiali da utilizzare per l'allevamento massale e sulla messa a punto di tecniche per l'impollinazione guidata in pieno campo.

La preferenza per i fiori delle Composite da parte degli insetti del genere *Heriades* è già stata riferita dagli studi condotti da Correia in Francia (1976, 1977, 1980; 1981a,b). Recenti studi condotti in Toscana hanno confermato questa spiccata preferenza (Ricciadelli D'Albore *et al.*, 1996) inducendoci a considerare questi Megachilidi, oltre che oligolettici, addirittura come monolettici nell'ambito di poche specie all'interno della famiglia delle Composite (Pinzauti e Loi, 1999).

Alcune osservazioni condotte nell'impollinazione dell'Erba medica (in corso di pubblicazione), hanno dimostrato che in condizioni di clausura (in piccoli tunnel) le femmine di *H. truncorum*, anche se dispongono di appropriati nidi e di resina di pino, non nidificano. Queste si limitano solo a nutrirsi periodicamente di nettare sui fiori contribuendo così, anche se marginalmente, nell'impollinazione dell'Erba medica.

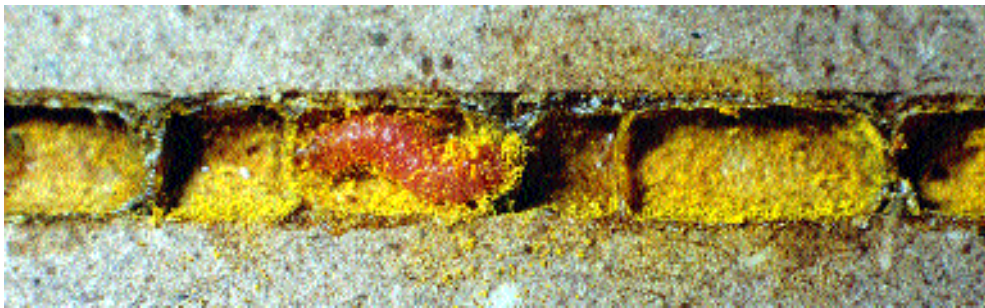


Figura 10 - *Trichodes apiarius* L.: porzione interna del nido artificiale assemblato dove è visibile una larva del Cleride in attività trofica in una cella di *Heriades*

Per quanto concerne l'organizzazione di un servizio di impollinazione mediante questo pronubo vale essenzialmente quanto già detto per il *Megachile rotundata* (Pinzauti, 1999). Infatti, anche questo insetto presenta un'analoga diapausa e necessita di un medesimo trattamento termico dei bozzoli (4 °C e 30 °C).

Sono attualmente in studio le tecniche di impiego di questo pronubo per l'impollinazione del girasole in pieno campo.

## Ringraziamenti

Ricerca effettuata nell'ambito del Progetto Finalizzato AMA (Ape, Miele, Ambiente), finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole. Contributo n° 33.

## Bibliografia

- Benoist R.** (1929) - Les *Heriades* de la faune française. (Hymenoptera Apidae). Ann.Soc.Ent.Fr., 98:131-141.
- Correia M.** (1976) - Notes sur la biologie d'*Heriades truncorum* L. (Hymenoptera, Megachilidae). Apidologie, 7 (2): 169-187.
- Correia M.** (1977) - Sur l'origine des résines employées par *Heriades truncorum* L. (Hymenoptera, Megachilidae) pour la construction de ses nids. Apidologie, 8 (2): 101-109.
- Correia M.** (1980) - Notes sur la biologie d'*Heriades truncorum* L. (Hymenoptera, Megachilidae). 1 - Aspect biologique et morphologique. Apidologie, 11 (4): 309-339.
- Correia M.** (1981a) - Contribution à l'étude de la biologie d'*Heriades truncorum* L. (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae). II - Aspect écologique. Apidologie, 12 (1): 3-30.
- Correia M.** (1981b) - Contribution à l'étude de la biologie d'*Heriades truncorum* L. (Hymenoptera: Apoidea, Megachilidae). III - Aspect éthologique. Apidologie, 12 (3): 221-256.
- Descy A.** (1968) - Observations et expériences en vue de modifier le comportement de certains Hyménoptère. Bull. Biol., 102: 391-431.
- Felicioli A.** (1999) - L'*Osmia* (Hymenoptera Megachilidae). In "Api e Impollinazione". Regione Toscana: 157-186.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994a) - Il nest-trapping come tecnica di studio degli Imenotteri del genere *Osmia* Panzer. Atti XVII Congr.Naz.Ital.Entomologia, Udine: 899-902.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994b) - Imenotteri del genere *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae) come potenziali impollinatori di piante di interesse agrario e forestale. In: "Temi di Apicoltura Moderna". Provincia di Lucca - Regione Toscana Ed.: 116-136.
- Fisher R.L.** (1955) - A nest of *Heriades variolosus* (Cress.) (Hymenoptera: Megachilidae). Canad. Entomol., 87 (1): 33-36.
- Grandi G.** (1961) - Studi di un entomologo sugli Imenotteri superiori. Ed. Calderini (BO): 283-290.
- Kronic M.D., Tasei J.N., Pinzauti M.** (1995) - Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under european conditions. Apicoltura, 10: 71-98.
- Loi G., Pinzauti M.** (1999) - Ricerche sull'efficacia del *Megachile rotundata* (F.) (Hymenoptera Megachilidae) come impollinatore delle colture da seme di Erba medica. In "Api e Impollinazione". Regione Toscana: 143-155.
- Matthews R.W.** (1965) - The biology of *Heriades carinata* (Cress). (Hymenoptera, Megachilidae). PH.D Thesis. Contrib. Amer. Ent. Inst., 1 (3): 1-33.
- Michener C.D.** (1968) - *Heriades spiniscutis*, a bee that facultatively omits partitions between rearing cells (Hymenoptera, Apoidea). Journ. Kans. Ent. Soc., 41: 484-439.
- Pagliano G.** (1995) - Hymenoptera Apoidea. In Checklist delle specie della fauna italiana. Ed. Calderini - Bologna.
- Paparatti B.** (1994) - Note biologiche preliminari di *Heriades rubicola* Pérez. Atti XVII Congr. Naz.Ial. Entomologia, Udine: 871-874.
- Piano E., Pinzauti M., Annicchiarico P., Felicioli A., Pecetti L., Romani M.** (1998) - Impollinazione in ambiente confinato mediante Apoidei solitari nel miglioramento genetico di leguminose foraggere. Sementi Elette, XLIV (2): 11-20.
- Pinzauti M.** (1991) - Possibilità di allevamento controllato di *Osmia rufa* L. e *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera: Megachilidae) per l'impollinazione dei frutteti. 1 nota preliminare. Atti XVI Congr.Naz.Ital.Entomologia, Bari-Martina Franca: 537-544.
- Pinzauti M.** (1992-93) - Some observation on the bio-ethology, flight and foraging activity of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera Megachilidae) during strawberry pollination. Apicoltura, 8: 7-16.
- Pinzauti M.** (1996) - Apoidei pronubi: possibilità di un loro allevamento per l'impollinazione controllata. La Selezione Veterinaria, 11: 945-957.
- Pinzauti M.** (1999) - Il *Megachile rotundata* (F.). (Hymenoptera Megachilidae). In "Api e Impollinazione". Regione Toscana: 131-142.
- Pinzauti M., Rondinini T.** (1991) - Il Servizio di Impollinazione; L'Italia Agricola, 128 (1): 177-184.

- Pinzauti M., Loi G.,** (1999) - Alcune ricerche su tipi di polline rinvenuti in nidi pedotrofici di *Heriades truncorum* (L.) (Hymenoptera Megachilidae). In “Api e Impollinazione”. Regione Toscana: 199-207.
- Pinzauti M., Lazzarini D., Felicioli A.**(1996) - Preliminary investigation of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) as a potential pollinator for blackberry (*Rubus fruticosus* L.) under confined environment. Proc.7th Inter.Symp.Pollination, Lethbridge, Alberta, Canada: 329- 333.
- Ricciardelli D’Albore G., Pinzauti M., Felicioli A.** (1996) - Laboratory and open field investigation on *Heriades truncorum* L. (Hymenoptera Megachilidae) diet. Proc. XX Inter. Congr. Entomology, Firenze: 445.
- Rondinini T., Pinzauti M.** (1994) - Problematiche attinenti al servizio di impollinazione mediante imenotteri pronubi. In Temi di apicoltura moderna. Provincia di Lucca - Regione Toscana Ed. : 137-149.
- Taylor J. S.** (1962) - Notes su *Heriades freygessneri* Schletterer (Hymenoptera, Megachilidae). Journ. Ent. Soc. S. Africa, 25: 133-139.

Capitolo  
14

**INDAGINE SULLA DIETA  
LARVALE DI *HERIADES  
TRUNCORUM* (L.)**

**Mauro Pinzauti, Giorgio Loi**

*Dip. C.D.S.L., Sez. Entomologia Agraria, Università di Pisa*

CONTENUTO

<b>Premessa</b>	203
<b>Materiali e metodi</b>	203
<i>Nidi trappola</i>	203
<i>Aree di raccolta del materiale</i>	204
<i>Analisi palinologica</i>	204
<b>Esame dei risultati</b>	205
<i>Esame generale</i>	205
<i>Esame particolare</i>	205
<b>Conclusioni</b>	206
<b>Ringraziamenti</b>	206
<b>Bibliografia</b>	209





## Premessa

Lo studio dei pollini rinvenuti nei nidi pedotrofici di Apoidei solitari ha assunto notevole importanza a causa delle nuove esigenze di mantenimento della biodiversità. Inoltre ha suscitato notevole interesse l'utilizzo di questi insetti come impollinatori di piante coltivate (Pinzauti, 1991; Pinzauti, 1992-93; Pinzauti e Rondinini, 1991; Pinzauti *et al.*, 1996; Felicioli e Pinzauti, 1994 a; Kronic *et al.*, 1995; Piano *et al.*, 1998).

A seguito degli studi condotti sulla dieta delle larve di *Osmia* sp. (Ricciardelli D'Albore e Pinzauti, 1993; Ricciardelli D'Albore *et al.*, 1994; Felicioli *et al.*, 1998), si sono volute effettuare ricerche su un altro interessante Megachilide a comportamento oligolettico, di facile allevamento, l'*Heriades truncorum* (L.) (fig. 1a,b). Più precisamente si è cercato di accertare i tipi di polline preferiti da questo Imenottero, al fine di valutarne l'importanza quale impollinatore anche di piante coltivate.

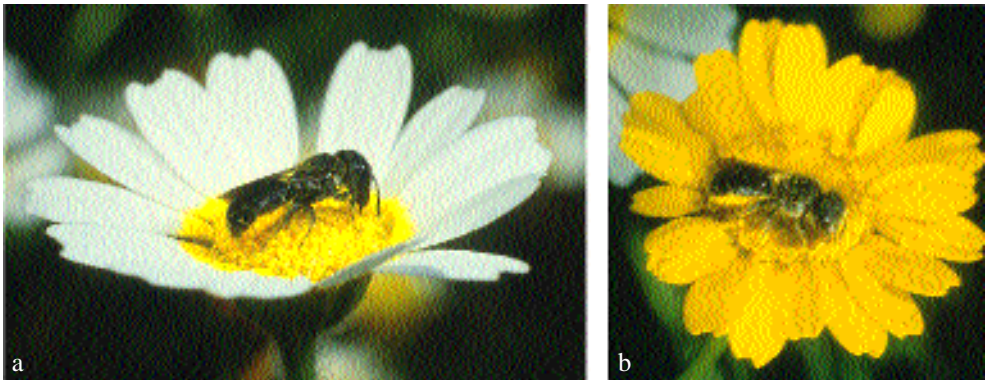


Figura 1a,b - Femmine di *Heriades truncorum* (L.) su fiori di Composite.

## Materiali e metodi

### *Nidi trappola*

I nidi trappola erano costituiti da rotoli di stuoie formate ciascuna da circa 700 cannuce della lunghezza di 35-40 cm (fig. 2). Ogni cannuccia aveva una luce di 0,4 – 0,5 cm e poteva essere impiegata dagli insetti come nido pedotrofico alle due estremità (Felicioli e Pinzauti, 1994 b).

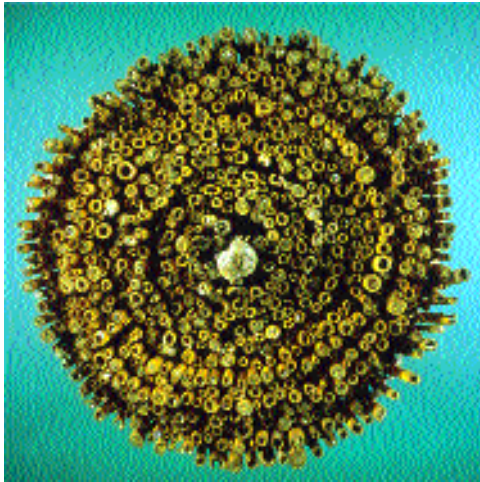


Figura 2 - Nido trappola artificiale composto da un rotolo di canucce.

### Aree di raccolta del materiale

Lo studio è stato condotto, durante l'estate del 1998, in tre località distinte, sulle quali forniamo alcune notizie.

- *S. Piero a Grado* - Presso questa frazione, ad ovest della città di Pisa, sono situati i campi sperimentali del Centro Interdipartimentale per le Ricerche Agroambientali "E. Avanzi", dove sono effettuate numerose colture erbacee (in particolare Girasole, Mais, Grano, Erba medica) ed arboree (Pesco, Susino). Assolutamente piano, il terreno varia da sabbioso ad argilloso, con zone umide che si alternano a zone aride. I campi sono spesso contornati da filari di alberi e sono intervallati da formazioni boschive, costituite prevalentemente da Pini e

Lecci, con sottobosco abbastanza folto. Sono inoltre presenti pioppete coltivate.

Il nido trappola era posto su un pioppo vicino ad una casa colonica, che aveva in prossimità alcuni pini, altre essenze arboree ed erbacee ornamentali e quindi campi di colture erbacee e frutteti. I margini delle strade e dei campi e gli argini dei fossi ospitavano una flora spontanea variatissima

- *Venturina* - Questa località, in provincia di Livorno, è situata in una piana compresa tra il promontorio di Piombino e le Colline Metallifere. Il terreno è di medio impasto. Qui si trova un frutteto sperimentale della Sezione di Coltivazioni Arboree del Dip. C.D.S.L. dell'Università di Pisa ed un vivaio di piante forestali. Intorno vi sono campi di colture erbacee ed anche un fosso con argine provvisto di ricca flora spontanea. Il nido trappola era legato ad un tronco di *Eucaliptus* ai margini del frutteto.

- *Crespina* - Questa località si trova a sud-ovest della città di Pisa ed è posta in ambiente collinare tipicamente toscano. Vi sono oliveti e vigneti, nonché colture erbacee, con boschi e prati. Il nido trappola era posto alla parete sud di una costruzione annessa ad una casa colonica. In prossimità vi erano alberi (tra cui Pini e Cipressi), quindi prati, tenuti anche come pascoli, e colture erbacee, tra cui Girasole.

### Analisi palinologica

Quando le femmine di *H. truncorum* ebbero terminato le loro operazioni di opercolatura dei nidi pedotrofici, le canucce furono aperte e estratto il polline dalle cellette. Di queste ne vennero scelte, a caso, 20 per ciascuna delle tre località per effettuare le analisi palinologiche.

Per esprimere più semplicemente i risultati è stata utilizzata una nomenclatura che, in particolare per le Composite, cita le forme note in melissopalinoologia (fig. 3a,b,c,d,e,f,g) con accanto, separato da un trattino, il polline di riferimento.

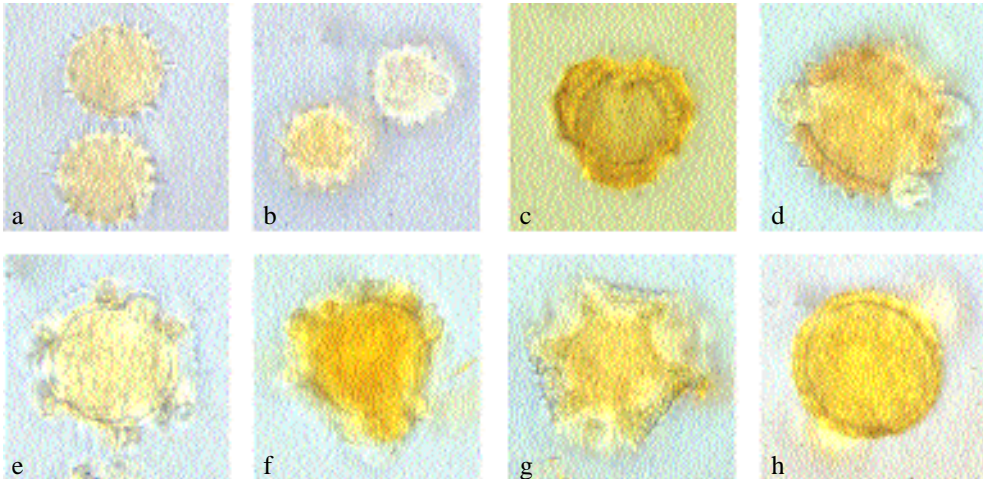


Figura 3 - Granuli di polline al microscopio ottico: **a)** forma H-*Helianthus*; **b)** forma H-*Eupatorium*; **c)** forma A-*Matricaria*; **d)** forma S-*Carduus/Cirsium*; **e)** forma T-*Hieracium*; **f)** forma T-*Cichorium*; **g)** forma T-*Tragopogon*; **h)** polline di *Centaurea jacea*.

## Esame dei risultati

### Esame generale

Nelle fig. 4, 5 e 6 sono riportate le percentuali delle celle nelle quali sono state rinvenute le forme di polline di Composite, nelle tre località indagate, il che offre una panoramica sulle diverse composizioni floristiche. Per quanto riguarda le analisi palinologiche del materiale proveniente da S. Piero e Venturina, non vi si notano grandi differenze, se non per la forma H-*Helianthus*: ciò si spiega col fatto che a S. Piero i campi erano molto vicini al sito nel quale era stata appostata la stuoia che fungeva da nido trappola. Diversa si presenta la situazione per quello che concerne Crespina: il luogo prescelto per l'appostamento si trovava a circa 1 km dalle colture erbacee più prossime. In questo caso in tutte le cellette esaminate è stato trovato, in percentuale varia, polline della forma A-*Matricaria*, mentre solo nel 10% era presente la forma H-*Helianthus*.

### Esame particolare

Più in particolare il polline forma H-*Helianthus* era contenuto in quantità superiore al 45% nel 60% delle cellette di S. Piero (fig. 4), mentre era assente nel 90% di quelle di Crespina (fig. 5).

Il polline forma H-*Eupatorium* è stato rinvenuto come predominante nel 50% delle cellette di Venturina (fig. 6) ma nel 45% di queste era assente.

I tre pollini della forma T sono in generale non molto rappresentati: solo nel 10% del materiale proveniente da Crespina è predominante la forma T-*Hieracium*, mentre la forma T-*Tragopogon* è decisamente iporappresentata (fig. 5).

I granuli pollinici della forma A-*Matricaria*, presenti in tutte le celle di Crespina (fig 5), erano contenuti in quantità superiore al 45% nell'80% di quelle esaminate.

Vi è da notare che nel rimanente 10%, il polline dominante era della forma H-*Eupatorium*; l'altro 10% era, come già scritto, T-*Hieracium*.

Le due forme S-*Cirsium* e S-*Carduus* non risultano molto bottinate. Più frequente la prima che, tra l'altro, era la più rappresentata nel 10% delle cellette di S. Piero (fig. 4) e nel 5% di quelle di Venturina (fig. 6); la seconda (S-*Carduus*), in generale meno raccolta, non è stata rinvenuta in quelle di Crespina (fig. 5). Nella medesima località, in alcune celle, è stata accertata la presenza di granuli pollinici appartenenti al gruppo *Centaurea jacea*.

Oltre alle forme sopra ricordate, ve ne erano, rare o rarissime, altre di specie vegetali non appartenenti alle Composite. In particolare: pollini di *Hedera* sp., Umbrelliferae (forma A), *Verbena* e *Quercus ilex* sono stati rinvenuti nelle cellette provenienti da S. Piero e Venturina; di *Convolvulus*, *Epilobium* ed *Eucalyptus* da quelle di Venturina; di *Ligustrum*, *Rubus* e *Salix* da quelle di Crespina. Ciò concorda con quanto rilevato da altri AA., sempre sulla dieta larvale di *H. truncorum* (Ricciardelli D'Albore *et al.*, 1996).

Infine, nel materiale delle tre località sono state rinvenute spore fungine. Quelle tipo *Alternaria* sono risultate frequenti nelle cellette provenienti da S. Piero e Venturina (rispettivamente nel 25% e nel 20%), mentre erano assenti in quelle provenienti da Crespina.

## Conclusioni

Le notizie che sono state fornite in questo lavoro e su questa specie poco studiata confermano che l'*Heriades truncorum* (L.) è esclusivamente infeudato alle Composite, delle quali rappresenta uno dei più validi pronubi. La necessaria presenza piante di resinose, fornitrici di resine usate dalla femmina per separare le cellette e per la chiusura definitiva del nido, lo rende particolarmente adatto agli ambienti che presentino una flora erbacea molto varia. Vi è poi da sottolineare l'importanza che può avere nell'impollinazione delle piante coltivate, primo fra tutte il Girasole, insieme alle api domestiche ed ai bombi.

I granuli pollinici appartenenti ad altre essenze vegetali, anche se rinvenuti nelle cellette, sono sempre stati ben al disotto dell'1% e si possono considerare come casuali, raccolti dall'insetto sui fiori frequentati, dove erano caduti trasportati dal vento o da altri pronubi.

## Ringraziamenti

Ricerca effettuata con i fondi di Ateneo.

Si ringrazia il Dott. Cesare Biondi per il contributo fornito nelle analisi dei pollini.

S. Piero a Grado

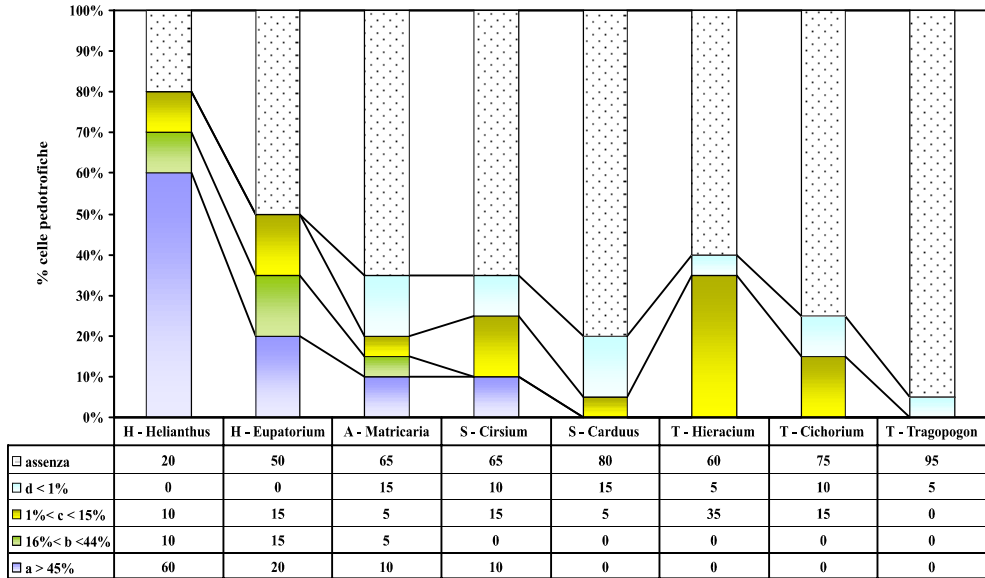


Figura 4 - Percentuale di celle pedotrofiche nelle quali sono state rinvenute le diverse forme di polline di Composite raccolte dalle femmine di *Heriades truncorum* (L) in località S. Piero a Grado (Pisa).

Crespina

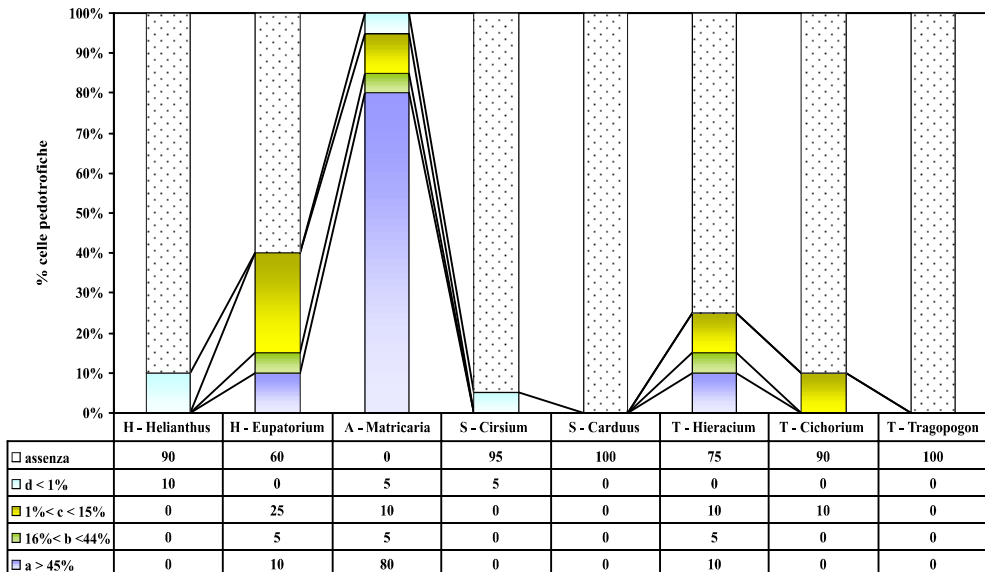


Figura 5 - Percentuale di celle pedotrofiche nelle quali sono state rinvenute le diverse forme di polline di Composite raccolte dalle femmine di *Heriades truncorum* (L) in località Crespina (Livorno).

Venturina

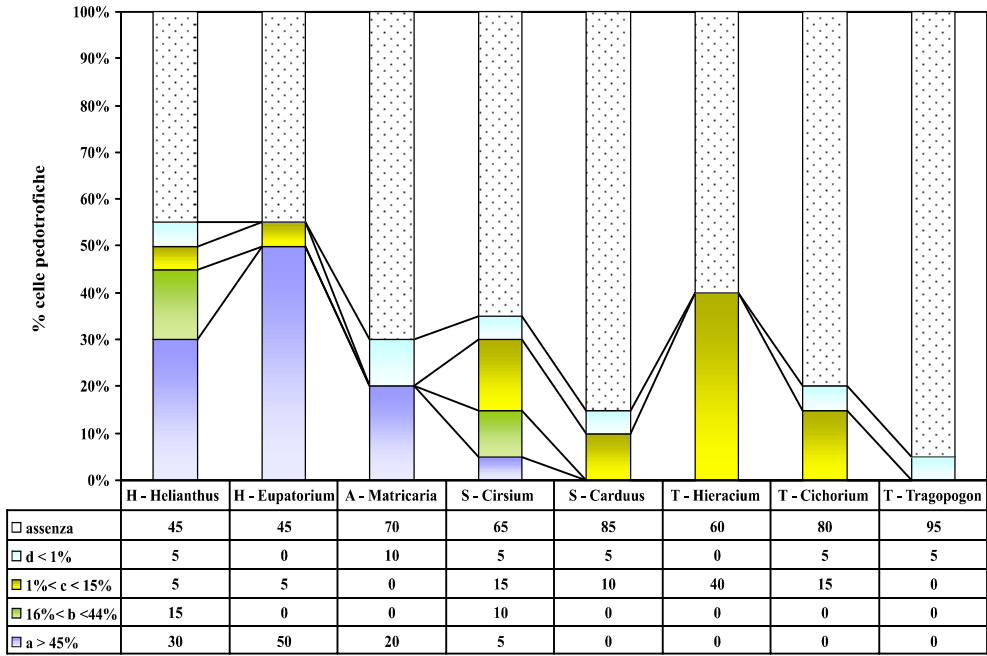


Figura 6 - Percentuale di celle pedotrofiche nelle quali sono state rinvenute le diverse forme di polline di Compositae raccolte dalle femmine di *Heriades truncorum* (L) in località Venturina (Livorno).

## Bibliografia

- Felicioli A.; Pinzauti M.** (1994a) - Imenotteri del genere *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae) come potenziali impollinatori di piante di interesse agrario e forestale. In: Temi di Apicoltura Moderna. Provincia di Lucca - Regione Toscana Ed.: 116-136.
- Felicioli A.; Pinzauti M.** (1994b) - Il nest-trapping come tecnica di studio degli Imenotteri del genere *Osmia* Panzer. Atti XVII Congr.Naz.Ital.Entomologia, Udine: 899-902.
- Felicioli A., Sabatini A.G., Pinzauti M.** (1997) - Potenziale trofico e competitività tra *Osmia cornuta* Latr. e *Osmia rufa* L. (Hymenoptera Megachilidae) in tre ecosistemi. Atti Apilombardia98 (in stampa)
- Kronic M.D., Tasei J.N., Pinzauti M.** (1995) - Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under european conditions. Apicoltura, 10: 71-98.
- Piano E., Pinzauti M., Annicchiarico P., Felicioli A., Pecetti L., Romani M.** (1998) - Impollinazione in ambiente confinato mediante Apoidei solitari nel miglioramento genetico di leguminose foraggere. Sementi Elette, XLIV (2): 11-20.
- Pinzauti M.** (1991) - Possibilità di allevamento controllato di *Osmia rufa* L. e *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera: Megachilidae) per l'impollinazione dei frutteti. I nota preliminare. Atti XVI Congr.Naz.Ital.Entomologia, Bari-Martina Franca: 537-544.
- Pinzauti M.** (1992-93) - Some observation on the bio-ethology, flight and foraging activity of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera Megachilidae) during strawberry pollination. Apicoltura, 8: 7-16.
- Pinzauti M.** (1996) - Apoidei pronubi: possibilità di un loro allevamento per l'impollinazione controllata. La Selezione Veterinaria, 11: 945-957.
- Pinzauti M., Rondinini T.** (1991) - Il Servizio di Impollinazione; L'Italia Agricola, 128 (1): 177-184.
- Pinzauti M., Lazzarini D., Felicioli A.** (1996) - Preliminary investigation of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) as a potential pollinator for blackberry (*Rubus fruticosus* L.) under confined environment. Proc.7th Inter.Symp.Pollination, Lethbridge, Alberta, Canada: 329- 333.
- Rondinini T., Pinzauti M.** (1994) - Problematiche attinenti al servizio di impollinazione mediante imenotteri pronubi. In Temi di apicoltura moderna. Provincia di Lucca - Regione Toscana Ed. : 137-149.
- Ricciardelli D'Albore G., Pinzauti M.** (1993) - Indagini di laboratorio e di pieno campo sulla dieta di *Osmia rufa cornigera* Rossi (Hymenoptera Mgachilidae). Frustula Entomologica n.s. XVI (XXIX): 133-140.
- Ricciardelli D'Albore G., Pinzauti M., Quaranta M.** (1994): Studio microscopico della dieta di *Osmia cornigera* Rossi, in Umbria. Atti XVII Congr.Naz.Ital.Entomol., Udine: 843-846.
- Ricciardelli D'Albore G., Pinzauti M., Felicioli A.** (1996) - Laboratory and open field investigation of *Heriades truncorum* L. (Hymenoptera Megachilidae) diet. Proc. XX Inter.Entomology Congress, Firenze: 444.





Capitolo  
**15**

# **L'AZIENDA AGRICOLA "PACINI": UN ESEMPIO DI PRATICA DEL SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE INTEGRATO IN TOSCANA**

**Mauro Pinzauti**

*Dip. C.D.S.L., Sez. Entomologia Agraria, Università di Pisa*

## CONTENUTO

<b>Cause della rarefazione degli insetti pronubi</b>	213
<b>L'Azienda Agricola Pacini</b>	213
<b>Collaborazione tra l'Azienda Agricola Pacini e l'Università di Pisa</b>	213
<b>L'organizzazione del servizio di impollinazione nell'Azienda Agricola Pacini</b>	214
<b>Il servizio di impollinazione del kiwi con le Api mellifiche</b>	215
<b>Il servizio di impollinazione dell'albicocco in tunnel.</b>	216
<b>Il servizio di impollinazione con le osmie</b>	217
<b>Bibliografia</b>	218



## Cause della rarefazione degli insetti pronubi

Le problematiche attinenti all'impollinazione delle piante di interesse agrario, fino agli anni settanta, non hanno interessato la maggior parte degli agricoltori italiani. Infatti, fino a quel periodo, nel nostro Paese, grazie ad una sufficiente presenza di pronubi nell'ambiente, l'allegagione dei frutticini era in qualche modo assicurata per cui parlare di investire risorse economiche per organizzare un "servizio di impollinazione" risultava fuori luogo. Già in quegli anni, unitamente ad un uso indiscriminato, spesso eccessivo, di antiparassitari ed erbicidi, in diverse regioni italiane si era sviluppata la monocoltura. Per l'attuazione di questa nuova pratica agricola sono state sovente rinnegate le note tecniche ortodosse, patrimonio colturale dei nostri avi; in pratica, per dare spazio a queste colture che prevedevano la coltivazione di un'unica specie botanica su larga estensione, sono state eliminate tutte quelle vegetazioni spontanee che nell'ambiente agricolo svolgono un'importante ruolo ecologico. In particolare, queste siepi, frangiventi e boschetti vari, oltre a risultare per un certo periodo fonte di nutrimento per gli insetti utili, sono per gli insetti pronubi selvatici soprattutto luogo di nidificazione, riparo e svernamento (Pinzauti, 1991).

Dai primi anni ottanta in poi, con l'avvento della varroasi (acaro ectoparassita della api mellifera), si è verificata una costante perdita di colonie di api nelle zone agricole. Questa circostanza ha limitato il numero delle api in questi ambienti causando gravi contrazioni produttive imputabili alla mancata impollinazione dei frutteti e delle colture erbacee da seme. Oggi, specie nel Nord d'Italia, gli operatori agricoli sono consapevoli dell'importante ruolo svolto dagli insetti pronubi e considerano il servizio di impollinazione come una normale pratica agricola alla stregua della potatura o della difesa fitosanitaria.

## L'Azienda Agricola Pacini

L'azienda Agricola Pacini è situata in località Rigoli (PI) in una zona pianeggiante ai piedi del Monte Pisano là dove la strada statale dell'Abetone e del Brennero che proviene da Pisa, dopo aver raggiunto l'abitato di S. Giuliano Terme, volge decisamente verso nord costeggiando da presso il rilievo montuoso. Il terreno fertile e profondo nonché la particolare dislocazione dell'appezzamento, che non risente dell'influenza negativa dei venti freddi né di quelli salmastri, rendono particolarmente adatta la zona alla coltivazione dei fruttiferi (albicocco, susino, melo, nettarine) ed in particolare di una coltura esigente come quella del kiwi che richiede terreno sciolto, permeabile e ricco di sostanza organica. Solo la gelata tardiva potrebbe in qualche modo recar danno a queste piante da frutto, come quella avvenuta nel 1985.

## Collaborazione tra l'Azienda Agricola Pacini e l'Università di Pisa

L'Azienda Pacini essenzialmente si pone all'avanguardia in Toscana nella coltivazione del kiwi, non tanto per estensione della coltura (3 ettari) quanto per caratteri-

stiche del prodotto. Sin dal 1975, quando il Prof. Danilo Frediani era ancora titolare della Cattedra di Apicoltura, sono iniziate, con i responsabili dell'azienda, tutta una serie di collaborazioni tendenti a sviluppare delle ricerche sull'impollinazione dei frutteri. Da allora, sino ad oggi, la collaborazione è proseguita ed ha riguardato diversi aspetti dell'impollinazione entomofila, della tecnica apistica e del comportamento degli insetti pronubi nell'attività di raccolta, tanto da divenire anche sede di dimostrazioni pratiche per visitatori stranieri (fig. 6).

L'azienda Agricola Pacini è inoltre oggi sede di tirocinio per molti studenti della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa, alcuni dei quali accettano con soddisfazione di svolgere tesi di laurea all'interno dell'Azienda stessa ottenendo un'ottima assistenza tecnica.

### L'organizzazione del servizio di impollinazione nell'Azienda Agricola Pacini

Per quanto riguarda la mia esperienza di lavoro presso questa azienda, già dal 1976 ho iniziato a svolgere una sperimentazione sull'impollinazione del susino (Cultivar Morettini) e già in quell'epoca ho avuto l'opportunità di apprezzare la preparazione professionale del titolare dell'azienda. Molte altre sono state le ricerche condotte su quei frutteti in tutti questi anni; alcune hanno dato luogo anche alla realizzazione di videotape per scopi didattici.

In base all'esperienza acquisita in tutti questi anni nella pratica del servizio di impollinazione, sono state messe a punto innovative tecniche sperimentali sia per l'impollinazione delle colture di pieno campo che in coltura protetta. La realizzazione di detto servizio, in questo contesto, prevede essenzialmente la salvaguardia degli insetti pronubi e la riduzione, il più possibile, del fenomeno della devitalizzazione del polline giungendo a limitare il numero dei trattamenti antiparassitari. Per ottenere questo risultato, il titolare dell'Azienda, ha dovuto rivedere, nel tempo, i propri programmi di difesa fitosanitaria riuscendo, come nel caso del kiwi, a rinunciare totalmente ai trattamenti chimici (fig. 1). In particolare molta attenzione è stata posta alla difesa fitosanitaria dell'albicocco in serra dove api e osmie svolgono unitamente la loro attività pronuba. Lo studio e l'allevamento delle osmie è nato presso

l'Azienda Agricola Pacini partendo dalla primavera del 1987. In quel periodo, durante una sperimentazione sull'impollinazione dell'albicocco, dalla parte superiore di alcune canne secche di *Arundo donax*, poste obliquamente per favorire la forma di allevamento a palmette di giovani piante di susino, sono fuoriuscite naturalmente delle osmie. Ottenuta l'autorizzazione a "mozzare" l'apice di tutte le canne presenti nel filare, abbiamo raccolto 567 bozzoli di osmia (286 *Osmia rufa* L. e 281 *Osmia*



Figura 1 - Particolare di confezione di kiwi commercializzata dall'Azienda Agricola Pacini.

*cornuta* Latr.) prossimi all'apertura. Successivamente, partendo dalla riproduzione di questo modesto contingente, e negli anni successivi ampliando il pool genetico attraverso altri piccoli contingenti ottenuti da colleghi stranieri, siamo giunti nel 1998 ad avere uno dei più importanti allevamenti di osmie presenti in Europa.

### Il servizio di impollinazione del kiwi con le Api mellifiche

Come è noto le api mellifiche (*Apis mellifera* L.) sono da considerare gli insetti pronubi per eccellenza. Le motivazioni di questa affermazione sono molteplici e sono riportate nella letteratura internazionale. Per raggiungere i risultati produttivi auspicati gli alveari debbono essere introdotti negli appezzamenti colturali all'inizio della fioritura (circa il 20% dei fiori schiusi) e disposti in piccoli gruppi ai margini e all'interno dei filari. L'orientamento degli alveari viene di norma organizzato in modo che il predellino di volo sia indirizzato in posizione Est-Sud in modo da recepire il massimo quantitativo di luce durante la giornata. Nel caso dell'impollinazione del kiwi, gli alveari vengono disposti singolarmente sui filari (fig. 2 e 3) in quanto la vegetazione delle piante allevate a spalliera forma una folta barriera che impedisce alle api bottinatrici di spostarsi da un filare all'altro. Queste api, invece, si spostano agevolmente lungo un filare che prevede, da ogni lato, un soggetto a fiori maschili ogni otto soggetti a fiori femminili; il kiwi è infatti una pianta dioica, cioè con fiori maschili e fiori pistillari su soggetti diversi, il che comporta qualche problema di impollinazione dei numerosi apparati femminili presenti su ogni singolo fiore pistillare. Si calcola infatti che per ottenere una corretta impollinazione, e quindi una buona fruttificazione, ogni fiore pistillare dovrebbe essere raggiunto da 2-3000 granuli pollinici che i fiori



Figura 2 - Corretta disposizione degli alveari per il servizio di impollinazione del kiwi.



Figura 3 - Fiore di kiwi (*Actinidia deliciosa*) visitato da api bottinatrici: a) fiore maschile; b) fiore pistillare.

maschili producono in abbondanza; tuttavia l'impollinazione ad opera del vento è di per sé insufficiente ad assicurare un normale sviluppo dei frutti. Da qui la necessità di assicurare almeno la presenza delle api mellifiche. Qualora non ve ne siano di presenti naturalmente, è indispensabile, per garantire una buona produzione, provvedere a trasportare negli appezzamenti almeno 8-10 alveari per ettaro di coltura. Questa tecnica non è tuttavia così semplice come potrebbe apparire al profano. Dalla valutazione del numero e del peso delle pallottoline di polline raccolto dalle api è emerso che questi insetti sono attratti dal polline di kiwi solo per pochi giorni dalla disposizione in campo. Successivamente, dopo 3-4 giorni, le bottinatrici tendono a raccogliere o nettare (i fiori del kiwi non producono nettare) o polline dai fiori delle piante spontanee. Abbiamo constatato per più anni che introducendo gli alveari in 3 diverse occasioni (10 alveari ogni 5 giorni) si copre praticamente tutto il periodo di fioritura del kiwi (circa 15 giorni) ottenendo dalle api il massimo rendimento dell'attività pronuba.

### Il servizio di impollinazione dell'albicocco in tunnel.

In una sperimentazione condotta nell'impollinazione integrata dell'albicocco in ambiente protetto (Lepore e Pinzauti, 1994), che nell'Azienda Pacini era coltivato in 3 tunnel della lunghezza di 300 metri (fig. 4a), sono state utilizzate sia le api mellifiche che le osmie. All'inizio della fioritura (metà febbraio), in prossimità di ognuna delle aperture, è stata inserita una famiglia di api di media forza mentre nella parte centrale del tunnel sono stati disposti 2 nidi artificiali assemblati (Felicicoli e Pinzauti, 1994a) e 100 bozzoli di *Osmia cornuta* prossimi alla schiusura.



Figura 4 - Servizio di impollinazione dell'albicocco in coltura protetta: a) particolare di piante in fioritura, in primo piano è visibile un termoigrometro. b) Particolare di "bouquet" in ambiente protetto per favorire l'impollinazione incrociata.

Nonostante che l'escursione termica sia risultata rilevante per tutto il periodo di fioritura (min: 0 °C; max 32 °C) e un sistema computerizzato prevedesse l'apertura laterali dei pannelli (con reti) nelle ore più calde della giornata, nessuna famiglia di api è andata perduta nella sperimentazione. Alcuni problemi hanno riguardato invece la schiusura dei bozzoli di osmia a causa dell'eccessiva umidità presente nell'ambiente. In ogni caso l'allegagione dei frutticini della cultivar A. Errani, che in genere in Toscana presenta problemi di impollinazione, è risultata soddisfacente specialmente in prossimità dell'uscita/entrata del tunnel dove l'attività pronuba svolta dalle api era superiore. Per favorire l'eterozigosi, con una certa frequenza nei tunnel sono stati inseriti dei "bouquet" realizzati con rametti fioriti provenienti da piante impollinatrici (fig. 4b).

Nelle osservazioni riguardanti le visite degli insetti ai fiori non sono emerse forme di competizione tra le due specie di insetti introdotti nei tunnels.

### Il servizio di impollinazione con le osmie

Da diversi anni il titolare ha predisposto sul territorio dell'Azienda apposite "centraline" di impollinazione (fig. 5a,b) dove queste api solitarie tendono a nidificare in forma gregaria (Felicoli e Pinzauti, 1994a). Queste centraline, disposte in modo randomizzato (a non più di 300 m l'una dall'altra), sono formate da una struttura in legno in grado di ospitare e proteggere i nidi artificiali. I nidi sono in questa Azienda in gran parte sempre presenti nelle centraline (nidi vecchi) e in parte inseriti al momento del rilascio programmato delle osmie prossime alla fuoriuscita dal bozzolo (nidi nuovi). I nidi artificiali sono realizzati o con canne di *Arundo donax* o in faesite (elementi lavorati alla fresa e assemblati) (Felicoli e Pinzauti, 1994b). Di norma l'attività pronuba delle osmie è garantita per circa 100 giorni, iniziando a volare naturalmente i primi di febbraio, con la fuoriuscita dell'*Osmia cornuta* Latr. dai nidi dell'anno precedente e proseguendo con il rilascio programmato dei bozzoli della stessa specie a metà di marzo. Di nuovo con lo sfarfallamento dell'*Osmia rufa* L. dai nidi vecchi e il rilascio programmato dei bozzoli anche di questa seconda specie di osmia. Questa dinamica di interventi si rende possibile in

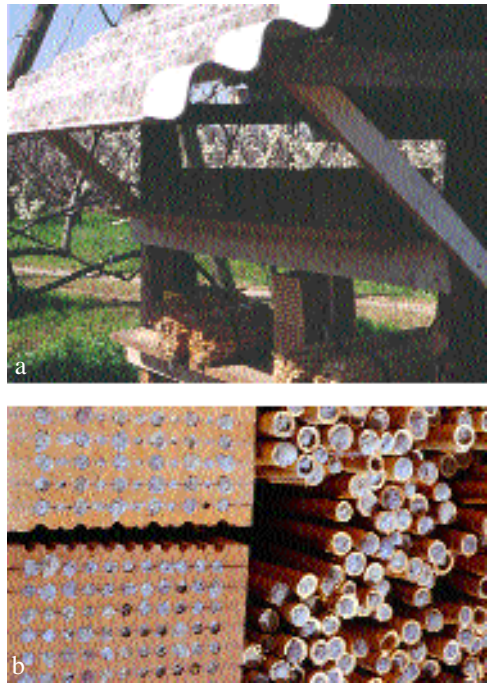


Figura 5 - Centralina di impollinazione in pieno campo: a) particolare di struttura atta a contenere nidi artificiali. b) particolare di nidi artificiali (canne e elementi di faesite assemblati) dove hanno già nidificato le osmie.

quanto attraverso le conoscenze acquisite nell'ultimo quinquennio, siamo nelle condizioni di gestire completamente, in laboratorio, il periodo della diapausa obbligatoria di questi insetti e quindi di programmarne, al giorno, la loro fuoriuscita dal bozzolo. Lo sfruttamento naturale delle due specie di osmia nell'ambiente si rende possibile grazie anche alla precocità dell'*O. cornuta* e della più tardiva fuoriuscita dell'*O. rufa*.



Figura 6 - La Prof.ssa Ingrid Williams, responsabile del gruppo di ricerca internazionale sull'interazione "piante-insetti" con l'Autore, il Dr. Ferguson e il Sig. Camillo Pacini nel reparto confezionamento dell'Azienda.

## Bibliografia

- Lepore A., Pinzauti M.** (1994) - Osservazioni sul comportamento di *Apis mellifera* L. e *Osmia cornuta* Latreille nell'impollinazione dell'albicocco in ambiente confinato. Atti XVII Congr.Naz.Ital.Entomologia, Udine: 851-854.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994a) - Il nest-trapping come tecnica di studio degli imenotteri apoidei del genere *Osmia* Panzer. Atti XVII Congr.Naz.Ital. Entomologia, Udine: 899-902.
- Felicioli A., Pinzauti M.** (1994b) - Imenotteri del genere *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae) come potenziali impollinatori di piante di interesse agrario e forestale. In "Temi di Apicoltura Moderna", Provincia di Lucca - Regione Toscana: 116-136
- Pinzauti M.** (1991) - Impollinazione entomofila: gli insetti e le colture. L'Italia Agricola, (1): 49-62.



Capitolo  
**16**

# **IMPOLLINATORI, ECONOMIA E GESTIONE DELLE RISORSE**

**Marco Accorti**

*Istituto Sperimentale di Zoologia Agraria Cascine del Riccio, Firenze.*

## CONTENUTO

<b>Incidenza economica dell'impollinazione entomofila</b>	221
<b>Criteri di valutazione</b>	221
<b>L'ape come indicatore per la gestione delle risorse</b>	228
<b>Bibliografia</b>	231



## Incidenza economica dell'impollinazione entomofila

Alle soglie del terzo millennio, stupiti dall'informatica, intimoriti dalle biotecnologie, illusi di dominare il mondo, dimentichiamo che gran parte della nostra alimentazione, particolarmente nelle zone industrializzate, dipende più o meno direttamente dall'attività dei *vecchi e cari* insetti impollinatori.

Non è tutto però. Infatti il cibo "costa" e quindi anche l'impollinazione entomofila, seppur di difficile valutazione, ha un'incidenza economica rilevante. Ad esempio si è calcolato che in Belgio e in Francia il 20% del valore della produzione delle colture entomofile (girasole, alberi da frutto, leguminose, ecc.) spetta alle api mellifiche, mentre Borneck e Merle (1989) valutarono l'apporto economico dei pronubi per i paesi della UE in circa 8.000 miliardi di lire.

Generalmente si tende a sottostimare l'impollinazione valutandola fra le 10 e le 30 volte il valore dell'alveare e dei suoi prodotti, ma quando si son fatti i conti si è visto che l'incremento alla produzione agricola italiana del 1996 dovuto al lavoro di impollinazione è risultato di oltre 3.000 miliardi di lire, per un contributo da parte di ogni singolo alveare intorno ai 2,4 milioni di lire.

Inoltre non si deve dimenticare quanto sia importante il lavoro dei pronubi per la qualità dei prodotti: un'impollinazione insufficiente non solo causa un tasso di allegagione scarso e una consistente cascola dei frutti, ma ne determina anche la deformazione e, in alcuni casi, la peggiore conservazione e si sa quanto la qualità abbia importanza in termini di mercato.

Infine la diminuzione degli insetti impollinatori in una regione provoca conseguenze catastrofiche non soltanto per l'agricoltura, ma anche per la flora in generale che vede la sua diversità e la sua abbondanza subire una forte riduzione.

### Criteri di valutazione

Da tempo vengono proposti studi inerenti l'apporto dei pronubi all'economia agricola, sviluppati secondo differenti criteri di valutazione. Questo tentativo di quantificare la loro azione non deve però essere inteso come un esercizio fine a se stesso, un mero confronto sul metodo, bensì un modo per offrire all'opinione pubblica, ai tecnici ed ai politici una dimensione di questa risorsa che sia commensurabile, e quindi confrontabile, con altre attività umane.

L'enfatizzare l'importanza degli insetti impollinatori trova le sue radici nella notte dei tempi, ma ha prodotto una cultura dei pronubi quasi esclusivamente legata alla poetica e quindi apparentemente avulsa dalla realtà. Ben diverso è invece dimostrarne la consistenza economica e quindi permettere di trasferire il confronto dall'ambito dell'immaginario alla concretezza della quotidianità.

Noi sappiamo che i pronubi sono l'anello primario di ogni nicchia ecologica in quanto dalla loro attività dipende la riproduzione, la propagazione e l'evoluzione delle piante entomofile e, conseguentemente, delle rispettive biocenosi. Ma sappiamo anche che la ricchezza per numerosità e diversità delle specie pronube contribuisce a definire lo "stato di salute" di un ambiente, dalla cui stabilità si può dedur-

re anche il grado di salubrità per l'uomo (Floris *et al.*, 1998; Porrini *et al.*, 1998). Tuttavia questi esempi si riferiscono per lo più a valori attinenti alla sfera etica e perciò difficilmente commensurabili per la *pragmatica* cultura occidentale che, all'insegna del *mercato*, ha prodotto una drammatica spaccatura fra l'uomo e l'ambiente.

Sia chiaro che con l'attribuzione di un valore economico ai pronubi non si intende mercificare un valore della natura, bensì si cerca di reintrodurre secondo parametri correnti una motivazione in più per sviluppare un'etica del rispetto e della responsabilità che tenga conto della pariteticità fra l'uomo, le risorse naturali e gli altri organismi.

Nelle varie proposte tese a valutare l'apporto pronubo appare evidente un ambito di opinabilità relativo, ad esempio, alla grande genericità delle categorie usate. Affermare infatti che la produzione dell'arancio dipende per l' $X\%$  dall'attività degli impollinatori, non descrive affatto le specifiche e reali esigenze delle numerose varietà di agrumi utilizzate, alcune economicamente valide solo per l'assenza di semi.

D'altra parte è anche erroneo limitarsi a valutare il potenziale incremento di produzione derivante dall'attività pronuba. Infatti così facendo sottovalutiamo il fatto che una buona impollinazione entomofila garantisce una maggiore vitalità del polline e contribuisce in maniera determinante allo sviluppo del frutto. Se, come sembra accertato, pezzatura, cascola, grado di maturazione, conservabilità dipendono direttamente dall'attività dei pronubi, diventa immediatamente evidente che la loro assenza non determinerebbe un *semplice* decremento della produzione, quanto una produzione commercialmente non valida. Pertanto si può affermare che: ***le api a gli altri pronubi non fanno produrre di più. Fanno produrre.***

In conclusione, dimostrare che i pronubi hanno un "valore economico", permette di collocarli su un livello di immediata comprensione e consente di collegare la loro esistenza alla nostra quotidianità.

Partendo da queste considerazioni, per alcuni anni è stata ripetuta la valutazione economica relativa all'apporto pronubo sulla produzione agricola italiana. Il criterio utilizzato per quantificarne l'apporto a favore delle colture vegetali da essi dipendenti, si basa sulla valutazione dell'incremento produttivo.

I valori massimi e minimi di incremento osservati sperimentalmente sulle diverse produzioni agricole vengono rappresentati per mezzo di un coefficiente medio di dipendenza, espresso in termini percentuali e desunto dai riferimenti bibliografici (tab. 1).

Il **RAD** (Reddito Agricolo Diretto), che esprime l'utile per l'agricoltura derivante dall'apporto dei pronubi, si ottiene applicando i vari coefficienti medi alla PLV di ogni singola produzione.

Tabella 1

		Plv 1996 (milioni l.)	Coefficiente			Rad medio (milioni l.)
			Max	Min	Medio	
<i>Colt industriali</i>	<i>Arachide</i>	179	10%	1,0%	0,0550	10
	<i>Colza</i>	28.397	10%	1,0%	0,0550	1.562
	<i>Girasole</i>	160.479	30%	20,0%	0,2500	40.120
	<i>Lino</i>	798	1%	0,1%	0,0055	4
	<i>Sesamo</i>		10%	1,0%	0,0550	0,5
	<i>Soia</i>	353.785	10%	1,0%	0,0550	19.458
<i>Leguminose granella</i>	<i>Ceci</i>	3.950	1%	0,1%	0,0055	22
	<i>Fagioli secchi</i>	58.734	1%	0,1%	0,0055	323
	<i>Fave secche</i>	26.816	40%	20,0%	0,3000	8.045
	<i>Lenticchie</i>	1.143	1%	0,1%	0,0055	6
	<i>Lupini</i>	1.508	1%	0,1%	0,0055	8
	<i>Piselli secchi</i>	16.408	1%	0,1%	0,0055	90
	<i>Veccia</i>	540	70%	50,0%	0,6000	324
<i>Ortive</i>	<i>Cetrioli</i>	90.011	1%	0,1%	0,0055	495
	<i>Cocomeri</i>	135.094	20%	10,0%	0,1500	20.264
	<i>Fagioli freschi</i>	442.874	1%	0,1%	0,0055	2.436
	<i>Fave fresche</i>	45.682	40%	20,0%	0,3000	13.705
	<i>Fragole</i>	529.051	20%	10,0%	0,1500	79.358
	<i>Melanzane</i>	278.332	60%	50,0%	0,5500	153.083
	<i>Peperoni</i>	345.880	20%	10,0%	0,1500	51.882
	<i>Piselli freschi</i>	196.950	1%	0,1%	0,0055	1.083
	<i>Pomodori</i>	1.616.946	10%	5,0%	0,0750	121.271
	<i>Poponi</i>	215.596	20%	10,0%	0,1500	32.339
	<i>Zucche</i>	2.300	20%	10,0%	0,1500	345
	<i>Zucchine</i>	373.892	20%	10,0%	0,1500	56.084
<i>Fruttiferi</i>	<i>Albicocche</i>	104.315	10%	5,0%	0,0750	7.824
	<i>Arance</i>	1.197.429	1%	0,1%	0,0055	6.586
	<i>Ciliege</i>	329.175	20%	10,0%	0,1500	49.376
	<i>Limoni</i>	562.144	1%	0,1%	0,0055	3.092
	<i>Loti</i>	41.019	10%	5,0%	0,0750	3.076

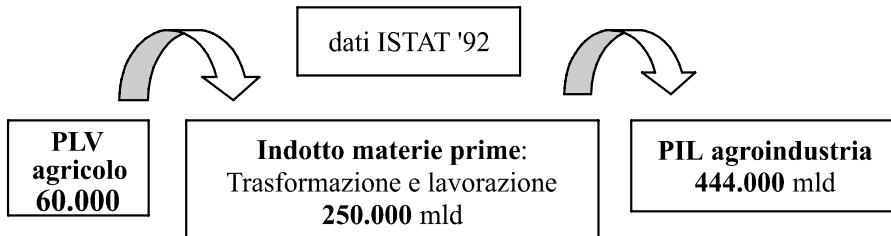
segue tabella

	<i>Mandarini e clementine</i>	384.613	60%	50,0%	0,5500	211.537
	<i>Mandorle</i>	140.454	20%	10,0%	0,1500	21.068
	<i>Mele</i>	1.377.000	20%	10,0%	0,1500	206.550
	<i>Olive per cons. diretto</i>	164.220	1%	0,1%	0,0055	903
	<i>Olive da olio</i>	3.130.057	1%	0,1%	0,0055	17.215
	<i>Sanse</i>	48.103	1%	0,1%	0,0055	265
	<i>Pere</i>	658.350	20%	10,0%	0,1500	98.753
	<i>Pesche</i>	1.269.198	10%	5,0%	0,0750	95.190
	<i>Pompelmi</i>	1.312	1%	0,1%	0,0055	7
	<i>Susine fresche</i>	136.000	10%	5,0%	0,0750	10.200
	<i>Prugne secche</i>	2.552	10%	5,0%	0,0750	191
	<i>Uva da tavola</i>	611.310	1%	0,1%	0,0055	3.362
	<i>Uva passa</i>	78	1%	0,1%	0,0055	0
	<i>Uva per cons. diretto</i>	13.726	1%	0,1%	0,0055	75
	<i>Uva vinificata (000 hl)</i>	6.900.557	1%	0,1%	0,0055	37.953
	<i>Vinacce</i>	22.610	1%	0,1%	0,0055	124
	<i>Orti familiari</i>	1.262.945			0,09	118.316
	<i>Altri ortaggi</i>	259.283	16%	7,7%	0,09	24.290
<i>Allevamenti</i>	<i>Bovini (peso vivo)</i>	6.238.034			0,10	623.803
	<i>Equini (peso vivo)</i>	87.640			0,10	8.764
	<i>Ovini e caprini</i>	444.287			0,10	44.429
	<i>Latte di vacca e bufala</i>	7.323.159			0,10	732.316
	<i>Latte di pecora e capra</i>	878.027			0,10	87.803
	<i>Miele</i>	39.369			1	39.369
	<i>Cera (q)</i>	802			1	802
<i>Totale generale</i>		38.553.113				3.055.557

Altre categorie definite **beneficiate o favorite**, riguardano produzioni per le quali rimane difficile definirne il grado di dipendenza e quindi anche il valore economico (sementiere, ortive da seme, ecc.).

Analoga considerazione riguarda il settore allevamenti. Per ovini, bovini ed equini si considera un coefficiente di dipendenza pari al 10% (Levin, 1984). Suini ed avicunicoli vengono invece considerati solo beneficiati, quindi esclusi dal calcolo del RAD, pur dipendenti per una quota parte dell'alimentazione dalle produzioni dei comparti derivanti dall'attività pronube (pannelli di soia, di girasole, erba medica disidratata, siero e polvere di latte, ecc.).

Non è altresì possibile calcolare con sufficiente affidabilità l'incidenza sulle materie prime trasformate; basti pensare che appena il 6% degli alimenti giunge all'uomo tal quale e ciò significa che il lavoro pronubo si ripercuote anche sulle trasformazioni più o meno profonde (dalla lavorazione all'imballaggio) a cui è sottoposto il rimanente 94% delle produzioni agricole (Pellizzi, 1994)



Se solo applicassimo la percentuale minima di dipendenza dall'attività dei pronubi al globale del comparto, deriverebbe un utile lordo di tale dimensione da condizionare l'intero bilancio dello Stato: a dati '92, con un PLV dell'agricoltura di circa 60.000 mld di lire e un coefficiente di dipendenza del 4,5%, si giungerebbe ad un "utile composto" di circa 20.000 mld di lire!

Si potrà discutere su quest'ultima estrapolazione, quindi basterà riferirsi al criterio di valutazione conservativo adottato per accettare il RAD risultante come sufficientemente affidabile; d'altra parte l'importo ottenuto è talmente rilevante che va al di là di ogni possibile enfaticizzazione.

Bisogna comunque sottolineare che la monetizzazione del lavoro dei pronubi è l'unico criterio accettabile, in quanto riproducibile e verificabile, per quantificarne l'importanza. Tuttavia non si deve dimenticare che il loro maggior apporto non risiede nell'incremento della produzione in termini quantitativi, bensì qualitativi e che non è neppure possibile quantificarne l'apporto nella conservazione e valorizzazione dell'ambiente e delle risorse.

Si pensi ad esempio allo stretto rapporto fra pronubi, leguminose e terreni a rischio di erosione. Un'adeguata impollinazione permette la rapida diffusione di queste piante con l'immediato vantaggio di un'efficace fissazione dell'azoto atmosferico. Da ciò consegue una maggior fertilità del suolo che consente l'impianto e la diffusione di specie vegetali non dipendenti dall'intervento dei pronubi ma capaci di contribuire efficacemente al consolidamento del terreno, premessa indispensabile per intervenire in tutti i casi di dissesto idrogeologico legati a fenomeni di erosione.

In conclusione (tab. 2) almeno il 79% della produzione agricola italiana è in qualche modo beneficiato dall'impollinazione, con un RAD, calcolato sul 56% del PLV 1996 del comparto agricolo, pari a 3.056 miliardi (2.389 miliardi di lire per sole api), valutazione ampiamente sottostimata ma comunque sufficiente per ribadire l'importanza economica degli impollinatori ed assimilarlo al bilancio di una grande azienda.

Tabella 2

	Valore	Non dipendenti	Favorite	Dipendenti	RAD
Cereali	6.670.832	6.670.832			
Leguminose da granella	109.099			109.099	8.818
Patate e ortaggi	10.270.036	968.518	3.506.682	5.794.836	674.950
Piante industriali	2.350.767	1.807.129		543.638	61.154
Foraggi (in fieno)	162.000		162.000		
Fiori e piante ornamentali	3.717.600	3.717.600			
Fruttiferi e altre legnose.	18.980.884	1.437.550	449.112	17.094.222	773.349
Allevamenti	26.839.318	24.299	11.803.701	15.011.318	1.537.286
<b>P.V.L. 1996</b>	<b>69.100.536</b>	<b>14.625.928</b>	<b>15.921.495</b>	<b>38.553.113</b>	<b>3.055.557</b>
	<b>100%</b>	<b>21%</b>	<b>23%</b>	<b>56%</b>	

Inoltre merita osservare la stabilità nel tempo di tale bilancio (tab. 3), condizionato solo dalle scelte dell'uomo circa l'uso del suolo.

Tabella 3 - Produzioni agricole dipendenti

	1996			1992			1987		
	Plv dip	Rad med	Rad/plv	Plv dip	Rad med	Rad/plv	Plv dip	Rad med	Rad/plv
	(mrd l.)		(%)	(mrd l.)		(%)	(mrd l.)		(%)
Colt. industriali	544	61	11,2%	434	36	8,4%	1.305	100	7,6%
Leg.granella	109	9	8,1%	139	14	9,9%	144	21	14,4%
Ortive	5.795	675	11,6%	5.198	613	11,8%	4.450	549	12,3%
Fruttiferi	17.094	773	4,5%	14.226	718	5,0%	12.372	554	4,5%
Carne	6.770	677	10,0%	5.691	569	10,0%	5.491	549	10,0%
Latte	8.201	820	10,0%	6.877	688	10,0%	6.024	602	10,0%
Miele/cera	40	40	100%	41	41	100%	27	27	100%
Totale dipendenti	<b>38.553</b>			<b>32.606</b>			<b>29.812</b>		
Rad pronubi		<b>3.056</b>	<b>7,9%</b>		<b>2.679</b>	<b>8,2%</b>		<b>2.402</b>	<b>8,1%</b>
Rad api		<b>2.389</b>	<b>6,2%</b>		<b>2.095</b>	<b>6,4%</b>		<b>1.878</b>	<b>6,3%</b>
Plv totale	<b>69.101</b>			<b>59.696</b>			<b>52.460</b>		
Rad pronubi			<b>4,4%</b>			<b>4,5%</b>			<b>4,6%</b>
Rad api			<b>3,5%</b>			<b>3,5%</b>			<b>3,6%</b>

segue tabella



	1985			1983		
	Plv dip (mrd l.)	Rad med (%)	Rad/plv	Plv dip (mrd l.)	Rad med (%)	Rad/plv
Colt. industriali	394	51	13,0%	150	28	18,8%
Leg.granella	129	12	9,1%	100	2	2,2%
Ortive	3.248	360	11,1%	2.793	321	11,5%
Fruttiferi	10.514	528	5,0%	10.497	513	4,9%
Carne	5.191	519	10,0%	4.828	483	10,0%
Latte	5.701	570	10,0%	5.174	517	10,0%
Miele/cera	22	22	100%	17	17	100%
Totale dipendenti	<b>25.198</b>			<b>23.558</b>		
Rad pronubi		<b>2.063</b>	<b>8,2%</b>		<b>1.883</b>	<b>8,0%</b>
Rad api		<b>1.613</b>	<b>6,4%</b>		<b>1.472</b>	<b>6,2%</b>
Plv totale	<b>48.838</b>			<b>44.171</b>		
Rad pronubi			<b>4,2%</b>			<b>4,3%</b>
Rad api			<b>3,3%</b>			<b>3,3%</b>

Ebbene, se assimiliamo il PLV al fatturato ed il RAD all'utile lordo di una Azienda, diventa immediatamente possibile raffrontare il bilancio dell'*Azienda Ape & Pronubi* a quello di altre di tipo tradizionale.

Nel caso specifico l'unica industria italiana con cui risulta possibile effettuare il confronto è la FIAT, con il riguardo di scegliere gli esercizi che hanno meno risentito dei momenti di recessione economica o di artificioso impulso.

Potremmo anche maliziosamente aggiungere che l'*Azienda Ape* socializza gli utili, distribuendoli a favore di tutti i consumatori mentre privatizza le perdite, esclusivamente a carico degli apicoltori. Il tutto senza costi aggiuntivi né oneri sociali gravanti sulla comunità

E proprio parlando in termini *aziendali*, vale la pena evidenziare i *dividendi* distribuiti agli azionisti, cioè all'intera popolazione italiana: un *utile* ingente sia in relazione alla forza lavoro che ai mezzi di produzione impiegati (tab. 4).

Tabella 4

	RAD	Apicoltori occupati	Prodotto pro apicoltore	Strumenti di produzione (alveari)	Prodotto pro alveare
	(miliardi)	(numero)	(milioni)	(numero)	(milioni)
<i>Azienda APE</i>	2.389	90.000	27	1.000.000	2,4

Così, senza ricorrere ad ipervalutazioni, coefficienti maggiorati o enfaticizzazioni liriche, si giunge ad offrire uno strumento di valutazione verificabile, sufficientemente corretto come ordine di misura, d'immediata comprensione ed in consonanza con l'etica dell'opportunità, primo passo da compiere per sperare di poter poi sviluppare quell'etica della responsabilità, indispensabile presupposto per stabilire un corretto rapporto fra l'uomo e l'ambiente.

## L'ape come indicatore per la gestione delle risorse

Fra le funzioni di *indicatore* che l'ape assolve si deve ricordare quella di indicatore della gestione delle risorse.

L'ape è un produttore primario di *reddito diretto* nelle economie povere, dove il miele occupa ancora un posto importante come fonte di cibo.

Quando il livello di sviluppo delle società tende ad aumentare, l'ape assume anche il ruolo di un produttore di *reddito indiretto* tramite l'impollinazione.

Il ruolo pronubo diventa invece prioritario, assumendo la funzione di *reddito diretto*, nelle società industrializzate dove l'impatto antropico è tale da sconvolgere gli equilibri biologici: ciò fa diventare l'ape assimilabile al trattore o ad ogni altro strumento tecnico senza il quale in pratica non si può più ottenere la necessaria produzione agricola.

In questo caso la produzione di *reddito indiretto*, simbolicamente rappresentata dal miele, deriva dall'azione di salvaguardia e tutela ambientale.

Così il nuovo ruolo di indicatore per la gestione delle risorse si è sviluppato parallelamente alla funzione conoscitiva che l'ape esplica come biomonitor. Quindi, oltre che *indicatore biologico* in senso stretto, l'ape si rivela anche un efficace **indicatore culturale** capace di promuovere modelli socio-economici in armonia con il livello di sostenibilità delle produzioni agro-forestali, aspetto ormai imprescindibile per la programmazione dello sviluppo di ogni paese.

L'elemento che determina il ruolo dell'ape è la presenza, o piuttosto l'assenza, dei pronubi selvatici: ad una loro drammatica rarefazione corrisponde un'attribuzione diversa dal compito di produttore di alimento. Generalizzando si può affermare che l'importanza dell'ape aumenta con l'accorciamento delle catene biologiche o meglio con la diminuzione della diversità genetica di un ecosistema, fenomeni quasi esclusivamente conseguenti all'azione dell'uomo.

La trasformazione degli ecosistemi naturali in sistemi agro-forestali, il livello di industrializzazione ed il diverso grado di urbanizzazione a cui vengono sottoposti, comportano spese energetiche tanto più deficitarie quanto più a carico di forme di energia non rinnovabile: **“il bisogno di api aumenta con l'aumento dei consumi petroliferi”**.

Nello stesso tempo però la costante presenza delle api in un ambiente, rivela l'esistenza di condizioni minime per la sopravvivenza anche per altre forme biologiche, quindi indica un uso maggiormente rispettoso delle risorse e, conseguentemente, delle fonti energetiche. Dunque l'ape come *indicatore per lo sfruttamento non distruttivo delle risorse* assume in sé la funzione di valorizzare e di tutelare la *diversità* (biologica, culturale, ambientale), elemento primario di equilibrio e di produttività e di indice del buon uso dell'ambiente.

L'apicoltura è però ancora considerata di interesse marginale per l'economia nazionale anche se le attuali modalità di utilizzo dei sistemi agricoli e forestali denunciano l'inderogabile necessità di individuare nuovi criteri di sfruttamento dell'ambiente e l'obbligo etico di valorizzare le forme di energia disponibili che si presentano come rinnovabili ed ecocompatibili.

Proprio le api ci offrono questa opportunità. Monocolture, monosuccessioni, diserbo, fitofarmaci, esbosco, hanno compromesso a tal punto gli equilibri ambientali da determinare, fra le altre cose, la drammatica rarefazione dei pronubi naturali. Nel contempo le esigenze colturali sono sempre più dipendenti dall'opera di impollinazione incrociata svolta dagli insetti.

Tutto questo ha promosso l'ape al ruolo di unico impollinatore disponibile sia per l'agricoltura che per la tutela dell'ambiente. Ma le api, quali indicatori per lo sfruttamento non distruttivo delle risorse, risultano decisive nel proporre un uso alternativo e sostenibile dei terreni agricoli ritirati dalla produzione.

Nel 1990, a proposito della barbabietola da zucchero, il CIPE propose di ridurre di 1/3 (~ 100.000 ha) la produzione italiana; la politica del set-aside consentiva di recuperare almeno altri 100.000 ha al centro ed al sud: un totale di 200.000 ha da impiantare con essenze mellifere, tali da offrire un pascolo continuo per dodici mesi l'anno. Non se ne è fatto di nulla, ma una tale riconversione permetterebbe ancora lo sviluppo di una florida apicoltura stanziale con un marcato incremento della produttività in miele per alveare ed un parallelo abbattimento dei costi. In queste condizioni sarebbe facilmente conseguibile il raddoppio del patrimonio apistico con una produzione di miele tale da offrire una disponibilità al consumo di circa 4 Kg/anno/pro capite.

Questa ipotesi troverebbe un favorevole riscontro sia come riflesso sulla nostra salute che sugli approvvigionamenti energetici (tab. 5): produrre 1 Kg di zucchero comporta un deficit energetico di circa 4.000 Kcal, produrre altrettanto miele un utile vicino a 300 Kcal (Southwick, 1981; Southwick e Pimentel, 1981). Ciononostante nel nostro paese, a fronte di un consumo pro capite pari a circa 400 g di miele l'anno, se ne registra uno di zucchero di circa 24 Kg.

Tabella 5 - BUER (Bisogni Unitari di Energia Rara)

		Miele	Zucchero (Da Barbabietola)
		(Kcal/Kg)	
<i>Energia fossile spesa nell'ambiente</i>	<i>E1</i>	-----	1.080
<i>Energia fossile spesa per la trasformazione</i>	<i>E2</i>	2.703	6.907
<i>Totale Input</i>	<i>A=E1+E2</i>	2.703	7.987
<i>Prodotto Lordo</i>	<i>B</i>	3.040	3.854
<i>Utile Netto</i>	<i>B-A</i>	+ 337	- 4.133
<i>BUER</i>	<i>A/B</i>	0.89	2.07
<i>Rendimento</i>	<i>B/A</i>	1.12	0.48

(Southwick E.E., 1981)

Un'adeguata campagna alimentare che promuovesse il consumo di un cucchiaino di miele al giorno pro capite (+ 11g) e riducesse quello dello zucchero di una quantità pari a due bustine (-22 g), potrebbe teoricamente portare ad un risparmio in petrolio pari al fabbisogno energetico di 2 giorni. Il tutto riuscendo a valorizzare ambiente, salute e piaceri della tavola e dimostrando che il risparmio non presuppone necessariamente il sacrificio.

Viene da osservare che simili obiettivi potrebbero anche essere perseguiti secondo i vecchi canoni assistenziali: basterebbe infatti spostare sul miele quegli aiuti ormai chiaramente deficitari che continuano ad essere elargiti alla barbabietola. Tuttavia non si otterrebbero quei risultati che una simile apicoltura potrebbe invece conseguire, producendo scenari economici, ambientali ed immaginifici e andando così ben al di là della semplice produzione di merce, anche se nobile come il miele (tab. 6).

Tabella 6

Miele e zucchero: scenari produttivi		
Miele	elementi di valutazione	zucchero (da barbabietola)
10 Q/Ha	produttività ottimale	50 q/ha
Accessoria o collaterale	carattere della produzione	primaria
Utilizzo surplus produttivi	tipologia produttiva	coltura industriale monospecifica
Miglioramento fondiario e recupero terre marginali	uso del suolo	sfruttamento intensivo di terreni agricoli di alta qualità
Quasi assente	spesa di energia fossile	rilevante
Quasi assenti	aiuti economici	rilevanti
Alto	impegno umano	ridotto
Quasi assente	meccanizzazione	massimo utilizzo
Assenti	fertilizzanti	consistenti
Bassi o assenti	fitofarmaci e chemioterapici	consistenti
Assenti	geodisinfestanti	consistenti
Assenti	costi sociali	alti
Numerose	specie vegetali	massima riduzione
Lunghe	catene biologiche	corte
Alta	diversificazione genetica	bassa
Complesso	ecosistema interessato	semplificato
Stabile	equilibrio ambientale	precario

Il miele è e rimarrà sempre la produzione simbolo del settore, ma non come risultato di una strategia di filiera unicamente finalizzata a miopi scopi commerciali, capaci cioè di distinguere solo produzione e mercato, bensì come elemento di convergenza dei molteplici settori costituenti la *ragnatela apistica*, paradigma del delicato e complesso equilibrio fra uomo e ambiente.

Impollinazione delle piante coltivate e spontanee, salvaguardia delle produzioni vegetali ed animali, conservazione delle risorse, tutela dell'ambiente, gestione del territorio, valorizzazione delle attività umane, rappresentano l'incommensurabile ambito socioeconomico esplorato dal volo delle api.

Non si tratta quindi di razionalizzare o di integrare una logica logora e miope che ha portato ..*“a un degrado significativo benché non evidente del benessere”*

(Delors, 1994). E' arrivato il momento di cambiare. Del resto, di fronte all'esigenza di programmare nuovi modelli di sviluppo che prevedano una sempre maggiore smaterializzazione della produzione di merci, in futuro si dovranno privilegiare proprio quelle attività che sviluppano il loro maggior potenziale nella valorizzazione delle risorse.

E l'ape, forza lavoro naturale e rinnovabile, trasformando in maniera non distruttiva polline e nettare, fonti energetiche anch'esse rinnovabili, rifiuti naturali che l'uomo non sa altrimenti utilizzare, ci indica una via di sviluppo sostenibile nel pieno rispetto delle nostre esigenze economiche e del territorio.

## Bibliografia

Ove altrimenti non specificato, il testo è stato sviluppato a partire dalle seguenti fonti: **Accorti**, (1986, 1992, 1996); **Accorti e Cerretelli**, (1991); **Accorti et al.**, (1991); **Persano e Accorti**, (1992).

**Accorti M.** (1986) - Dipendenza degli agro-ecosistemi dagli insetti pronubi. - L'Informatore Agrario, XLII(29): 55-59.

**Accorti M.** (1992) - Zucchero e miele: produzioni alternative compatibili. - Atti 6° Convegno Internazionale dell'Apicoltura, Lazise del Garda 11-13 ottobre 1991:19-54.

**Accorti M.** (1996) - L'apicoltura nella moderna gestione agricola. - La Selezione Veterinaria, 11/1996: 723-737.

**Accorti M., Cerretelli G.** (1991) - Il valore economico diretto e indiretto dell'apicoltura. - Italia Agricola, 128(1): 29-36.

**Accorti M., Guarcini R., Persano Oddo L.** (1991) - L'ape: indicatore biologico e insetto test. - Redia, LXXIV(1): 1-15.

**Borneck R., Merle B.** (1989) - Essai d'une evaluation de l'incidence économique de l'abeille polinistrice dans l'agriculture européenne. - Apiacta 24: 33-38.

**Delors J.** (1994) - Crescita, competitività, occupazione. - Il Saggiatore, 311 pp.

**Floris I., Acciario M., Lentini A., Ortu S., Prota R., Satta A.**, (1998) - Entomofauna pronuba e utilizzazione dell'ambiente. - Atti XVIII Congr. naz. it. Entomologia, Matera 21-26 giugno 1998.

**Levin M.D.** (1984) - Value of bees pollination to United States agriculture. - Am. bee J., 124(3): 184-186.

**Persano Oddo L., Accorti M.** (1992) - Management of agricultural space and development of the beekeeping sector. - Proc. EC workshop *Bees and pollination*, Brussels, 2-3 marzo 1992: 189-196.

**Pellizzi G.**, (1994) - Il sistema agro-industriale italiano. - Atti Acc. Geografici, s.7, XL: 235-244.

**Porrini C., Radeghieri P., Romagnoli F., Versari S.** (1998) - I pronubi selvatici come indicatori della biocomplexità ambientale. - Atti XVIII Congr. naz. it. Entomologia, Matera 21-26 giugno 1998

**Southwick E.E.** (1981) - Energy efficiency in commercial honey production. - Am. Bee J., 120(9): 633-635.

**Southwick E.E., Pimentel D.** (1981) - Energy efficiency of honey production by bees. - Bio-Science, 31 (10): 730-732.



Capitolo  
**17**

**ALCUNE POSSIBILI  
PROSPETTIVE FUTURE PER  
L'APIDOLOGIA ITALIANA**

**Antonio Felicioli\*, Marino Quaranta\*\***

*\*Borsista Mi.P.A., A.M.A. I.R. Dip., C.D.S.L., Sez., Entomologia Agraria,  
Università di Pisa.*

*\*\*Contrattista Mi.P.A., A.M.A. I.R. Istituto Nazionale di Apicoltura di Bologna.*

Contenuto

<b>Premessa</b>	235
<b>La competizione inter-specifica</b>	236
<b>Biodiversità e sistematica</b>	238
<b>Frammentazione ambientale</b>	240
<b>Conclusioni</b>	241
<b>Ringraziamenti</b>	243
<b>Bibliografia</b>	243





## Premessa

Nell'ambito di un volume come questo che prende in considerazione la biologia e la gestione degli Apoidei in campo agricolo, troviamo giusto collocare alcune considerazioni di ordine protezionistico e di politica ambientale.

Alla luce di quanto emerso recentemente da incontri scientifici tenutisi nell'ambito della Comunità Europea, è intenzione degli Autori portare a conoscenza di un pubblico più vasto alcune delle linee di ricerca individuate e che dovrebbero rappresentare il futuro anche della Apidologia italiana.

Con il termine di api selvatiche ci si riferisce a tutto il complesso di specie non appartenenti al genere *Apis* L. e che vengono qui raggruppate nella dicitura "non *Apis*". Le api selvatiche possono essere suddivise in due grandi gruppi in funzione del loro comportamento di nidificazione: le "ground nesters" e le "cavity nesters". Tutte comunque tendono a rifornire il proprio nido pedotrofico con una mistura di polline e nettare e alcune anche con oli essenziali. Esse sono estremamente importanti negli ecosistemi naturali per le loro interazioni altamente specializzate con la flora spontanea e selvatica e per il contributo che forniscono al mantenimento degli equilibri vegetazionali sia in regioni temperate che in quelle tropicali.

Fondamentale risulta anche tutta la zoocenosi associata a tali insetti, sia direttamente che indirettamente, in quanto assieme alle api selvatiche stesse contribuisce alla biodiversità generale di un ecosistema. (Banaszak, 1996; Williams, 1996; Neffi e Simpson, 1993)

Una ulteriore ragione di importanza è anche la loro applicazione nell'impollinazione di colture di interesse agrario e forestale.

Vi sono sempre più crescenti evidenze che testimoniano, almeno in Europa, che molte popolazioni di api selvatiche sono soggette ad un preoccupante e progressivo declino (Banaszak, 1996).

Le ragioni di tale fenomeno sono molteplici e tra le principali risiede la modernizzazione dell'agricoltura.

L'importanza delle api solitarie per l'impollinazione delle specie vegetali e la loro sempre più accentuata rarefazione impongono delle drastiche misure di protezione e conservazione a livello europeo. Già in Polonia, nel 1990, il Prof. Banaszak ha posto all'attenzione generale di ricercatori e politici l'esigenza di una legge per la protezione di 443 specie di Apoidei. E' auspicabile quanto mai che organizzazioni transnazionali come la Comunità Economica Europea incoraggino iniziative in tal proposito.

In tal contesto fin dal 1995 gruppi di lavoro composti da ricercatori provenienti principalmente dal continente americano e dall'Europa si sono riuniti per delineare quelle che sono le priorità scientifiche e di ricerca a fini conservazionistici. Dai risultati di un primo incontro svoltosi a Londra alla Linnean Society, e da uno successivo tenutosi in Olanda a Tiburg, è emersa la necessità di volgere gran parte degli sforzi verso studi di particolare interesse scientifico quali: 1) le dinamiche e gli equilibri che questi importantissimi insetti instaurano tra loro e con l'ambiente circostante, in particolare lo studio di tutti quei fattori che determinano e controllano

il fenomeno della competizione interspecifica, in particolare fra le api mellifiche e le api selvatiche; 2) il contributo che questi insetti con la loro biocenosi associata forniscono alla biodiversità degli ecosistemi naturali, agli agroecosistemi e gli ecosistemi urbani; 3) la struttura, forma e frammentazione degli ambienti nel tempo, ciò viene definito con il termine di “Environmental fragmentation”.

### **La competizione inter-specifica**

L’insorgere della competizione è il risultato di un processo naturale che può portare alla coesistenza delle specie, alla riduzione della densità di individui per specie o della specie e la dislocazione di una o più specie dall’habitat talvolta fino alla sua o loro estinzione, con il risultato di una drammatica perdita di biodiversità per quel determinato habitat.

Wilson (1971) ha formulato una serie di leggi biologiche che costituiscono il fondamento della lotta competitiva: i meccanismi competitivi tra membri della stessa specie e quelli di specie diverse, sono del tutto simili e differiscono solo per la intensità. Infatti generalmente la competizione è più severa tra gli individui della stessa specie che tra individui di specie diverse. La funzione della lotta competitiva è più importante tra i vertebrati che tra gli invertebrati, tra i predatori che tra gli erbivori, all’interno degli ecosistemi stabili più che in quelli instabili. Inoltre molti meccanismi di controllo della densità di popolazione come la presenza di predatori, le emigrazioni e il parassitismo in parte nascondono il manifestarsi di questa lotta. (Schmidbauer, 1978)

Le colonie di api mellifiche sono allevate e gestite per ricavare i prodotti tradizionali dell’apicoltura come miele, cera, propoli e pappa reale, più recentemente anche piccole unità definite “nuclei”, sono gestiti e commercializzati per migliorare l’impollinazione di colture agrarie autoincompatibili in ambienti agrari o antropizzati (Buchmann, 1996).

Anche grosse quantità di altri Apoidei come bombi, megachili e più recentemente le osmie vengono introdotti in ambienti antropizzati in modo variabile andando dai diversi agroecosistemi agli ambienti urbani per l’impollinazione controllata sia in pieno campo che in ambiente confinato.

Ciò contribuisce, insieme alle profonde modificazioni causate dall’uomo, ad una alterazione della quantità e tipo di nettare e polline presenti nei fiori spontanei così come della loro impollinazione.

Ne risulta che molti Apoidei spesso sono in concorrenza per delle risorse comuni. Ciò porta automaticamente all’innalzarsi dei processi di competizione interspecifica che a sua volta porta alla soppressione, rimozione o riduzione di una specie o più specie sulle altre.

L’esistenza della competizione interspecifica tra le diverse specie di Apoidei risulta difficile da dimostrare, in quanto molte interazioni sono indirette e non chiaramente evidenti. Spesso poi la sovrapposizione continua in tempi relativamente lunghi (comunque più generazioni) di risorse fondamentali da parte di più specie viene interpretata come una ripartizione (Thorpe, 1996).

Molti studi sono stati fatti nel passato, sia in campo che in laboratorio, dagli ecologi per documentare la competizione interspecifica in atto fra vari organismi in diversi habitat. Gran parte degli studi conclude che per molti organismi invertebrati evidenziare la dinamica in atto di tale competizione a lungo termine è molto difficile. Ciò è proprio il caso degli studi sulla competizione tra le api mellifiche o altri apoidei introdotti e le popolazioni di specie locali (Thorp, 1996).

Molti fiori producono nettare e polline in modo compartimentalizzato nel tempo e nello spazio e sono molto suscettibili di forti riduzioni a causa dell'attività di foraggiamento delle api mellifiche e limitare quindi la risorsa trofica per altri fruitori dello stesso habitat.

La domanda che molti ricercatori si pongono concerne la possibilità che le api mellifiche con la loro presenza massiva abbiano un qualche effetto negativo sulle comunità di popolazioni di specie locali. Tutte le ricerche condotte fino adesso non consentono di rispondere negativamente o affermativamente a tale domanda, o perché i dati non sono interpretabili in modo netto, o perché sono studi di breve durata e limitati a singole specie invece che su larga scala. Al tempo stesso molti lavori condotti su scala temporale breve, lasciano intravedere delle evidenze, di sporadiche competizioni per risorse trofiche che lasciano ipotizzare la estinzione per alcune specie nell'arco di qualche anno.

Rimane comunque la preoccupazione che in alcune circostanze la presenza delle api mellifiche possa impattare le "altre" api. Vi è quindi una grande necessità di ulteriori e approfonditi studi che focalizzino sulla potenziale presenza della competizione inter-specifica per le risorse chiave e dei suoi effetti in modo da fornire risultati più chiari se non prove di questo fenomeno.

Ulteriori studi inerenti la competizione inter-specifica tra le api mellifiche e le api selvatiche, come tra le diverse specie di api selvatiche sono necessarie e dovranno contribuire a dare risposte alle seguenti domande a tutt'oggi rimaste aperte:

- E' la disponibilità di cibo (nettare, polline, oli essenziali) un fattore limitante per le dimensioni delle popolazioni di api selvatiche?
- L'attività trofica delle api mellifiche limita veramente le risorse per il sostentamento delle popolazioni delle api selvatiche?
- Quali sono i parametri per misurare le capacità di carico di un determinato habitat in termini di risorse?
- Quali sono le conseguenze sulle diversità specifiche delle piante, se cambia il rapporto diversità/abbondanza degli impollinatori?
- Quale è la plasticità di ciascuna popolazione di api e piante in risposta ad una perturbazione (definita come immissione massiva di un impollinatore)?
- Quale è l'effetto delle strutture dell'habitat sui processi di competizione?
- Quali specie sono più vulnerabili all'insorgere della competizione?

Per tentare di rispondere a tali domande alcune linee di ricerca sono da incoraggiare come per esempio quelle volte allo studio dell'importanza delle risorse trofiche relativamente ad altri fattori chiave come parassiti, malattie, predatori e siti di riproduzione che dovrebbe essere indagata in funzione della dinamica di popolazione delle diverse specie di Apoidei.

E' fondamentale inoltre acquisire il maggior numero possibile di informazioni inerenti il budget energetico necessario a ciascuna specie, in modo da stabilire le soglie minime di cibo (nettare, polline, oli essenziali) irrinunciabili per preservare la ricchezza in specie e l'abbondanza per specie in habitat a rischio.

Particolari sforzi poi dovrebbero essere condotti affinché le metodologie siano il più possibile standardizzate in modo tale da poter facilitare confronti tra i risultati delle diverse indagini, condotte anche in altri paesi.

Alla luce di quanto rilevabile in bibliografia si evidenzia anche la necessità di studi inerenti la competizione mediante due approcci principali: il primo costituito da un approccio più generale che indagli la diversità in specie e la densità in ambienti diversi, tempi diversi e condizioni di introduzione massiva di Apoidei allevati. Questo dovrebbe inoltre prevedere tempi di indagine ampi (alcuni anni) e condizioni ambientali di controllo costituite da ambienti naturali non manipolati così come previsto dal sistema B.A.C.I. (Before, After, Control and Impact).

Il secondo dovrebbe essere un approccio che scende più in dettaglio, che indagli l'influenza della presenza di una specie introdotta massivamente, sul successo riproduttivo di altre specie di apoidei selvatici locali.

### **Biodiversità e sistematica**

E' opinione diffusa che il degrado ambientale e la conseguente perdita di ricchezza in specie è uno dei maggiori problemi contro il quale deve far fronte oggi la intera umanità e che quindi la misura della biodiversità è di fondamentale importanza.

Tale importante misura è rilevabile a livello del numero e frequenza dei generi, delle specie e degli ecosistemi.

Gran parte del lavoro dei ricercatori è quello di rilevare e misurare la biodiversità con il fine di prevenire il maggior numero possibile di estinzioni sia a livello locale che globale (Williams *et al.*, 1993). Per far ciò le semplici misure di ricchezza in specie sono state integrate con informazioni inerenti le distribuzioni, gli endemismi, le relazioni con gli ambienti e le potenzialità genetiche. Anche dal punto di vista degli scambi economici tra paesi diversi sempre più interesse suscita la salvaguardia della biodiversità. Infatti alcuni economisti (Repetto, 1992) sono del parere che il modello macroeconomico keynesiano (basato sui concetti di consumo, risparmio e investimento), sul quale si fonda l'attuale sistema di contabilità economica nazionale in tutto il mondo, non sia più adeguato a sostenere il tradizionale ruolo di strumento al servizio della stabilità e della crescita economica, perché non assegna alcun valore ai cambiamenti dell'ammontare delle risorse naturali. Poiché queste, oggi, sono limitate, non includere questo valore capitale in attivo significa ammettere che il loro consumo, senza reintegrazioni, possa proseguire indefinitamente senza portare come conseguenza a un impoverimento del paese e ciò comparirebbe nei tradizionali indici economici, quali il PIL (Prodotto Interno Lordo). Da qualche anno molti paesi hanno cominciato a prendere coscienza di questa contraddizione e hanno preso a stilare liste ed elenchi di ogni tipo di risorsa naturale, dalle foreste ai suoli, dalle acque agli organismi vegetali e animali.

Le risorse biologiche ancora sconosciute potrebbero inoltre contenere specie potenzialmente importanti per la medicina e la scomparsa di alcune di queste può essere legata all'estinzione di altre. Una volta però stabilito che la salvaguardia della biodiversità è fondamentale, insorge un conflitto fra le risorse disponibili e cosa impegnarsi a catalogare, studiare, salvare. Si deve in sostanza scegliere aree di maggior interesse ove concentrare la propria attenzione. In questa ottica diventa indispensabile indirizzare gli studi su quei gruppi di viventi che sono fondamentali per il mantenimento di altri gruppi in quanto strettamente interdipendenti (La Salle, 1993).

In Europa le api solitarie non sono immuni dalla sempre più preoccupante crisi della diversità biologica e il loro evidente declino oramai da alcuni anni suscita preoccupazioni tra gli studiosi delle cose naturali (O'Toole, 1993).

Gli impollinatori inoltre rivestono particolare importanza in quanto sono i principali responsabili del mantenimento della diversità biologica delle piante. Ciò è particolarmente evidenziabile in quei gruppi dove si raggiunge una elevata specificità nella relazione ape-fiore e ne sono un esempio eclatante alcune orchidee.

Nell'ambito delle zone temperate le comunità vegetali mediterranee risultano dipendenti per almeno il 40% dalla impollinazione da parte degli insetti e questi sono per la maggior parte Apoidei selvatici solitari (Neffi e Simpson, 1993).

La sistematica degli Apoidei è una delle strade da percorrere per l'avanzamento della conoscenza della biodiversità del pianeta, e la collezione ne è lo strumento principale, basti pensare che ancora oggi i sistematici fanno riferimento a esemplari raccolti nel '700 e nell'800 per determinare se si è in presenza di una nuova specie. A titolo di esempio si veda la revisione mondiale della tribù Anthophorini compiuta da Brooks (1988): 53 collezioni di altrettanti musei esaminate nei 5 continenti. Le collezioni museali inoltre rivestono particolare importanza anche come memoria storica alla quale attingere numerose informazioni, e sono di fatto una rappresentazione del passato.

Gli Apidologi europei sono unanimi nello stigmatizzare la situazione di forte carenza strutturale e finanziaria in cui versano gli studi di biologia e tassonomia apistica e lamentano in particolare la mancanza di giovani studiosi nel settore (Rasmont *et al.*, 1995; O'Toole, 1996).

In Europa purtroppo la biologia e la sistematica degli Apoidei suscitano ancora scarsa attenzione a livello della ripartizione delle risorse economiche, con grave danno per la reale conoscenza dello stato della fauna apidica. Il confronto con la situazione nel Nord America è assai istruttivo. O'Toole (1996) così riporta: "Dal 1936 sono state realizzate solo 18 revisioni di generi di api ovest-paleartiche, fornite di chiavi diagnostiche, pari al 28% di una lista cumulativa di generi ottenuta da elenchi nazionali. Per contro, l'83% di un numero ancor più grande di specie del Nord America coperto da revisione generica. C. Michener e la sua scuola hanno prodotto più tassonomisti di api competenti di quanto abbiano praticato in Europa nel corso dell'intero secolo."

Un elenco su scala nazionale della fauna apistica italiana si è avuto solo di recente (Pagliano, 1995) nell'ambito della Checklist delle specie della fauna italiana, il primo completo inventario delle specie animali di una intera nazione che sia mai

stato completato (Minelli, 1996). Analoghi progetti sono iniziati, da più o meno tempo, in molti altri paesi ma sono spesso ben lontani dalla conclusione molte volte per l'ambizione di aggiungere un notevole numero di informazioni.

Poche di queste Check List apidiche sono da considerare esaustive e la situazione generale della fauna apidica europea è ben lontana da una soddisfacente conoscenza. In Italia particolare attenzione dovrebbe essere volta alla creazione di un centro di documentazione. Dovrebbe in sostanza verificarsi la confluenza di articoli e libri di interesse apidologico, nello stile della biblioteca dell'IBRA (International Bee Research Association), al quale associare un apposito database ove raccogliere il maggior numero possibile di notizie su ogni singola specie. Le informazioni poi dovrebbero provenire da tutte le discipline scientifiche e avere come unità di riferimento la specie ed essere ospitate in numerosi campi quali: la taxa tassonomica, descrizione, sinonimie, distribuzione geografica, fenologia, nidificazione, nemici naturali, immagini, comportamento, fisiologia, biochimica, biologia molecolare, ecologia.

Il database opportunamente costruito mediante collegamenti ipertestuali (links), dovrebbe poter raggiungere ciascun "campo". Un ottimo esempio è fornito dal *Japanese Ants Color Image Database* che offre per ogni specie, attraverso un potente sistema di links, notizie biologiche, descrizioni, distribuzione con mappe geografiche, riferimenti bibliografici, chiavi dicotomiche ed è ricchissimo di fotografie e disegni esplicativi.

## Frammentazione ambientale

La frammentazione ambientale di un habitat (enviromental fragmentation) è definita come un processo dinamico che porta alla distruzione di un habitat esistente lasciandone dei frammenti sparsi e distribuiti nell'ambito del nuovo ambiente creato (Opdam *et al.*, 1993).

Per le specie animali presenti nell'habitat originale, la frammentazione significa la suddivisione in piccoli frammenti disgiunti dell'habitat originale separati e isolati da ambienti non favorevoli per la riproduzione, alimentazione e nidificazione (Opdam *et al.*, 1993).

Tale processo dinamico può essere percepito in funzione del tempo, cioè facendone una istantanea, come una forma o struttura risultata da tale processo di disintegrazione. La percezione di tale "Pattern", e quindi la risposta di una popolazione animale o vegetale, ai processi di frammentazione che variano ampiamente a seconda della specie.

La velocità dei processi di frammentazione è un parametro molto importante per l'instaurarsi di nuovi equilibri e di meccanismi compensativi nell'ambito delle popolazioni di specie animali che lo subiscono. Negli ecosistemi ad alta influenza antropica, come quelli agricoli, tali processi risultano molto veloci e mutevoli nel tempo e nello spazio.

La fauna apidica risulta essere molto sensibile ai processi di frammentazione ambientale e spesso la composizione specifica e la densità sono diretta espressione della struttura, forma e disposizione ambientale.

All'aumentare della frammentazione dell'habitat le popolazioni locali di api selvatiche tendono ad andare incontro a forti riduzioni numeriche e la dispersione delle specie può declinare fino ad azzerarsi. Questi due eventi se associati possono condurre alla estinzione di una specie apidica in una determinata area.

La possibilità che nuove immissioni naturali di popolazioni avvenga ove una specie si è estinta è in funzione di quanto ampia è la frammentazione. Ciò porta alla considerazione che se i processi di frammentazione ambientale si stabilizzano intorno ad un equilibrio dinamico compatibile con l'esistenza di popolazioni di api, allora esse a loro volta trovano un loro equilibrio di presenza e densità.

I fattori che contribuiscono a portare alla estinzione di una specie animale dislocata in popolazioni isolate sono il massimo numero di femmine riproduttive presenti in un determinato habitat, il tasso di crescita intrinseco alla popolazione, la dipendenza del tasso di crescita con la densità della popolazione e le variazioni del tasso di crescita dovute alle variazioni delle condizioni ambientali. Questa ultima condizione è di fondamentale importanza per tutti gli ambienti caratterizzati da pressione antropica. Basti pensare alle profonde variazioni strutturali e perturbazioni a cui vanno soggetti quasi tutti gli agroecosistemi. La aratura per esempio distrugge un numero impressionante di potenziali siti di riproduzione per molte specie di Apoidei e il suo periodico succedersi determina l'insorgere di una fascia di terreno permanentemente sfavorevole alla riproduzione che divide frammenti di habitat originali e così via.

Nell'ambito di agroecosistemi sempre più soggetti alla modernizzazione agricola (impiego di biocidi e coltivazioni estensive) e che vanno incontro ad una sempre maggior frammentazione e dispersione di habitat naturali idonei a supportare popolazioni locali di apoidei selvatici, spesso viene immesso, per periodi di tempo variabile, un elevato numero di individui di specie allevate ed oramai consolidate nella pratica dell'impollinazione controllata andando così ad aggravare lo stato di salute già precario di tali agroecosistemi.

Lo studio della composizione specifica e della densità di popolazione di apoidei selvatici in diversi ambienti quali quelli naturali, quelli agricoli e anche quelli urbani, oltre che a fornire indicazioni utili e precise sulla struttura dell'ambiente consente di ottenere alcune importanti conoscenze di base per l'individuazione di ambienti particolarmente vocati a ospitare popolazioni di api selvatiche (oasi apistiche) e per affrontare dove necessario delle misure di restauro ambientale.

In sostanza alcune popolazioni di Apoidei possono essere sfruttate come bioindicatori di frammentazione ambientale. Tutto ciò consente di far fronte alle nuove esigenze e direttive suggerite anche dalla Comunità Europea di conservazione e protezione delle api.

## Conclusioni

Tenuto conto dell'esigenza di dover approfondire le conoscenze sulla fauna apidica italiana appare evidente, da quanto precedentemente esposto, come la ricerca biologica e la ricerca sistematica debbono necessariamente procedere parallelamente.

Una recente occasione è stata fornita grazie al varo di un Progetto Finalizzato per la ricerca apidologica finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole, che vede la partecipazione di 23 diversi Istituti ed Enti di ricerca, per la prima volta in modo coordinato (Progetto A.M.A. – Ape, Miele, Ambiente). Tra gli obiettivi figurano i seguenti:

-“Valorizzare quelle risorse naturali che possono garantire un incremento produttivo nella moderna agricoltura, come l’allevamento e l’impiego dei Megachilidi ripristinando contemporaneamente l’equilibrio ecologico alterato dalla pressione antropica, in particolare nelle aree degradate”.

-“Stimare la reale consistenza di specie pronube nel nostro paese e, attraverso il loro censimento, valutare il grado di complessità ambientale in relazione all’uso reale del territorio e alla sua gestione.”

Il progetto ha creato una vera mobilitazione di studiosi intorno al tema della salvaguardia dell’ape mellifera e dei pronubi selvatici.

Sarebbe veramente importante che tale risultato possa avere una continuità nel tempo.

Ed è anche auspicabile che tale complesso di iniziative sia coordinato in modo permanente da una struttura stabile.

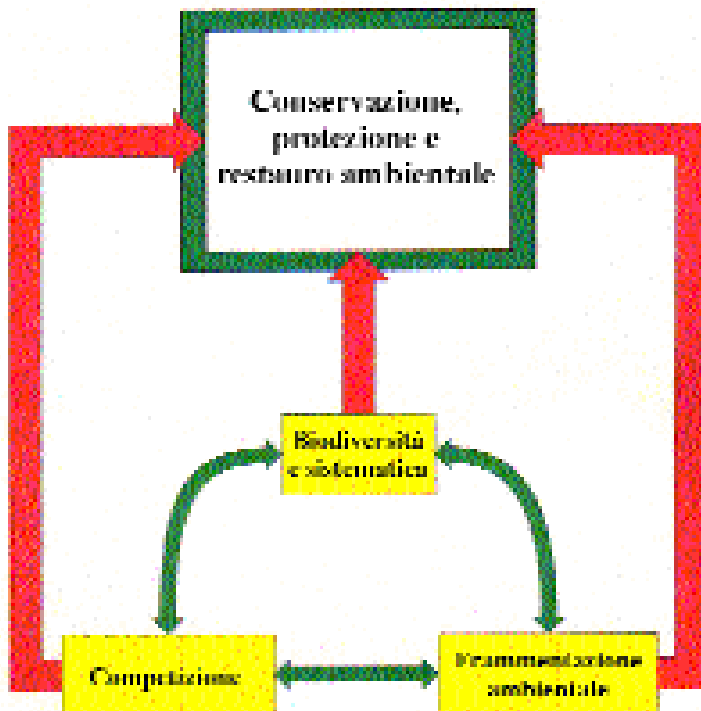


Figura 1 - Disegno schematico dove sono riportate le diverse connessioni tra la biodiversità, la frammentazione ambientale, la competizione e le tematiche di conservazione, protezione e restauro ambientale.



## Ringraziamenti

Ricerca effettuata nell'ambito del Progetto Finalizzato AMA (Ape, Miele, Ambiente), finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole. Contributo n° 34.

## Bibliografia

- Banaszak J.** (1996) - Ecological bases of conservation of wild bees. In the conservation of bees Linnean society symposium series n. 18 Accademic press London. 55-62.
- Buchamann L.S.**(1996) - Competition between honey bees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues. In the conservation of bees Linnean society symposium series n. 18 Accademic press London. 125-142.
- Felicioli A., Sabatini A.G., Pinzauti M.** (1999) – Risorsa trofica e competizione tra *Osmia cornuta* Latr. e *Osmia rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae) in tre diversi ecosistemi. Atti di “Apilombardia ‘98” Minoprio Como 25-27 Settembre 1998. (In stampa)
- LaSalle J., Gould I.D.** (1993) - Hymenoptera and Biodiversity. John LaSalle and Ian D. Gould eds. C.A.B. International. 1-348.
- Minnelli A.** (1996) - Checklist delle specie della fauna italiana, un bilancio del progetto. Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona. 20: 249-261.
- Neff L.J., Simpson B.B.** (1993) – Bees, Pollination System and Plant Diversity. In: - Hymenoptera and Biodiversity. John LaSalle and Ian D. Gould eds. C.A.B. International. 143-167.
- O’Toole C.** (1993) - Diversity of Native Bees and Agroecosystems. In - Hymenoptera and Biodiversity. John LaSalle and Ian D. Gould eds. C.A.B. International. 169-196.
- O’Toole C.** (1996) - Bee systematics in Europe: the continuing crisis and some possible cures. In: The conservation of bees. The Linnean Society of London and The International Bee Research Association. 227-232.
- Opdam P., Apeldoorn van R., Schotman A., Kalkhoven J.** (1993) - Population responses to landscape fragmentation. In : Landscape Ecology of a Stressed Environment (Claire C. vos and Paul Opdam eds) Chapman andHall, London. 148-171.
- Quaranta M.,** (1998) - The diet of five common species of bumblebees (*Bombus* Latr.: Hymenoptera, Apidae) in natural conditions. Insect social Life. 2: 151-155.
- Rasmont P., Barbier Y., Empain A.** (1993) - Microbanque Faune-Flore. Logiciel de gestion de banques de donnees biogeographiques. Version 3 – Université de Mons-Hainaut, Jardin National Botanique de Belgique, Mons, Meise, XV+200+20+3+34+14 pp, 4 floppy disk.
- Rasmont P., Ebmer P. A., Banaszak J., Van der Zanden G.** (1995) - Hymenoptera Apoidea Gallica. Bulletin de la Société Entomologique de France. 100 (hors série): 1-98.
- Repetto R.** (1992) - La contabilità delle risorse ambientali. Le Scienze. 288: 22-28.
- Schmidbauer W.** (1978) - Uomo e natura anti-Lorenz. Saggi tascabili Laterza pag. 1-210.
- Thorp R.W.** (1996) - Resource overlap among native and introduced bees in California. In: The conservation of bees Linnean society symposium series n. 18 Accademic press London 142-152.
- Williams I.H.** (1996) -Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union . In: The conservation of bees Linnean society symposium series n. 18 Accademic press London. 63-80.
- Williams P.H., Vane-Wright R.I. and Humphries C.J.** (1993) - Measuring biodiversity for choosing conservation areas. In: Hymenoptera and Biodiversity. John LaSalle and Ian D. Gould eds. C.A.B. International. 309-328.
- Wilson E.O.** (1971) – Competitive and aggressive behavior. In: W. Dillon and J.F. Eisemberg eds., Man and beast. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C..



# **PARTE SPECIALE**



## Capitolo 18

# PROVE DI IMPOLLINAZIONE GUIDATA SU PIANTE DA FRUTTO IN TOSCANA

**Antonio Felicioli\*, Mauro Pinzauti\*\***

\*Borsista Mi.P.A., A.M.A. I.R. Dip., C.D.S.L., Sez., Entomologia Agraria, Università di Pisa. \*\*Dip., C.D.S.L., Sez., Entomologia Agraria, Università di Pisa

### CONTENUTO

<b>Introduzione</b>	249
<b>Allevamento di insetti pronubi</b>	251
<b>Materiali e metodi</b>	253
<i>A) Prova di campo nell'impollinazione del susino cino-giapponese cultivar Angeleno.</i>	253
<i>B) Prova di impollinazione della mora (cultivar Black Satin) in ambiente protetto.</i>	254
<i>C) Prova di campo nell'impollinazione del kiwi cultivar Ayward, in pieno campo.</i>	254
<b>Risultati</b>	255
<i>A1) Risultati conseguenti all'impollinazione del susino cino-giapponese cultivar Angeleno.</i>	255
<i>B1) Risultati conseguenti all'impollinazione della mora, cultivar Black Satin.</i>	255
<i>C1) Risultati conseguenti all'impollinazione del kiwi (cultivar Hayward).</i>	256
<b>Discussione</b>	257
<i>Brevi conclusioni sulla possibilità dello sviluppo del servizio di impollinazione.</i>	257
<i>Necessità di impollinazione delle colture agrarie.</i>	257
<i>Quantificazione dell'attività pronuba svolta dagli insetti e considerazioni sul servizio di impollinazione.</i>	258
<b>Ringraziamenti</b>	260
<b>Bibliografia</b>	261



## Introduzione

Secondo i dati ufficiali, in Toscana, circa 5000 ettari di superficie agraria sono occupati a colture frutticole (Tab. 1). Le specie coltivate, in ordine di superficie di terreno investito, sono: pesco e nettarina (2464 ha), melo (1019 ha), pero (781 ha), susino (514 ha) e kiwi (137 ha). Nel conteggio non sono state considerate altre importanti colture fruttifere quali l'albicocco, il ciliegio dolce, il mandorlo o altre ancora che, interessando aree marginali o coltivate in consociazioni, non ci hanno permesso di quantificare con sufficiente esattezza la reale entità della superficie occupata anche da queste colture.

La produttività globale degli oltre 5000 ettari di coltura frutticola ha raggiunto i 700.000 quintali di frutta (Tab. 2), con una resa unitaria di circa 140 quintali ad ettaro.

Tabella 1 - Superficie colturale occupata (ettari) dalle piante da frutto in Toscana (dati riferiti all'anno 1994).

Provincia	Melo	Pero	Pesco	Nettarine	Susino	Kiwi	Totale
<b>Massa carrara</b>	38	15	14	-	10	-	77
<b>Lucca</b>	100	85	108	7	55	8	363
<b>Pistoia</b>	40	60	80	-	25	19	224
<b>Firenze</b>	207	160	498	28	144	35	1072
<b>Livorno</b>	33	33	339	53	70	6	534
<b>Pisa</b>	134	87	478	53	52	14	818
<b>Arezzo</b>	389	259	280	-	-	23	951
<b>Siena</b>	25	30	70	10	84	5	224
<b>Grosseto</b>	53	52	257	189	74	27	652
<b>Totali</b>	1019	781	2124	340	514	137	4915

Tab. 2 - Produzione (quintali) di frutta ottenuta in Toscana (dati riferiti all'anno 1994).

	Melo	Pero	Pesco	Nettarine		Kiwi	Totale
<b>Massa Carrara</b>	3930	1360	1110	-	710	-	7110
<b>Lucca</b>	9355	8440	10657	680	5275	720	35127
<b>Pistoia</b>	3925	3600	10680	-	2875	2508	23588
<b>Firenze</b>	21180	11148	49163	3390	9364	2790	97035
<b>Livorno</b>	6770	4935	48445	7300	9380	330	77160
<b>Pisa</b>	48600	21750	77200	7950	7800	3500	166800
<b>Arezzo</b>	84770	38550	29050	-	-	1790	154160
<b>Siena</b>	3755	3085	9105	1185	6305	257	23692
<b>Grosseto</b>	14520	9460	40110	31395	13140	4375	113000
<b>Totali</b>	196805	102328	275520	51900	54849	16270	697672

In Italia la gran parte delle piante da frutto fioriscono nel periodo compreso tra i primi di febbraio e la metà di aprile, ad eccezione del kiwi che fiorisce tra maggio e giugno. Questo periodo dell'anno è solitamente caratterizzato da condizioni meteorologiche instabili con frequenti ritorni di freddo e di gelate tardive. Tali avversità atmosferiche, purtroppo, interagiscono negativamente con l'attività pronuba svolta dalle api mellifiche che, attivandosi solo a temperature superiori ai 13°C, possono pregiudicare la produttività di queste piante.

Osservando attentamente la fenologia delle piante da frutto possiamo constatare che la maggior parte di esse sono autosterili (autoincompatibili nell'ambito della medesima cultivar). Piante come il mandorlo, il ciliegio, il melo e il susino cino-giapponese, ad esempio, per risultare produttive necessitano sia di piante impollinatrici (altre cultivar della medesima specie in fioritura concomitante nello stesso appezzamento colturale) che di un agente del trasporto del polline che garantisca l'impollinazione incrociata. Addirittura, nel caso del ciliegio e del mandorlo, la fecondazione degli organi femminili del fiore è ancora più problematica, a causa dei meccanismi di inter-auto incompatibilità. Infatti nell'ambito di queste piante solo talune particolari cultivar, denominate "impollinatori", e non altre, permettono al polline di sviluppare il tubetto pollinico e quindi ottenere la fecondazione con una maggiore probabilità di allegagione dei futuri frutticini. In base a quanto detto risulta opportuno consigliare agli agricoltori di realizzare non solo un corretto servizio di impollinazione con gli insetti pronubi ma anche di prevedere la presenza di piante impollinatrici con fioritura concomitante a quelle coltivate. In caso di assenza di tali piante, l'agricoltore può sopperire introducendo, in prossimità della coltura da impollinare, diversi rametti fioriti, detti "bouquet", provenienti da altre cultivar (Pinzauti, 1999).

Anche nel caso di specie fruttifere autofertili come per esempio il pesco, l'albicocco o il susino europeo, l'azione degli insetti pronubi può essere determinante. Infatti esse presentano rilevanti differenze temporali, e/o spaziali, nella maturazione degli apparati femminili e maschili.

In alcune cultivar di albicocco si riscontra la presenza di fiori proteroginici (l'apparato sessuale femminile matura prima di quello maschile) ciò riduce di fatto la probabilità che il polline fecondi gli ovuli dello stesso fiore.

Nel melo invece spesso è possibile osservare cultivar dotate di fiori definiti "lungostilo", tali fiori mostrano lo stilo fortemente allungato a sovrastare le antere. In queste cultivar, anche in caso di contemporanea maturazione degli apparati femminili e quelli maschili, esiste un impedimento spaziale, in questo caso di tipo morfologico, in quanto è veramente poco probabile che il polline oramai maturo nelle antere possa raggiungere l'uovo posizionato nell'ovario alla base dello stilo e che presenta l'apertura ben al di sopra di queste senza l'ausilio di un vettore.

Come possiamo constatare le problematiche relative all'impollinazione delle piante da frutto sono molteplici e sono state più volte studiate e discusse anche nell'ambito delle sperimentazioni condotte presso l'Università di Pisa (Pinzauti, 1991a; Frediani, 1993; Pinzauti e Rondinini, 1991; Rondinini e Pinzauti, 1994).



Praticamente, sia le piante a fiori unisessuali (come il kiwi) che quelle con fiori ermafroditi (sia autosterili che autofertili) necessitano, ai fini dell'impollinazione, di un agente del trasporto del polline che alle nostre latitudini è essenzialmente o il vento o l'insetto pronubo. Laddove, infine, il polline è più o meno vischioso (vedi polline di melo o quello della maggior parte delle Cucurbitacee) il trasporto del polline è demandato esclusivamente agli insetti pronubi.

Per quanto sopra accennato è senz'altro utile che per l'impollinazione delle piante il polline provenga sempre da un altro individuo e possibilmente anche da un'altra cultivar; in natura tale combinazione è frequente. Senza entrare in merito del dettato delle leggi di Mendel, al fine dell'ottenimento di frutti qualitativamente migliori, è senz'altro da favorire l'eterozigosi piuttosto che l'omozigosi per cui appare importante, specie in frutticoltura, organizzare nel periodo della fioritura un adeguato servizio di impollinazione con gli insetti pronubi.

La scarsa allegazione in alcuni frutteti è sovente da attribuire a problemi legati alla biologia florale (autoincompatibilità, sterilità maschile, asincronismo tra rilascio del polline e recettività dello stigma, scarsa germinabilità del polline, ecc.) e/o ad un insufficiente trasporto del polline sullo stigma (assenza di una concentrazione adeguata). Quest'ultimo aspetto, riguardante il cosiddetto "effetto di massa", può incidere in maniera significativa sull'attivazione del potere germinativo del polline (Kroh, 1984). E' stato constatato in laboratorio che talvolta anche del polline autoincompatibile può, se presente in sovrannumero sullo stigma, germinare e fecondare la cellula uovo (gamia) dando avvio alla formazione del frutto.

In alcune specie frutticole, come nel caso del susino cino-giapponese, ad esempio, una singola visita dell'insetto sul fiore, può non essere sufficiente a consentire la fecondazione e spesso per accumulare un adeguato numero di granuli di polline sullo stigma (cioè per indurre l'effetto di massa) sono necessarie più visite da parte dello stesso insetto o la visita di più insetti.

Fino ad oggi i frutteti presenti nella nostra regione sono stati essenzialmente impollinati dalle api mellifiche (*Apis mellifera* L.) e solo parzialmente dagli insetti appartenenti all'entomofauna pronuba selvatica. In questi ultimi anni, a seguito del remunerativo prezzo del miele italiano, molti apicoltori non sono più disposti a mettere a disposizione i propri alveari per il servizio di impollinazione, ed in particolare durante il periodo primaverile (aprile-giugno), epoca delle più importanti fioriture di interesse apistico. Nel constatare tale realtà, e nel proposito di soddisfare la crescente richiesta degli operatori agricoli, presso diverse strutture di ricerca italiane, nell'ambito del Progetto MiPA-AMA, è stato dato l'avvio ad allevamenti di altri insetti Apoidei del genere non-*Apis* che potranno, nel futuro, integrare o sostituire le api mellifiche nella pratica del servizio di impollinazione.

### Allevamento di insetti pronubi

Il fatto stesso che tutti gli Imenotteri Apoidei raccolgono sui fiori le sostanze a loro indispensabili per vivere e per il mantenimento delle loro progenie ha permesso tra le due forme di vita (api e fiori) l'instaurarsi di un coadattamento fina-

lizzato ad un mutuo soccorso che ha consentito da una parte, per l'insetto, di sopravvivere e riprodursi e dall'altra, per il fiore, la possibilità di perpetuarsi (Pinzauti e Intoppa, 1995).

Sappiamo che l'allevamento delle api mellifiche ha origine antiche e la tecnica apistica non si è certo sviluppata per favorire l'impollinazione delle piante di interesse agrario. Infatti, fino dall'antichità, le api mellifiche sono state allevate solo in quanto produttrici di diverse sostanze utili per l'umanità. Per secoli l'uomo ha "sfruttato" le api nutrendosi con il miele e utilizzando i prodotti dell'alveare per altri scopi. E' da tenere sempre in considerazione che il miele è stato l'unica sostanza zuccherina ripercibile in natura fino alla scoperta della canna da zucchero. Anche alcuni altri prodotti dell'alveare hanno partecipato alla storia dell'umanità: la cera prodotta dalle api è stata la sostanza base per la realizzazione delle candele fino alla scoperta della paraffina e la propoli, era già utilizzata nell'antico Egitto 4000 anni fa quale componente base per gli unguenti impiegati per imbalsamare i cadaveri.

La valorizzazione del ruolo pronubo rivestito dalle api nell'impollinazione delle piante di interesse agrario è iniziata a seguito dell'impiego del D.D.T. e delle altre molecole chimiche in agricoltura che hanno, unitamente al progressivo sviluppo delle nuove tecniche colturali basate su monoculture estensive, rarefatto l'entomofauna pronuba naturale e causato avvelenamenti negli apiari.

L'ape mellifica, per la sua attività di raccolta sui fiori, finalizzata essenzialmente alla produzione del miele, è portata a visitare sul territorio colonizzato quei fiori che producono rilevanti quantità di nettare trascurando tutti quelli che ne secernono solo modeste quantità. Altri Apoidei, invece, non essendo produttori di miele raccolgono il nettare solo saltuariamente, al bisogno, e sempre come carburante da consumare nelle attività di volo. E' il polline, per questi insetti selvatici, l'interesse primario in quanto solo l'accumulo di questa sostanza proteica nel nido pedotrofico permetterà lo sviluppo della prole.

Non intendiamo trattare in questa nota l'aspetto relativo alla biologia di questi insetti impollinatori rimandando ad altri capitoli di questo libro e pertanto ci limitiamo solo ad accennare che per il loro allevamento ci siamo orientati a studiare quelli che a nostro avviso risultano i più idonei a favorire il processo di impollinazione della maggior parte delle piante di interesse agrario. Allo scopo abbiamo preferito allevare quelli più pelosi che pur svolgendo vita solitaria nidificano in forma gregaria e che nella loro vita raccolgono rilevanti quantità di polline. Questi insetti sono di norma presenti negli ambienti naturali ed in particolare laddove vegetazioni quali frangiventi, siepi e boschetti permettano la loro sopravvivenza fornendo loro l'alimentazione e il ricovero.

Al fine di meglio comprendere le reali possibilità applicative dell'impollinazione guidata mediante l'impiego di insetti pronubi (servizio di impollinazione), con il contributo economico della Regione Toscana, abbiamo condotto una serie di sperimentazioni sia in pieno campo che in ambiente protetto volte a valutare il reale contributo fornito dagli insetti pronubi nel servizio di impollinazione di alcune specie da frutto. E' stata sostanzialmente valutata l'attività pronuba svolta dalle api mellifiche (*Apis mellifera* L.) rispetto all'azione esercitata dal vento nel trasporto del pol-

line. In altri casi sono stati considerati, e confrontati, più metodi di impollinazione volgendo particolare attenzione all'attività impollinatrice praticata dalle api mellifiche e dalle osmie (*Osmia cornuta* Latr.) con quella effettuata manualmente o quella svolta dal vento.

La sperimentazione a inteso valutare la differenza esistente nell'allegazione dei frutticini in relazione ai diversi metodi di impollinazione. Sono state considerate due colture di pieno campo, quali il susino cino-giapponese (cultivar Angeleno) e il kiwi (cultivar Hayward) e una in ambiente protetto la mora (cultivar Black Satin).

## Materiali e metodi

Le prove di impollinazione, e la successiva verifica del grado di allegazione dei frutticini, sono state realizzate nell'ambito delle aziende dove viene normalmente effettuata buona parte della sperimentazione del Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose.

### A) Prova di campo nell'impollinazione del susino cino-giapponese cultivar *Angeleno*.

Per quanto concerne le prove in pieno campo nell'impollinazione del susino cino-giapponese, cultivar Angeleno, prima dell'inizio della fioritura, in due filari centrali dell'apezzamento, sono stati contati e cartellinati i fiori di 12 rami di analogo sviluppo e sono stati distribuiti nelle seguenti tesi:

- tesi **A** - con osmie: il ramo con i singoli fiori cartellinati è stato inserito, unitamente a 20 osmie (5 maschi e 15 femmine) e un piccolo nido artificiale, in un isolatore metallico rivestito con rete di nylon a maglie di 2 mm;
- tesi **B** - con api mellifiche: i fiori sono stati cartellinati, isolati mediante l'isolatore sopra descritto e all'interno di questa stessa struttura metallica è stato inserito un "pacco d'api" (piccola arnietta con giovane covata e 20 api orfane);
- tesi **C** - libera: i fiori cartellinati sono stati lasciati alla libera impollinazione nell'ambito dell'apezzamento (vento + osmie);
- tesi **D** - manuale: il rametto con i fiori cartellinati è stato inserito all'interno di una grande busta di carta e successivamente, al momento della schiusura, i fiori sono stati impollinati manualmente (con un pennellino) con polline prelevato da piante impollinatrici;
- tesi **E** - isolata: un ramo con i fiori cartellinati è stato inserito direttamente nell'isolatore metallico rivestito con rete di nylon a maglie di 2 mm per valutare l'azione del vento nel trasporto del polline;
- tesi **F** - autoimpollinata: il rametto con i fiori cartellinati è stato inserito dentro un contenitore di carta fino ad oltre l'epoca della caduta dei petali.

All'interno dell'apezzamento colturale (circa 1 ettaro), al fine di favorire l'impollinazione entomofila, sono state liberate 200 osmie unitamente a 10 nidi artificiali. Non sono stati impiegati alveari nella sperimentazione.

All'interno degli isolatori utilizzati nell'ambito delle tesi A, B, E è stato inserito, e fissato alla rete, un rametto fiorito proveniente da una pianta impollinatrice presente normalmente (ogni 8 piante di Angeleno) nell'apezzamento.

*B) Prova di impollinazione della mora (cultivar Black Satin) in ambiente protetto.*

Per quanto concerne le problematiche riguardanti l'impollinazione dei piccoli frutti, la cui coltivazione è notoriamente in espansione anche nella nostra regione (particolarmente in Versilia), è stata condotta una sperimentazione all'interno di una serra di 300 m<sup>2</sup>, aperta lateralmente nelle ore più calde della giornata. All'interno della serra stessa è stato effettuato, prima dell'inizio della fioritura, il cartellinamento dei gruppi di fiori pluricarpellari presenti nel settore centrale delle piante. Una volta cartellinati i singoli fiori, 11 rametti sono stati lasciati alla libera impollinazione (tesi D), consistente nella valutazione dell'azione del vento e dell'azione pronuba operata dalle api mellifiche presenti in due alveari (uno per lato della serra) e da 200 osmie liberate nella serra in prossimità di 5 nidi artificiali. Altri gruppi di fiori pluricarpellari appartenenti ad altri 11 rametti sono stati singolarmente isolati mediante apposito contenitore di carta in modo da non far passare il polline esterno (tesi A). Ulteriori 44 rametti cartellinati sono stati singolarmente inseriti in isolatori metallici ricoperti di rete di nylon a maglie di 2 mm.

Successivamente, all'inizio della fioritura, in 11 isolatori sono state inserite 20 osmie (sex-ratio 1:1) e un piccolo nido artificiale (tesi C). All'interno di altri 11 isolatori sono state inserite 20 api mellifiche (tesi B) con un piccolo nido. Infine, i rimanenti 11 rametti isolati sono stati lasciati (tesi E) alla eventuale impollinazione anemofila (azione del vento).

*C) Prova di campo nell'impollinazione del kiwi cultivar Ayward, in pieno campo.*

Per quanto attiene la produzione del kiwi, come è noto (Pinzauti, 1990, 1992), l'attività pronuba svolta dalle api mellifica risulta determinante ai fini della produzione qualitativa (pezzatura dei frutti) pur trattandosi di un frutto di origine esotica, l'Italia è oggi il principale produttore al mondo di kiwi.

La sperimentazione è stata condotta in un appezzamento colturale in prossimità del Monte Pisano dove il kiwi è coltivato a spalliera con piante pistillari della cultivar Hayward, intervallate, ogni 7 piante, con una pianta maschile (cv. *Matua* o *Tomuri*). Prima della fioritura sono state selezionate 60 branche di analogo sviluppo e posizione sulla pianta. Dopo avere provveduto al cartellinamento di tutti i fiori, 12 branche (ripetizioni) sono state lasciate alla libera impollinazione (tesi D: api + vento + osmie), altre 12 branche sono state isolate attraverso contenitori di carta atti a permettere solo l'eventuale autoimpollinazione (tesi A: autoimpollinata). Ulteriori 12 branche sono state isolate con il medesimo sistema ma, al momento della schiusura dei fiori, questi sono stati impollinati manualmente mediante pennellino utilizzando il polline raccolto dalla pianta maschile Tomuri (tesi C: impollinazione manuale). Le rimanenti 12 branche sono state isolate mediante struttura metallica ricoperta di rete di nylon a maglie di 2 mm, in modo da far passare solo il vento ed escludere, viceversa, l'accesso agli insetti pronubi. (tesi E: anemofila). Per ciascuna tesi è stata valutata la percentuale di allegagione e il peso di ciascun frutto.

## Risultati

### *A1) Risultati conseguenti all'impollinazione del susino cino-giapponese cultivar Angeleno.*

Dai rilievi effettuati in pieno campo è emerso che i fiori del susino cino-giapponese non sono particolarmente attrattivi per gli insetti pronubi. Infatti è emerso che nella cultivar Angeleno la secrezione nettarifera è pressochè nulla (0,2-0,3 mg/24h) per cui gli insetti pronubi (api mellifiche in particolare) tendono a disertare questa fioritura orientandosi su altre (coltivate e spontanee) presenti nell'ambiente.

I risultati ottenuti nella sperimentazione hanno dimostrato che la produttività della cultivar del susino osservato dipende completamente da un agente del trasporto del polline. E' emerso (tab. 3) che i fiori appartenenti alla tesi lasciata all'autoimpollinazione non hanno prodotto neppure un frutticino mentre la tesi che includeva l'attività pronuba solta dagli insetti liberi nell'apezzamento (tesi C) ha registrato una percentuale di allegagione del 3,8%. I fiori appartenenti alle tesi B ed E non hanno superato il 5% di allegagione. E' risultato inoltre che anche l'azione del vento, favorita in questo caso dalla presenza in loco del rametto con i fiori impollinanti, risulta in qualche modo utile fornendo una allegagione di oltre il 5% (tab. 3).

Il valore di allegagione più elevato è stato senza dubbio ottenuto nell'ambito dei rami della tesi A (con impiego delle osmie) raggiungendo circa il 31% di allegagione.

Tab. 3 – Risultati ottenuti nella prova di impollinazione del susino cino-giapponese cultivar Angeleno.

Tesi	N. Fiori osservati	N. Frutti ottenuti	% allegagione
<b>a: isolata con osmie</b>	650	202	31,1
<b>b: isolata con api</b>	739	42	5,7
<b>c: libera</b>	3649	139	3,8
<b>d: impollinata manualmente</b>	3408	137	4,1
<b>e: isolatore</b>	608	33	5,4
<b>f: autoimpollinata</b>	155	0	0

### *B1) Risultati conseguenti all'impollinazione della mora, cultivar Black Satin.*

Dalla sperimentazione condotta è emerso che l'allegagione dei frutti della mora, cultivar Black Satin, non è dipendente dal grado di impollinazione dei singoli fiori pluricarpellari. Nella tesi autoimpollinata (A), come rilevato anche nelle altre tesi considerate (tab. 4) è stato ottenuto il 100% di allegagione. Un dato significativo è emerso invece nell'ambito del confronto dei diversi metodi di impollinazione considerando l'ottenimento del numero delle drupeole presenti in ogni mora. In pratica i gruppi di fiori che non sono stati completamente impollinati (o dal vento o dagli insetti) presentano mediamente poche drupeole per mora (circa 18) mentre quelle derivanti dall'impollinazione anemofila (azione del vento) raggiungono un numero

pressochè doppio di drupeole (circa 35). Con l'apporto pronubo fornito dagli insetti presenti nella serra (api mellifiche e osmie) il numero medio delle drupeole aumenta in maniera significativa. Infatti nella tesi lasciata alla libera impollinazione abbiamo ottenuto 62 drupeole per mora (Tab. 4). Tale valore, già elevato, è aumentata ancora di più nell'isolatore con osmie giungendo ad ottenere il 74,98% di drupeole. Il valore massimo di 75,49% è stato ottenuto nell'isolatore con api (tesi B - tab. 4).

Tabella 4 – Risultati ottenuti nella prova di impollinazione della mora, cultivar *Black Satin*.

tesi	infiorescenze osservate	n. frutti ottenuti	n. medio di drupeole	
			%	
<b>a: autoimpollinata</b>	233	233	100	18,31
<b>b: isolata con api</b>	115	115	100	75,49
<b>c: isolata con osmie</b>	161	161	100	74,89
<b>d: libera</b>	254	254	100	62,96
<b>e: isolata (vento)</b>	305	305	100	35,12

#### *C1) Risultati conseguenti all'impollinazione del kiwi (cultivar Hayward).*

I risultati ottenuti nella sperimentazione (tab. 5) confermano il reale ruolo delle api mellifiche nell'impollinazione entomofila del kiwi.

Escludendo dalla valutazione il dato ottenuto nell'autoimpollinazione (tesi A), in quanto trattasi di piante a sessi separati. Dalla sperimentazione condotta è emerso che i fiori delle tesi considerate presentano valori di allegagione assimilabili e non significativi tra loro. Andando ad analizzare invece alla raccolta i frutti ottenuti nelle diverse tesi (tab. 5), emerge chiaramente come lo sviluppo del frutto sia relazionata alla quantità di polline maschile che il vento o gli insetti pronubi depositano sullo stigma dei diversi apparati femminili presenti sul fiore pistillare. In particolare questa ultima considerazione emerge chiaramente da quanto ottenuto nell'impollinazione manuale (tesi C). L'effetto di massa derivante dal ripetuto strofinamento del pennellino impregnato di polline sugli stigmi ha portato ad ottenere un peso medio dei frutti intorno ai 110 grammi. Nella tesi lasciata alla libera impollinazione (tesi D + vento + insetti), il peso medio dei frutti è risultato di circa 97 grammi; nella tesi isolata, che permetteva solo il passaggio del vento (tesi E), il peso medio dei frutti non ha superato i 60 grammi. Infine, i pochi frutti allegati in completo isolamento (tesi A), prima di cadere, non hanno mediamente raggiunto mai i 30 grammi. Dal confronto tra i frutti risulta evidente la differenza esistente tra il numero dei semi presenti e i frutti nella tesi E (impollinazione anemofila) e quelli ottenuti nella tesi D (impollinazione libera).

Tabella 5 – Pezzatura dei frutti di Kiwi con e senza l'apporto delle Api mellifiche.

<b>INFLUENZA DELL'ATTIVITÀ DELLE API SUL CONSEGUIMENTO DELLA PEZZATURA DEL KIWI</b>						
	Peso dei frutti in grammi					
	40	40-60	60-80	80-100	100-120	Oltre
Frutti impollinati senza l'apporto delle api	34%	46%	17%	3%	0%	0%
Frutti impollinati con l'apporto delle api	0,5%	2%	10%	38%	39%	10,5%

Questa esperienza dimostra che solo il 20% dei frutti provenienti da una impollinazione senza l'apporto delle api (sotto rete) supera i 60 grammi di peso, mentre per i frutti ottenuti con l'impollinazione delle api la media sale al 98%. Ciò dimostra che nel Kiwi la buona taglia del frutto si ottiene solo a seguito di una perfetta impollinazione.

## Discussione

### *Brevi conclusioni sulla possibilità dello sviluppo del servizio di impollinazione.*

Sulla base di quanto accertato con le indagini condotte nell'ambito del programma finanziato dalla Regione Toscana possiamo affermare che, ai fini remunerativi, l'impollinazione delle piante da frutto è demandata quasi esclusivamente all'attività pronuba svolta dagli insetti. Quindi la pratica del "servizio di impollinazione" deve essere considerata a tutti gli effetti una normale pratica agricola alla stregua della potatura o della concimazione. Si rende pertanto indispensabile nel futuro organizzare, provincia per provincia, un servizio di impollinazione che preveda il coinvolgimento di tutti gli operatori interessati al problema.

Per soddisfare le esigenze di impollinazione delle diverse colture, ed in considerazione del fatto che l'allevamento delle api è di fatto gestito dagli apicoltori, appare opportuno promuovere incontri tra le categorie degli apicoltori e degli agricoltori in modo da professionalizzare sempre più questi operatori sulle tematiche e sulle tecniche di realizzazione del servizio di impollinazione stesso.

### *Necessità di impollinazione delle colture agrarie.*

A seguito di quanto noto in letteratura emerge che l'attività pronuba svolta dalle api mellifiche e dalle api solitarie nell'ambito delle produzioni agrarie si concentra essenzialmente nel periodo compreso tra marzo e luglio. In agosto-settembre, a

causa dell'elevata temperatura, oltre ad alcune piante di interesse officinale (origano, salvia, basilico, timo, ed altro) non sono presenti colture estensive di interesse agrario. Analoga considerazione è valida anche per il periodo compreso tra ottobre e febbraio dove le basse temperature disincentivano, di norma, l'attività di volo degli insetti pronubi.

Dal momento che l'attività pronuba svolta dalle api mellifiche negli agroecosistemi è rilevante e interessa la maggior parte delle piante (oltre l'80% - Pinzauti, 1991) e si estrinseca, a temperature superiori a 13 °C in presenza di condizioni meteorologiche negative per più giorni, inevitabilmente, registriamo contrazioni produttive imputabili alla mancata impollinazione dei fiori. Purtroppo non tutti gli operatori del settore agricolo tengono nella dovuta considerazione la pratica del servizio di impollinazione che può invece fornire solo risultati positivi.

Le piante ad impollinazione entomofila debbono, almeno nel periodo della massima fioritura, essere messe nelle condizioni ottimali per ricevere il polline trasportato dagli insetti pronubi. E' ovvio che la concomitante presenza di altre fioriture può risultare fortemente competitiva nel richiamo verso gli Apoidei pronubi. Gli insetti, nella scelta dei fiori da visitare, preferiranno sempre quelli per loro più gratificanti trascurando inevitabilmente tutti gli altri.

Per ovviare a tale inconveniente appare opportuno, quindi, programmare opportunamente i nuovi impianti frutticoli in Azienda operando scelte tra cultivar a fioritura precoce, mediana o tardiva, in modo da evitare inopportune sovrapposizioni di fioriture. Anche le piante spontanee, normalmente presenti nel terreno marginale (lungo i fossi, tra i filari, ecc.), possono creare problemi di competizione per i pronubi per cui è bene provvedere, prima dell'introduzione degli insetti nell'appezzamento, al loro completo sfalcio.

#### *Quantificazione dell'attività pronuba svolta dagli insetti e considerazioni sul servizio di impollinazione.*

Partendo dai dati statistici raccolti nel 1994, epoca della Convenzione tra la Regione Toscana e l'Università di Pisa, i dati riguardanti l'agricoltura nel territorio regionale indicano la produttività frutticola più rilevante nella Provincia di Pisa (tab. 2) seguita per ordine di produzione da quella di Arezzo, di Grosseto, di Firenze, di Livorno, di Siena, di Lucca e di Massa Carrara.

Per quanto concerne invece la superficie investita nei frutteti (tab. 1), la Provincia di Firenze risulta la prima, seguita da Arezzo, da Pisa, da Grosseto, da Livorno, da Lucca, da Pistoia, da Siena e da Massa Carrara. Dai dati riportati è possibile, in linea generale, e prescindere dalle colture considerate, evincere che non sempre la Provincia che dispone di una più vasta superficie colturale a frutteti risulta poi quella con la maggiore produttività. L'esempio della Provincia di Firenze è abbastanza significativo (prima come superficie colturale e quarta in ordine produttivo). Analizzando questi dati emerge chiaramente come il ruolo degli insetti pronubi, unitamente ad altre condizioni ambientali che possono influenzare il processo produttivo, può incidere nel riequilibrare i rapporti.

Al fine della realizzazione di un corretto servizio di impollinazione è stato valutato



(Pinzauti e Rondinini, 1991; Rondinini e Pinzauti, 1994) che un carico di api bottinatrici provenienti da 7 alveari in un ettaro di frutteto in fioritura garantisce produzioni certamente remunerative per l'agricoltore.

Considerando la superficie colturale in Toscana possiamo indicare che per impollinare i fiori dei circa 5000 ettari di colture frutticole necessitano almeno 710 alveari. Per soddisfare le esigenze dell'impollinazione dei fiori delle colture orticole, (tab. 6 e 7) che solo il cocomero e il melone che dipendono totalmente dall'attività pronuba svolta dagli insetti sono coltivati nella nostra Regione oltre 1100 ettari con una produzione di circa 285.000 quintali, occorrono altri 160 alveari. Nell'ambito delle colture foraggere, considerando solo l'impollinazione dei fiori della sulla da seme (*Hedysarum coronarium*), notoriamente dipendente dagli insetti, per oltre 5.000 ettari di coltura necessitano circa 500 alveari. Per l'impollinazione delle colture oleaginose, escludendo dal conteggio la soia, il ricino e tutte le altre oleaginose secondarie, solo per il girasole e la colza sono occupati in Toscana circa 40.000 ettari di territorio. Considerando anche in questo caso un numero di 10 alveari per ettaro, occorrerebbero almeno altri 4000 alveari.

In conclusione possiamo affermare che solo per soddisfare le necessità di impollinazione delle poche colture citate necessitano circa 5.400 alveari. Praticamente tutto il patrimonio apistico presente tra gli apicoltori della Provincia di Pisa, e quella di Livorno.

In termini di valore economico, a vantaggio degli apicoltori, considerando un compenso di circa 60.000 lire ad alveare (media dei diversi costi), si deduce che solo per le colture sopra indicate gli apicoltori toscani potrebbero suddividersi, ed incrementare quindi il proprio reddito, diverse centinaia di milioni di lire.

Per quanto concerne i vantaggi per l'agricoltore possiamo stimare (escludendo di quantificare i benefici derivanti dal miglioramento qualitativo dei frutti) che l'incremento produttivo ottenibile, applicando un corretto servizio di impollinazione con gli insetti Apoidei, potrebbe salire mediamente di circa il 20% in relazione alla coltura e cultivar coltivata. E' da tenere presente, ad esempio, che il mandorlo con le api incrementa la produzione di circa il 25% (Frediani e Pinzauti, 1978); il ciliegio fino al 45% in più (Frediani e Pinzauti, 1981) il susino cino-giapponese del 44%) il pero del 34% e per il kiwi addirittura si può giungere ad ottenere un incremento di peso del 48%.

Per l'impollinazione del pomodoro in serra, ancora oggi viene normalmente praticata l'impollinazione ormonale manuale. Tale tecnica, proibita nella maggior parte dei Paesi europei, andrebbe messa al bando anche in Italia in quanto certamente pericolosa per la salute pubblica. Con l'impiego di colonie di bombi (*Bombus terrestris* L.), ad esempio, si ottiene la completa impollinazione (100%) dei fiori su tutti i palchi riducendo anche le spese per il coltivatore in quanto nell'ormonatura manuale devono essere eseguiti diversi passaggi.

Tabella 6 – Superficie (ha), anno 1994, interessata in Toscana per talune colture di interesse agrario

<u>PROVINCIA</u>	<u>COCOMERO</u>	<u>MELONE</u>	<u>GIRASOLE</u>	<u>COLZA</u>	<u>SULLA</u>	<u>TOTALI</u>
MASSA-CARRARA	-	-	-	-	-	-
LUCCA	5	21	775	-	-	801
PISTOIA	9	13	300	-	-	322
FIRENZE	29	33	4141	228	650	5081
LIVORNO	80	230	3100	105	650	4165
PISA	70	100	5800	90	1500	7560
AREZZO	60	148	11538	300	-	11746
SIENA	13	12	6071	95	750	6941
GROSSETO	121	180	6375	920	1450	9046
<b>TOTALI</b>	<b>387</b>	<b>737</b>	<b>38100</b>	<b>1738</b>	<b>5000</b>	<b>45662</b>

Tabella 7 – Produzione (quintali) ottenuta in Toscana in alcune colture di interesse agrario.

<u>PROVINCIA</u>	<u>COCOMERO</u>	<u>MELONE</u>	<u>GIRASOLE</u>	<u>COLZA</u>	<u>SULLA</u>	<u>TOTALI</u>
MASSA-CARRARA	-	-	-	-	-	-
LUCCA	1350	4175	21700	-	-	27225
PISTOIA	1170	1820	6600	-	-	9590
FIRENZE	5960	3545	122420	5700	120250	257875
LIVORNO	30800	51310	76800	2660	130000	291570
PISA	14000	29000	152700	1470	270000	467170
AREZZO	5300	14620	184119	6000	-	210039
SIENA	2815	1890	137993	1454	135000	279152
GROSSETO	61700	54970	143995	16500	406000	683165
<b>TOTALI</b>	<b>123095</b>	<b>161330</b>	<b>846327</b>	<b>33784</b>	<b>406000</b>	<b>2225786</b>

## Ringraziamenti

Lavoro eseguito con il contributo finanziario della Regione Toscana, Sett. Agricoltura.

## Bibliografia

- Frediani D.** (1993) - Le api per l'impollinazione. Ed. Fed.Apic.Ital. (FAI). pp. 8.
- Frediani D., Pinzauti M** (1978) – Influenza dell'impollinazione a mezzo delle api sugli acheni del girasole (*Helianthus annuus*). Atti Conv. Inter. Girasole (CNR), Pisa: 88-94.
- Frediani D., Pinzauti M** (1981) – L'ape mellifica nell'impollinazione di alcune cultivar di ciliegio dolce. Frutticoltura, 34: 31-36.
- Kroh M.** (1984) – An electron microscope study of the behaviour of crocifere pollen after pollination. In "Pollen physiology and fertilization", Ed. Linsken H.E., Amsterdam, Holland.
- Pinzauti M.** (1990) – Kiwi pollination: several ways of increasing the activity of honeybees. Acta Horticulturae, 282:149-151.
- Pinzauti M.** (1991) - Impollinazione entomofila: gli insetti e le colture. L'Italia Agricola, 128 (1): 49-62.
- Pinzauti M.** (1992) – L'impollinazione dell'*Actinidia*. L'Ape Nostra Amica, XIV (2): 32-34.
- Pinzauti M., Intoppa F.** (1996) – Api e fiori: strategie per una coevoluzione. L'Ape Nostra Amica, XVIII (2): 4-12.
- Pinzauti M., Rondinini T.** (1991) - Il servizio di impollinazione. L'Italia Agricola, 128 (1): 177-184.
- Rondinini T., Ortolani M., Pinzauti M.** (1999) – Le api nel servizio di impollinazione. Api e Impollinazione. Regione Toscana (in stampa).
- Rondinini T., Pinzauti M.** (1994) - Problematiche attinenti al servizio di impollinazione mediante insetti pronubi. In: "Temi di Apicoltura Moderna", Prov. Lucca - Regione Toscana: 137-151.



## Capitolo 19

# API E FITOFARMACI: UNA CONVIVENZA POSSIBILE

**Marco Accorti**

*Istituto Sperimentale di Zoologia Agraria Cascine del Riccio, Firenze.*

### CONTENUTO

<b>Introduzione</b>	265
<b>Fitofarmaci o pesticidi?</b>	267
<b>L'apicidio</b>	269
<i>Cause di apicidio</i>	269
<i>La colonia</i>	270
<i>Allevamento delle api per l'impollinazione</i>	271
<i>Avvelenamento delle api: sintomi ed effetti</i>	273
<i>Diagnosi e comportamento in caso di apicidio</i>	274
<i>Rilevamento della mortalità</i>	274
<i>Considerazioni generali per la prevenzione degli apicidi</i>	276
<b>Formulati, tecniche di applicazione e pericolosità</b>	277
<i>Pericolosità dei fitofarmaci per le api</i>	280
<i>Diserbanti</i>	283
<i>Fattori esterni che influenzano la tossicità</i>	283
<b>Fitofarmaci e insetti utili</b>	284
<i>Classi di pericolosità dei fitofarmaci</i>	285
<b>Che fare?</b>	288
<i>Collaborazione fra agricoltori e apicoltori</i>	288
<i>Quando trattare</i>	289
<i>Altri pericoli</i>	289
<i>Norme per ridurre i pericoli di apicidio</i>	290
<i>Come effettuare la chiusura</i>	292
<i>Cosa fare in caso di avvelenamento</i>	293
<b>Riepilogo delle norme di comportamento</b>	293
<i>Ulteriori raccomandazioni per salvaguardare i pronubi selvatici</i>	294
<b>Bibliografia</b>	296
<b>Allegato tabella 3</b>	298



## Introduzione

La sensibilità collettiva nei riguardi dei temi ambientali può essere valutata attraverso gli atteggiamenti che nel tempo sono andati dall'accettazione più incondizionata di tutto ciò che *sapeva di nuovo* fino all'attuale rifiuto più integralista.

Così in agricoltura, dopo aver gridato per decenni **W LA CHIMICA**, ora ci strappiamo i capelli, additandola al ludibrio pubblico come la madre di tutti i mali (fig. 1). In questo modo, facendo finta di dimenticare che "il buono o il cattivo" non stanno nelle cose ma in noi, si continua a mistificare la realtà perpetrando altri delitti ai danni dell'ecosistema.



Figura 1 – Cartello di avvertimento comunemente presente in molti dei nostri frutteti.

Per fortuna negli ultimi tempi si sta cominciando a scoprire l'inutilità di certi atteggiamenti massimalisti per appuntare l'attenzione sui particolari e sulle sfumature, veri cardini su cui s'incentrano tutti gli equilibri. Dopo anni di richiami caduti nella più completa indifferenza, ci si è finalmente ed improvvisamente accorti che la perdita di diversità biologica rappresenta appunto uno degli aspetti maggiormente rivelatori di quanto le alterazioni ambientali comportino costi sociali inutilmente insostenibili.

In un recente passato, in nome dell'incremento produttivo e della difesa delle colture, è stato *inventato* l'agro-sistema specializzato ed è stato sviluppato il concetto di dannosità degli organismi fitoparassiti, disconoscendo la funzione bio-indicatrice svolta da queste forme di vita, in ultima analisi niente altro che rivelatori delle alterazioni ambientali prodotte dall'uomo. E come per annullare il loro ruolo di

accusatori nei nostri confronti si è dato avvio a quell'incredibile biocidio chimico che ora si rivolta proprio contro di noi, veri bersagli dell'uso improprio dei fitofarmaci.

A prima vista può sfuggire il rapporto causa-effetto fra uso dei fitofarmaci e perdita di diversità biologica, tuttavia basta soffermarsi sulle attuali esigenze produttive per comprendere come l'abuso della chimica ci costringa a ricorrere a palliativi ed a surrogati per supplire i vuoti biologici che si sono venuti a creare. Ed in questo le api ci aiutano a capire.

L'85% delle piante da cui traiamo nutrimento dipendono dai pronubi e quasi l'80% della produzione agricola italiana in qualche modo beneficia del loro lavoro. Tuttavia ormai gli impollinatori naturali sono pressoché scomparsi dai nostri agrosistemi specializzati e per far fronte alle malintese esigenze produttive si bruciano sempre più energie fossili non rinnovabili: più chimica, più petrolio, meno vita.

Siamo all'apice della speculazione sul dissesto ed ormai la passività del bilancio energetico è proporzionale al deficit biologico: mentre continuiamo a sprecare enormi energie con il risultato di distruggere anche gli organismi utili, siamo anche costretti a spenderne in sovrappiù per riprodurne di sostitutivi nelle bio-fabbriche. Le api, in questo contesto, diventano uno strumento per misurare la nostra dabbenaggine: le sterminiamo con irresponsabili trattamenti chimici, ma nel contempo le alleviamo perché indispensabili per l'impollinazione. Ormai rappresentano l'unico pronubo realmente disponibile.

Per chi ha a cuore l'ambiente, fare il punto sul rapporto intercorrente fra *Api e Fitofarmaci* rappresenta dunque un'ulteriore occasione per riflettere sull'opportunità di spostare le tematiche dall'ambito salutista a quello eco-consumerista. Questa parola, linguisticamente orrenda, individua un modo di consumare e di produrre, eco-compatibile: quindi implicitamente ed inevitabilmente anche salutista, ma non più come scelta individuale, bensì come impegno sociale. In questo modo le api, da esclusivo patrimonio degli apicoltori, diventano di tutti, agricoltori, consumatori e cittadini, e si trasformano in uno strumento per interpretare diversamente il mondo che ci circonda.

E così, partendo dall'apporto economico delle api quali impollinatori, di produttori di alimenti e di agenti della conservazione ambientale, si arriva a scoprirle anche come simbolo della *cultura della non violenza*, unica ed ultima possibilità per riuscire ad immaginare ancora un futuro:

*“le api operano la trasformazione  
non distruttiva di polline e nettare,  
risorse ambientali rinnovabili”.*

L'ambizione, o l'ardire, di porre un insetto al centro della nostra vita, nasconde la presunzione di far lentamente passare un messaggio di rispetto per ciò che è diverso da noi. L'ape diventa così un soggetto politico, una specie di *Spartacus*, un simbolo di resistenza e di affrancamento dalle prevaricazioni.



Rispettare le api vuol dunque dire rispettare l'ambiente, quindi tutti gli insetti (pronubi e non), le altre forme di vita animali e vegetali, i sassi, il mare. Ma anche il collega, l'extracomunitario, il vicino di casa, l'handicappato o l'avversario politico.

Per queste ragioni diventa importante agire con consapevolezza, quindi anche scegliere se e come effettuare un trattamento chimico, assumendosi le responsabilità derivanti dalle eventuali conseguenze sull'ambiente e sulle altre forme di vita.

Ovvio che tale impegno non può, come al solito, essere interamente scaricato sull'ultimo anello della catena: se gli agricoltori appaiono (o sono fatti apparire) come gli esecutori materiali, ben altri sono i mandanti. Tuttavia, vista la latitanza o l'impotenza delle Istituzioni, diventa indispensabile farsi singolarmente carico del compito di ribaltare la logica corrente per avviare un processo educativo, capillare, lento e certo poco appariscente, ma sicuramente più efficace e duraturo di tante enfatiche dichiarazioni d'intenti.

### Fitofarmaci o pesticidi?

Già alla fine dell'800 fu segnalato negli Stati Uniti (1881) il primo caso di avvelenamento di api in seguito all'uso in un frutteto di arseniati di rame. Pochi anni più tardi il problema esplose anche in Italia in coincidenza dell'intensa campagna contro il *Dacus oleae*, la mosca delle olive, per mezzo di esche avvelenate a base di arseniati.

Scriveva a questo proposito nel 1906 Antonio Berlese, uno dei maggiori entomologi italiani:

*“Perché, oltre alla distruzione od almeno alla ingente ecatombe di api, che avverrà senza dubbio nelle località dove gli olivi saranno trattati col metodo ora ricordato (l'esca avvelenata n.d.r.), si affaccia ancora un grave quesito.*

*[...] Queste larghe irrorazioni venefiche interverranno certo come un coefficiente nuovo e per plaghe molto estese nel complesso dei rapporti fra endofagi e forme ospiti, tra le quali molte nocive. Non è possibile misurare a priori l'influenza di un fatto così rilevante, ma è certo che una perturbazione profonda nel vigente equilibrio deve accadere senza dubbio”.*

Preveggenza? No, solo buon senso, che tuttavia non bastò a mettere sull'avviso di ciò che sarebbe poi accaduto.

Si scatenò allora sul periodico agricolo più importante dell'epoca, “Il Coltivatore” di Ottavi, una dura polemica innescata nel 1906 dall'olivicoltore James Auget (LII: 367-369), proprietario dell'ex feudo di S. Felice Circeo (così si firmava), e ripresa nel 1907 dall'avvocato Ippolito (LIII: 337-338), della Scuola Agraria di Scandicci (FI). Fra le tante cose emerse in quella diatriba vale la pena ricordare la ragionevolezza e l'attualità di una proposta con cui L'auget nel 1907 poneva fine alla questione (LIII: 586-590):

“.. pensiamo alle nostre api ed a tanti altri utili insetti la cui distruzione sarebbe un disastro per l'agricoltura!

*Illustri sperimentatori! ponete in vicinanza degli oliveti che trattate delle semplici arnie d'api: studiate gli effetti della vostra miscela sulle medesime e se la riconoscete innocua allora sta bene, ma se fosse micidiale fermatevi: se no farete come l'orso della favola il quale per liberare un dormiente dalla mosca che lo infastidiva gli schiacciò la testa”.*

Allora si parlava generalmente di miscele, irrorazioni venefiche, veleni; insomma si era coscienti di non saper bene cosa si maneggiasse, ma se ne intuiva già il potenziale rischio.

Oggi, dopo che l'orso ci ha ormai schiacciato la testa, ognuna di queste sostanze ha un nome; anzi, sono diventate così tante che è stato necessario coniare una terminologia specifica per indicarle tutte assieme: *Fitofarmaci*.

Tuttavia, se il termine ufficiale è convenzionalmente accettato per indicare l'intera categoria, allo stato attuale sembra più idoneo per discriminare due opposte scuole di pensiero: chi usa l'asettico termine *Fitofarmaci* è implicitamente considerato sostenitore delle molecole chimiche, chi utilizza *Pesticidi*, appartiene automaticamente alla categoria dei puristi.

Pur auspicando la massima espansione possibile di ogni forma di agricoltura ecosostenibile se non totalmente biologica, in questo contesto si è deliberatamente scelto di prendere atto della realtà e di fornire strumenti critici e conoscitivi quanto più possibile scevri da richiami emozionali, consapevoli che la crudezza dei dati ha una capacità di convincimento superiore ad ogni forma di allarmismo.

In questa logica si è quindi deciso di usare il termine *Fitofarmaci*, perché con la sua asettica ufficialità sottolinea la “natura farmacologica” di queste sostanze, contribuendo così a mettere sull'avviso i potenziali utilizzatori.

Un farmaco viene venduto da specialisti ed ormai quasi solo dietro presentazione di una prescrizione medica.

Un farmaco, lo sappiamo tutti, è un “veleno” da prendere solo in casi specifici ed a dosi precise.

Un farmaco, proprio per la sua natura di sostanza estranea, presenta innumerevoli controindicazioni legate agli effetti collaterali. E questo è tanto vero che assumere un farmaco “è scegliere il male minore” oppure “non serve a stare bene, ma solo meno male”.

Un farmaco è tanto pericoloso che non può essere smaltito nei normali cassonetti destinati ai rifiuti urbani, bensì in appositi contenitori disseminati nelle farmacie.

Un farmaco infine non viene mai *perso di vista* dalle autorità competenti. O almeno così dovrebbe essere.

Infatti dopo i rigidi test per la sua messa in commercio, si innesca un meccanismo di controllo che osserva e registra i suoi effetti sulla popolazione: è la *Farmaco Vigilanza*, garanzia istituzionale per la salute dei cittadini.

Ecco. Per tutti i farmaci dovrebbe accadere lo stesso. Anche per i Fitofarmaci. Tuttavia il loro uso è legato a scelte individuali, non esiste la reale e diffusa possibilità di smaltirli secondo i termini di legge, né vi è alcuna forma di controllo circa il modo in cui vengono utilizzati. Infine non esiste ufficialmente un servizio di *Fitofarmaco Vigilanza*. Dico ufficialmente perché, come abbiamo visto all'inizio, le api e gli apicoltori da più di un secolo svolgono questo ruolo quotidianamente, anche se forzatamente, rivelandosi gli unici garanti della salute ambientale. Che poi nessuno li abbia mai presi sul serio è la parte più triste della storia.

L'intento di queste pagine è di portare a conoscenza del problema quanti più operatori agricoli possibile, offrendo loro uno strumento per stipulare almeno un patto di non aggressione con i colleghi apicoltori. Se poi, attraverso il rispetto del reciproco lavoro, si riesce a trovare un'intesa collaborativa, i vantaggi potranno avere una ricaduta più ampia, coinvolgendo l'intero ambiente e quanti ne beneficiano.

## L'apicidiot

Con apicidiot si intende la distruzione più o meno volontaria delle api che popolano un alveare. Una volta si ricorreva normalmente a questa pratica per togliere il miele dai bugni villici, dagli alveari rustici a favo fisso o dal cavo degli alberi popolati dalle api. Con l'avvento dell'apicoltura razionale a favo mobile questo barbaro ed inutile spreco di energie ha perso ogni ragione di esistere.

Tuttavia un'altra causa di apicidiot è sorta parallelamente alla nascita dell'apicoltura razionale (fin dalla seconda metà dell'800) in conseguenza del fatto che in agricoltura si è sempre più sviluppata la pratica, oggi ritenuta quasi irrinunciabile, di combattere le fitopatie per mezzo dei prodotti chimici, prima inorganici poi di sintesi. Purtroppo queste sostanze, per quanto vengano dichiarate attive in modo mirato nei confronti di determinati agenti ritenuti dannosi, generalmente colpiscono un ampio spettro di forme di vita (uomo compreso), alterando quasi sempre in maniera irrimediabile gli equilibri dei sistemi biologici.

Le api, fondamentale strumento di produttività agricola per l'opera d'impollinazione delle colture, risultano uno dei più evidenti e frequenti bersagli dei fitofarmaci. Così l'apicidiot continua.

### *Cause di apicidiot*

L'avvelenamento può interessare i singoli individui adulti ed essere immediatamente evidenziato dall'anomalo rinvenimento di numerose api morte davanti all'alveare, oppure, con effetti spesso molto dilazionati nel tempo, indurre alterazioni dei processi metabolici a carico dei diversi componenti della colonia in differenti momenti di sviluppo. La maggior parte degli apicidiot avvengono per:

- 1 - trattamenti eseguiti in fioritura;
- 2 - errori nei dosaggi;
- 3 - esecuzione del trattamento nel periodo o nelle ore sbagliate;
- 4 - deriva dei fitofarmaci sotto forma di spray o di polveri su colture in fiore;

- 5 - contaminazione della vegetazione spontanea in fioritura durante i trattamenti alle colture arboree;
- 6 - api che vengono direttamente a contatto sulla vegetazione con i fitofarmaci o che vengono accidentalmente a contatto con contenitori, confezioni ed acque di risciacquo delle attrezzature o con altri residui dei trattamenti;
- 7 - effetto sinergico letale di miscele composte da prodotti singolarmente non dannosi o poco tossici;
- 8 - raccolta ed immagazzinamento in alveare da parte delle api di polline contaminato da polveri (es.: *carbaryl*);
- 9 - raccolta di polveri o di microincapsulati in sostituzione del polline;
- 10 - contaminazione dell'acqua di cui si approvvigionano le api.

Da quanto sopra si comprende bene come l'apicidio non sia esente da colposità da parte di chi esegue i trattamenti senza aver preso elementari precauzioni, per lo più dettate dal buon senso, ed una responsabilità non indifferente grava su coloro che indicano agli agricoltori il tipo d'intervento e le modalità per eseguirlo.

Sulle stesse confezioni dei fitofarmaci le avvertenze "*Non usare in fioritura*" o "*Dannoso per le api e gli organismi utili*" non compaiono sempre con la dovuta evidenza. Anzi, l'essere per lo più confuse con una miriade di altre informazioni di vario genere e di diversa importanza, ne impedisce un'immediata presa d'atto da parte dell'utilizzatore.

In ultimo è da mettere in evidenza che la dichiarazione di fitofarmaci "*Non dannosi per le api*" è spesso erronea.

### *La colonia*

Un'ape da sola, così come ogni altro organismo sociale, non ha significato di esistere. Senza entrare nel merito della biologia e dell'eco-etologia dell'alveare, vale la pena ricordare che una famiglia di api deve essere considerata nel suo insieme come un superorganismo.

In analogia ad un organismo superiore, ogni ape può essere assimilata ad una singola cellula del corpo e le diverse caste, al pari degli organi, esplicano funzioni differenti. Esemplificando, e semplificando, i fuchi e la regina (unici individui fertili) rappresentano le gonadi dell'organismo, mentre le altre attività fisiologiche e metaboliche sono esplicate dalle operaie delle varie classi di età che rivestono ruoli diversi all'interno della colonia: le api ventilatrici e le api acquaiole sovrintendono alla termoregolazione, garantendo una sorta di omeotermia; le bottinatrici alla nutrizione e le nutrici alla secrezione; le spazzine e le necrofore alla escrezione, mentre le ceraiole, con la costruzione dei favi del nido, esplicano una sorta di funzione scheletrica. La covata rappresenta il momento della moltiplicazione cellulare, mentre la sciamatura è il vero e proprio momento di riproduzione moltiplicativa dell'intero organismo.

E' anche presente un vero e proprio sistema immunitario per cui le api guardiane difendono l'organismo dai pericoli esterni, mentre le raccogliatrici di propoli, grazie

alle proprietà antibatteriche di questa sostanza, salvaguardano dai più comuni agenti patogeni. Le note capacità di comunicazione (feromoni, danze interne ed orientamento esterno) indicano infine l'esistenza di una sorta di sistema nervoso che mette la colonia in relazione con il mondo circostante indagato, valutato, memorizzato e descritto dalle esploratrici.

Con queste semplificazioni si vuol far comprendere come la sopravvivenza ed il successo di una famiglia dipendano dal mantenimento di complessi equilibri, la cui rottura determina l'indebolimento, spesso irrimediabile, dell'intero organismo.

Ad esempio, la morte della covata comporta un rapido invecchiamento della colonia in quanto blocca il processo di rinnovamento degli individui adulti; la perdita della regina ne impedisce lo sviluppo, mentre alla morte delle api adulte segue normalmente quella degli immaturi per mancanza di nutrimento e crollo della termoregolazione.

Proprio la complessità delle interazioni permette alle api di contenere entro limiti accettabili le avversità bio-climatiche, mentre niente può contro le offese derivanti dall'avvelenamento da fitofarmaci e da altri contaminanti ambientali tossici.

#### *Allevamento delle api per l'impollinazione*

Il polline è la fonte proteica su cui si basa la nutrizione della colonia ed è fondamentale per l'allevamento della covata. Quindi, per stimolare le api a visitare le piante da impollinare, si possono incrementare le esigenze proteiche (polline) della famiglia tramite l'aumento della popolazione di larve da allevare, prelevando favi con covata disopercolata da famiglie destinate alla produzione di miele. Inoltre devono essere tolti i favi con scorte di polline in modo da costringere le bottinatrici a ricostituirle.

Il momento d'immissione dell'apiario nel coltivo da impollinare deve essere scelto con cura: se avviene quando la fioritura è ancora all'inizio, le api possono essere attratte da altre sorgenti di nutrimento.

In generale non devono mai essere presenti altre fioriture competitive, inoltre devono essere valutate esattamente le specifiche esigenze di ogni coltura, in modo da garantire il numero ottimale di alveari per ettaro, generalmente compreso fra 2 e 10 alveari/ha in pieno campo, il doppio in serra (tab. 1).

Tabella 1

	Impollinazione ed esigenze delle colture agrarie						
	Alv/ha	fioritura	Incremento %		Impollinazione		Rendimento
	N.	%	peso seme/ha	allegagione	esigenze	tipo	
actinidia	6-18	20		20-30	Es	Cross	quant/qualit
albicocco	4-6	10		10-25	Es	Cross	quant/qualit
anguria	3-6	10		15-25	Es	Cross	max qualit
arancio dolce	2-3	10		10-15	Es/Av	Cross/Self	max quant
broccolo	2-4	10			Es	Cross	quant/qualit
carota	2-3	10			Es	Cross	quant
cartamo	2-4	10			Av	Cross	max qualit
cavolo brux.	2-4	10			Es	Cross	quant/qualit
cavolo fiore	2-4	10			Es	Cross	quant/qualit
cavolo foglia	2-4	10			Es	Cross	quant/qualit
cedro	1-2	10			Av	Cross	qualit
cetriolo	3-6	20		15-25	Es	Cross	quant/qualit
ciliegio acido	4-8	10		10-25	Es	Cross	quant
ciliegio dolce	3-4	0		10-25	Es	Cross	quant
cipolla	4-10	20-30			Es	Cross	quant
colza	2-6	10			Av	Cross	max quant
erba medica	6-10	1/2 al 10 +1/2 al 50	35-40		Es	Cross	quant/qualit
fagiolo					Av	Self	qualit
favino	4-6				Es	Cross	quant
fragola (campo)	2-4	20		20-25	Es	Cross	quant/qualit
fragola (serra)	5-8	20		20-25	Es	Cross	quant/qualit
ginestrino	4-6				Es	Cross	quant
girasole	4-8	10	25		Es	Cross	quant/qualit
kaki					Es/Av	Cross	quant/qualit
lampone	3-6	10			Av	Cross	max quant
lattuga					Av	Cross	max qualit
limone	1-2	10			Av	Cross	qualit
lupinella	4-8		25-30		Es	Cross	quant
mandorlo	4-8	0		15-25	Es	Cross	quant
melo	3-6	10		20-25	Es	Cross	quant/qualit
melone	3-6	10		15-25	Es	Cross	quant/qualit
mirtillo	3-6				Es	Cross	quant
nettarina	1-25	10			Es/Av	Cross/Self	max quant
orticole da seme	4-10				Es	Cross	quant
patata	3-6	10			Av	Cross	quant
peperone					Av	Self/Cross	max quant
pero	3-6	20-30		20-25	Es	Cross	quant/qualit
pesco	2-4			20-25	Es/Av	Cross/Self	quant/qualit
pomodoro					Es/Av	Cross	max quant
ravizzone	2-6	10			Es	Cross	quant/qualit
ribes	3-6	10		40-50	Av	Cross/Wind	qualit
soia					Av	Self/Cross	max qualit
susino	3-6	10		20-25	Es/Av	Cross	quant/qualit
trifoglio violetto	6-8	10	30-60		Es	Cross	quant
trifoglio (altri)	4-6	10	30-60		Es	Cross	quant
veccia	4-6				Es	Cross	quant
vite	1-4	10			Av	Cross/Wind	qualit
zucca	3-6	10		15-25	Es	Cross	quant

Esigenze: Av= avvantaggiata; Es= essenziale

Tipo: Cross: imp. incrociata; Self= autoimpollinazione

Rendimento: quant= aumento produzione; qualit= miglioramento qualità

*Avvelenamento delle api: sintomi ed effetti*

Il sintomo di avvelenamento più evidente è dato dal numero eccessivo di api morte di fronte all'alveare. Tuttavia può essere denunciato da molteplici e differenti comportamenti.

Taluni fitofarmaci causano nelle api irrequietezza e ne sviluppano l'aggressività, inducendole ad attaccare facilmente l'uomo, oppure, all'opposto, possono far cadere nelle guardiane i più elementari segni di difesa dell'alveare.

Si possono anche riscontrare rigurgito del nettare, spesso da associare con avvelenamento da organofosforici e piretrinoidi, o stordimento e paralisi, generalmente da ricondurre a cloro-derivati ed organofosforici.

L'avvelenamento può portare modificazioni nelle normali attività, ad esempio alterando il comportamento delle danze che invece di essere eseguite sui favi all'interno dell'alveare vengono eseguite all'esterno sul predellino di volo.

L'effetto dei carbammati non è sempre immediatamente percettibile e l'azione può procrastinarsi nel tempo: la famiglia ha un declino progressivo e la risposta è diversa a seconda che siano colpite le adulte o la covata. Nel caso delle adulte la morte può sopraggiungere entro pochi giorni ed un sintomo evidente è dato da un andamento *strisciante* delle operaie impossibilitate al volo.

Se la covata è nutrita col materiale contaminato appena importato, lo spopolamento avviene nel giro di poche settimane. Qualora invece il polline venga immagazzinato, si avrà una risposta a distanza anche di molti mesi (fino ad un anno ed oltre), allorché verrà consumato. In questo caso si ritrovano larve e pupe morte appena fuori dall'alveare, quando ormai sfugge ogni relazione di causa-effetto.

Questi sintomi si rilevano però solo davanti all'alveare, infatti la paralisi alle ali, la perdita di energia, gli spasmi nervosi ed il disorientamento (sintomi di avvelenamento tipici da diserbanti) impediscono alle api il volo e quindi il ritorno in alveare. Tutto ciò, per le bottinatrici, vuol dire morte certa in campo senza che nessuno possa rilevarlo, comportando un lento e progressivo spopolamento dell'alveare fino, nei casi più gravi, alla completa estinzione della colonia.

L'ingresso in alveare di una sola bottinatrice che col polline o con il nettare introduce sostanze tossiche, causa la morte di numerosi individui. Il fenomeno è quindi tanto più grave quanto maggiore è il numero delle bottinatrici coinvolte. E poiché il numero delle bottinatrici in campo è proporzionale all'intensità delle fioriture, si suole affermare: "Più fiori, più api, più rischi".

Fra gli effetti negativi dilazionati nel tempo, e per questo meno evidenti e quindi anche meno studiati, merita ricordare le alterazioni che colpiscono direttamente o indirettamente la regina e, quale unico elemento fertile, conseguentemente tutta la colonia. A questo proposito lo sconvolgimento degli equilibri biologici dell'alveare può portare ad un tale stato di agitazione da compromettere la produzione di feromoni da parte della regina che, talvolta, viene per questo sostituita dalle operaie.

La regina stessa può essere oggetto di forme di avvelenamento lento, specie per *arseniati* o *carbaryl*: l'ovideposizione può subire drastiche riduzioni fino a giungere alla sterilità (*diflubenzuron*) e, in caso di gravi avvelenamenti da carbammati, nel

giro di un mese si può perdere il 50% delle regine di un apiario. Questo tipo di danno è associato a vari insetticidi come *arseniati*, *carbaryl*, *dieldrin*, *malathion* e *parathion* (specie se microincapsulato) e famiglie orfane o prive di regine fertili non sopravvivono all'invernamento.

Colonie popolose e forti, essendo caratterizzate da un numero di bottinatrici molto alto, subiscono danni più consistenti delle colonie deboli. Poiché il servizio di impollinazione richiede proprio famiglie forti è evidente che più il materiale soddisfa le esigenze dell'agricoltore, maggiore deve essere la sua cura nel preservarlo in quanto particolarmente sensibile all'uso scorretto dei fitofarmaci.

### *Diagnosi e comportamento in caso di apicidiosi*

Come anticipato, il primo sintomo di avvelenamento si rileva dall'incremento del numero di api morte nelle immediate vicinanze dell'alveare. Infatti, anche tenendo conto che un gran numero di bottinatrici muore in pieno campo, tuttavia una quota-parte più o meno rilevante riesce sempre a tornare a casa, per cui la continua osservazione di ciò che accade intorno al predellino di volo permette di tenere sotto controllo la situazione. Alcuni principi attivi (p.a.) non sono tossici per le adulte, mentre agiscono sulla covata in tempi differiti (fino a molti mesi se immagazzinati col polline) in quanto la temperatura dell'alveare contribuisce a mantenerne inalterate le caratteristiche di tossicità. Anche in questi casi l'apicidiosi si può desumere dal rinvenimento fuori dall'alveare di larve o covata morta a vari stadi e dalla progressiva riduzione del numero delle adulte, la cui popolazione non si rinnova.

Tuttavia le api non muoiono solo per avvelenamenti ed un eventuale stato patologico può mascherare un apicidiosi da fitofarmaci: una famiglia già indebolita dalle malattie è maggiormente suscettibile all'azione di un p.a. tossico, anche se la morte viene normalmente associata alla forma morbosa e non all'azione del trattamento. Analogamente può accadere che l'immissione nell'ambiente di un p.a. debolmente tossico o in dosi subletali indebolisca una colonia predisponendola a soccombere per cause patologiche. E' quindi indispensabile conoscere sempre lo stato sanitario degli alveari per poter formulare diagnosi quanto più affidabili possibile e per non attribuire la morte della colonia a cause errate.

### *Rilevamento della mortalità*

In ogni colonia muoiono giornalmente per cause naturali almeno un migliaio di api al giorno, di cui la maggior parte in pieno campo.

Un 10-20% muore però in alveare ed i corpi vengono portati all'esterno da operaie specializzate: le necrofore. Generalmente la maggior parte viene trasportata in volo fino ad alcune decine di metri dall'alveare, mentre un numero minore semplicemente "spazzato" appena fuori dalla porticina. E' proprio a questi ultimi che si fa riferimento per valutare l'andamento della mortalità: essendo infatti il numero delle necrofore limitato, maggiore è la mortalità, più numerosi sono i cadaveri che si rinvenivano subito sotto l'alveare. Per valutare il fenomeno si usano tecniche differenti ma sostanzialmente analoghe per il principio ispiratore: gabbie in rete vengono appese davanti alla porticina dell'alveare o poste a terra subito sotto l'uscita, oppu-



re, molto più semplicemente, si distendono dei teli su cui è facile ritrovare i corpi delle api morte.

In via teorica potremmo stilare una scala di questo tipo circa il numero di api morte in alveare al giorno:

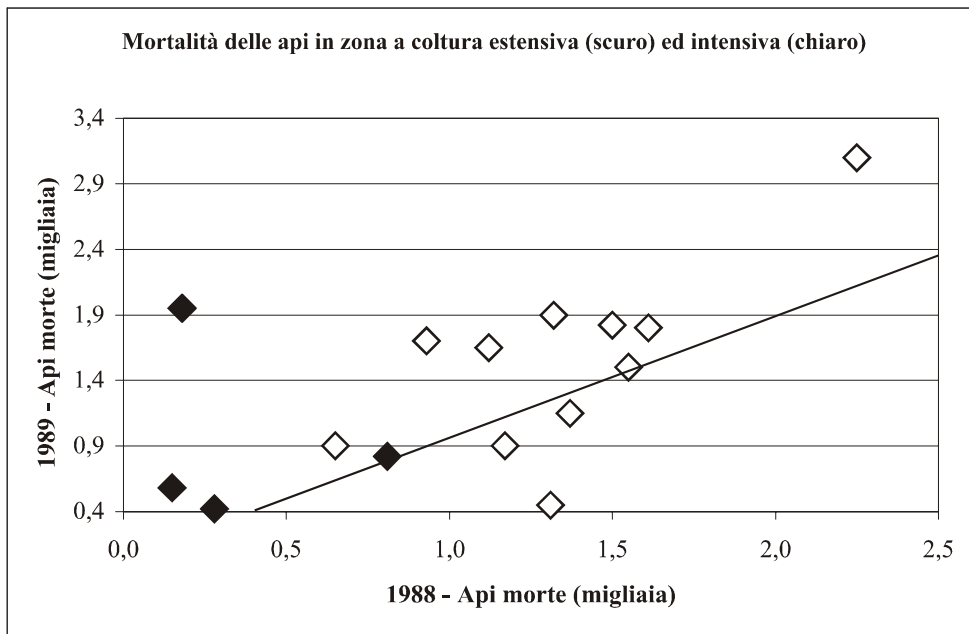
<i>api morte / gg</i>	<i>livello di mortalità</i>	<i>causa</i>
<i>&lt; 100</i>	<i>mortalità naturale</i>	
<i>200-400</i>	<i>basso</i>	<i>possibile avvelenamento</i>
<i>500-900</i>	<i>medio</i>	<i>probabile avvelenamento</i>
<i>&gt; 1.000</i>	<i>alto</i>	<i>avvelenamento grave</i>

Tuttavia, come anticipato, in condizioni normali circa l'80-90% delle api muore in pieno campo, mentre di quel rimanete 10-20% a cui si riferisce la precedente scala, si ritrova sotto il predellino di volo solo l'1%. Dall'esperienza infatti sappiamo che le api tendono a tenere pulite anche le immediate vicinanze dell'alveare e che molti organismi (formiche, coleotteri, vespe, rettili, uccelli ed anche mammiferi) si alimentano usualmente delle api morte. Pertanto è necessario prestare molta attenzione all'andamento del fenomeno con più assiduità possibile.

L'affidabilità del metodo è stata più volte verificata. In una sperimentazione condotta dal 1987 al 1989 nell'alta Maremma laziale sono state distribuite su circa 80 Km<sup>2</sup> 15 stazioni di rilevamento in altrettante aziende agricole (ACCORTI M., 1994 - *Influenza dell'ambiente sul comportamento e sulla biologia delle api nel monitoraggio ambientale*. - Convegno "Ape test", Firenze 1992, ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma: 45-57). Ognuna era costituita da due famiglie con alveari modificati per il campionamento del polline e con le relative gabbie per la raccolta delle api morte e per un biennio, da maggio a novembre, è stata registrata settimanalmente la mortalità naturale delle api.

L'area studiata risultava praticamente divisa dalla via Aurelia in due zone approssimativamente riconducibili a due diversi modi di conduzione: **Intensivo**, ad ovest, dove veniva soprattutto praticata un'orticoltura intensiva, mancavano piani di rotazione e non erano presenti le foraggere; **Estensivo**, ad est, dove invece queste condizioni erano presenti e non veniva quasi praticata l'orticoltura. In ogni azienda per un biennio furono registrati tutti gli interventi tecnici effettuati, il tipo, la frequenza e le quantità di prodotti chimici usati, oltre ad altri dati di carattere prettamente agronomico. Da questa indagine risultò nei due ambienti un netto divario nella quantità dei p.a. immessi e nella frequenza dei trattamenti fitosanitari: l'**Estensivo**, pari a circa il 32% della SAU totale, sopportò dal 22 al 23 % dei trattamenti: nel 1988 2,5 trattamenti/ha contro 4 dell'Intensivo e nel 1989 1,6 contro 2,6 (grafico 1). Dalla figura appaiono evidenti la capacità di discriminazione del metodo d'indagine fra le due zone e la sua ripetibilità nel tempo ( $n = 15$ ;  $r = 0,602$ ;  $P = 0,001$ ), tanto più che le indagini sul territorio hanno poi permesso di interpretare correttamente l'apparente anomala variabilità di comportamento di talune stazioni conseguente al cambiamento di utilizzo del suolo (da Intensivo a Estensivo o viceversa).

Grafico 1



Si è ormai stabilito che per procedere alla ricerca di residui di fitofarmaci con accurate analisi chimiche, sono necessarie almeno 500 api. Ne consegue che per convenzione si assume questo numero, derivato da limiti strumentali, come “livello di guardia”, indice di situazioni abnormi.

Operativamente, qualora questo limite venga raggiunto in una settimana sommando le vittime di due alveari dello stesso apiario, le api morte dovranno essere subito raccolte ed immediatamente surgelate in attesa di essere inviate ad un laboratorio specializzato.

E' anche importante, prima di fare il prelievo, chiamare il vigile sanitario o altra autorità competente e comunque prelevare le api morte in presenza di testimoni e corredare il tutto con una documentazione fotografica.

Infine è di grande utilità effettuare un campionamento anche delle parti delle colture (foglie, rametti) sospettate di essere state l'oggetto del trattamento fitosanitario. E' opportuno infatti ricordare che la maggior parte delle regioni italiane ha promulgato leggi e norme per la protezione dei pronubi e sono previste anche sanzioni.

#### *Considerazioni generali per la prevenzione degli apicidi*

Riguardo alle conseguenze sulle api dei trattamenti con fitofarmaci, purtroppo è difficile generalizzare in quanto, a seconda delle differenti fasce climatiche, delle colture usate, della struttura del fiore, delle tecniche di coltivazione, si riscontrano effetti diversi.

Di norma vale lo slogan “più fiori, più api, più rischi” che ragionevolmente sintetizza il problema, tuttavia non lo esaurisce in quanto, ad esempio, la presenza di

melata, fonte zuccherina molto appetita alle api ed ignorata dagli uomini, è un elemento che merita particolare attenzione.

In primo luogo è spesso prodotta su piante anemofile o non nettariifere. Questo fa sì che al momento dei trattamenti non si prendano le debite precauzioni nei confronti dei pronubi, usualmente messi in relazione solo con la presenza dei fiori.

In secondo luogo le melate esplicano un'alta azione adesivante per cui tendono a concentrare il particolato sospeso nell'aria e portato dal vento anche a distanze considerevoli (deriva).

Un ulteriore aspetto spesso sottovalutato riguarda il fatto che le api visitano molte anemofile per la raccolta del polline (mais, ulivo, vite) e dalla sua contaminazione con fitofarmaci derivano spesso gli apicidi più gravi.

Comunque conoscere la biologia ed il comportamento delle colonie è il primo requisito per prevenire gli apicidi. La stessa età delle api determina risposte diverse agli stessi p.a.: *DDT*, *dieldrin* e *carbaryl* risultano più dannosi alle api giovani, mentre quelle vecchie appaiono più sensibili a *malathion* e *metyl-parathion*.

L'attività dell'alveare è ridotta al di sotto dei 10°C ed il volo è possibile solo al di sopra di questa temperatura. Di notte il foraggiamento è sospeso; vento, pioggia e cielo coperto limitano in modo più o meno marcato il volo delle bottinatrici.

Al momento del trattamento si deve tener anche conto della dislocazione degli alveari, del periodo di fioritura della coltura e del suo grado di attrattività. Infatti ogni coltura attrae diversamente le api nel corso della giornata: l'erba medica, ad esempio, mantiene la sua capacità attrattiva nell'intero arco del giorno, mentre il melone è per lo più visitato dal mezzo del giorno al primo pomeriggio.

I trattamenti durante le ore più calde, normalmente coincidenti con la maggior attività di foraggiamento, sono generalmente i più pericolosi, al contrario trattamenti dopo il tramonto, durante la notte o al mattino presto, riducono proporzionalmente il livello di rischio.

Anche la collocazione degli alveari è un elemento molto importante e di norma si può affermare che la pericolosità di un trattamento su una coltura diminuisce con la sua distanza dagli apiari. Alveari posti all'interno dell'area trattata subiscono maggiori perdite rispetto ad una collocazione decentrata, agli angoli o comunque all'esterno della coltura stessa.

In genere, in assenza di vento, 400 metri si considerano la distanza minima di rispetto appena sufficiente per contenere i danni, sempreché la coltura trattata non presenti un alto grado di attrattività. Mentre, in assenza di altre fioriture, diventano a rischio alveari dislocati in un raggio di alcuni chilometri (3-4). Ovviamente il trattamento non deve **mai** essere diretto contro gli alveari.

### Formulati, tecniche di applicazione e pericolosità

Le modalità di esecuzione di un trattamento sono funzione della formulazione usata, pertanto ogni valutazione circa la pericolosità nei confronti delle api deve tener conto di molteplici elementi.

In linea di principio si può affermare che più un p.a. è diluito, minore è il rischio e

questo, a sua volta, può essere ulteriormente contenuto a seconda della natura del diluente e degli additivi.

Un esempio in proposito lo offrono le sostanze oleose (*oli minerali, xilene*) che in aggiunta agli spray ne riducono la pericolosità per le api. Ciò sembra avvenire per un supposto effetto repulsivo oppure perché facilitano il rapido assorbimento del p.a. da parte della pianta, riducendo per i pronubi le possibilità di contaminazione. A quanto sopra si aggiungano la dimensione del particolato e lo stato fisico con cui un p.a. è distribuito. In questo caso si evidenziano due fenomeni determinanti per la definizione del livello di rischio: da un lato la possibile deriva del p.a. causata dalle correnti aeree e dalla pressione di applicazione del fitofarmaco, dall'altro l'attitudine delle api a raccogliere ogni sorta di materiali pulverulenti.

Un prodotto subisce una deriva tanto maggiore quanto più minuto è il suo stato fisico e quanto maggiori sono la pressione e l'altezza a cui è distribuito. In genere i formulati granulari risultano i meno pericolosi in quanto vengono somministrati direttamente al terreno, non subiscono deriva e la loro dimensione grossolana non induce le api a raccogliarli.

Di contro la formulazione in polvere rappresenta forse il maggior veicolo di rischio. La pericolosità degli spray, generalmente intermedia fra le due appena citate, è funzione della dimensione delle particelle e della concentrazione del p.a.

Quindi l'uso di spray grossolani è normalmente più rischioso rispetto a quelli finemente micronizzati, all'ULV (ultra basso volume) ed all'aerosol, anche se questi ultimi (~10 µ Ø) possono subire una deriva, al pari delle polveri, di molti chilometri. In questi casi è la rispettiva concentrazione a determinarne la pericolosità, attribuendo il livello minore all'ULV a bassa concentrazione.

Ovviamente il rischio aumenta con l'estensione delle aree trattate e per le eventuali ripetizioni dei trattamenti stessi. Inoltre, pur applicando i fitofarmaci con attenzione, si possono talvolta procurare alle api gravi danni a causa della deriva del fitofarmaco su fioriture contigue di piante spontanee e coltivate. A questo proposito merita ricordare che, in generale, i trattamenti aerei presentano più pericoli rispetto a quelli da terra e l'assenza di vento diventa in ogni caso un requisito di sicurezza inderogabile.

Un cenno meritano le esche a base zuccherina che, se addizionate con *fenclorfos, tricolorfon* o *diclorvos*, presentano un livello di pericolosità molto alto, risultando particolarmente attrattive nei confronti delle api. A questo proposito giova sostituire la frazione zuccherina con melasse, sicuramente meno appetibile delle bottinatrici. Si usa anche consigliare l'applicazione dei sistemici, quando possibile, direttamente al terreno e non alle piante. Tuttavia da un lato è noto, anche se poco studiato, il rischio per i pronubi conseguente alla traslocazione del p.a. nel nettare, dall'altro si vanno a colpire molte altre forme di vita presenti nel terreno.

Prodotti singolarmente non tossici, per effetti sinergici possono presentare gravi rischi se applicati in miscela. Il fatto è stato evidenziato allorché certi acaricidi a rischio relativamente basso per le api (*propargite, dicofol, tetradifon*) vengono miscelati con insetticidi o fungicidi, anch'essi singolarmente poco o affatto tossici. E' anche vero però che l'applicazione contemporanea di più prodotti, oltre ad esse-

re più economica, riduce i rischi per le api rispetto a singole applicazioni ripetute in tempi brevi. In questo caso è infatti possibile prendere una volta per tutte le dovute cautele per eseguire il trattamento.

Un obiettivo da tempo ricercato riguarda l'individuazione di molecole repellenti nei confronti delle api da aggiungere al fitofarmaco da distribuire. Purtroppo, almeno fino ad oggi, non è stato possibile individuare sostanze che soddisfacessero questa esigenza, quindi l'indicazione riportata in molti manuali di usare sostanze che esplicano un'azione repellente nei confronti delle api appare più come un enunciato di principio che una reale indicazione operativa.

Una particolare attenzione meritano i microincapsulati. Se i formulati granulari appaiono i meno pericolosi per le api, i microincapsulati rappresentano il tipo di formulazione maggiormente dannosa. Ciò è dovuto alla loro dimensione (30-50  $\mu$ ) dello stesso ordine di misura del polline, contro gli 0,5-1 mm dei granulari. Ciò fa sì che le api li raccolgano frammisti al polline stesso o addirittura in sua vece. L'immagazzinamento in alveare comporta poi una mortalità differita nel tempo, allorché le scorte vengono consumate dalla colonia. Fra l'altro anche p.a. poco tossici alle normali dosi d'uso, se distribuiti come microincapsulati, rappresentano un grave rischio in quanto l'immagazzinamento in alveare ne aumenta la concentrazione. In questo caso i maggiori danni sono a carico della covata, per cui si assiste ad un lento e progressivo spopolamento dell'alveare senza peraltro notare una significativa mortalità di adulti.

Da ciò deriva che un p.a. ad alto effetto abbattente ma a basso effetto residuale può essere distribuito con una relativa sicurezza dopo il tramonto anche in formulazioni EC, mentre lo stesso, come microincapsulato, mantiene la sua pericolosità per tempi lunghissimi.

In conclusione un prodotto presenta diverso grado di pericolosità in funzione del tipo di formulazione. All'estremo superiore della scala si situano i particolati fini (microincapsulati e polveri), mentre i minori danni sono da ascrivere alle sostanze granulari.

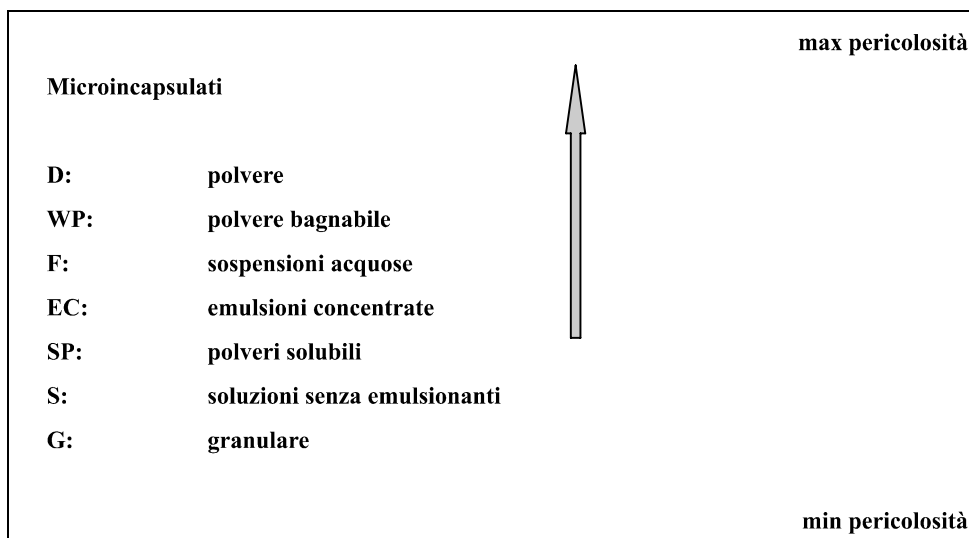
Rispetto all'attribuzione di un p.a. ad una determinata classe di pericolosità (vedi oltre), in prima istanza ci si riferisce sempre alla tossicità del p.a. stesso: l'*aldicarb*, ad esempio, anche in formulazione granulare, afferisce comunque alla prima classe. Generalizzando si può tuttavia affermare che la maggior parte delle formulazioni granulari sono riconducibili alla III classe, mentre quelle in polvere ed ULV concentrato alla I (tab. 2).

Tabella 2

		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
PA		I	II	III
	Aldicarb	G		
	Carbaryl	ULV > 0.5 kg/ha	ULV < 0.5 kg/ha	G
	Carbofenotion	D	WP EC	
	Carbofuran	WP F		G
*	Dieldrin	WP EC	G	
	Disulfoton		EC	G
*	Eptacloro	EC	G	
	Fention	WP EC		G
	Fenvalerate	ULV > 0.1 kg/ha	ULV < 0.1 kg/ha	
	Forate		EC	G
	Malathion	D ULV WP	EC	G
	Metomil	D	SP	
	Naled	D WP	EC	
	Propoxur	WP EC		G
	Rotenone		D	EC

\* = p.a. non autorizzati

Un'ipotetica scala di tossicità in funzione del tipo di formulato potrebbe svilupparsi come segue:



*Pericolosità dei fitofarmaci per le api*

In questa disamina i termini “pericolosità” e “tossicità” vengono usati in sinonimia e riferiti, come verrà chiarito oltre, più che a valori teorici o tabellari desunti da appositi test, ad una rilettura critica delle molteplici esperienze dei vari ricercatori che hanno affrontato il problema.

Inoltre va puntualizzato che ogni valutazione di tossicità o di dose letale (DL 50) è sempre riferita all'effetto riscontrato sulle api e non ha niente a che vedere con le classi di tossicità in cui sono convenzionalmente classificati i presidi sanitari in relazione alla tossicità per l'uomo e per gli altri animali domestici. Nel nostro caso la pericolosità di un fitofarmaco è legata al suo potere abbattente, alla sua attività residuale o comunque ad effetti riscontrati in campo legati al p.a. ed alla sua formulazione.

Si è già detto che per le api le formulazioni in polvere sono più dannose degli spray, le emulsioni concentrate normalmente presentano un pericolo residuale minore delle polveri bagnabili, mentre i granulari sembrano quelli meno tossici in assoluto. Tuttavia non è possibile prevedere con certezza l'effetto tossico di un determinato p.a. ed anche prove comparate in laboratorio ed in campo non permettono di giungere a conclusioni univoche.

Ad esempio, nei test di laboratorio, il *carbaryl* appare debolmente tossico per le api, ma dall'esperienza di campo si evidenzia un'alta tossicità differita nel tempo e proporzionale alla concentrazione, mentre l'*endrin* mostra un'alta tossicità in laboratorio che non trova sempre riscontro in campo. Gli *arseniati* sono estremamente pericolosi per le api adulte, ma se vengono importati in alveare con il polline arrecano gravi danni alla covata anche a sei mesi di distanza, al pari del *carbaryl*, per questo forse l'insetticida più pericoloso per le api proprio per il lunghissimo effetto residuale.

Gli insetticidi di origine vegetale come *rotenone* e *piretrine* sono in genere caratterizzati da un effetto residuale relativamente breve, tuttavia si è riscontrato che il *fluvialinate* importato con il polline in alveare, in seguito a trattamenti al melo, vi permane in tracce almeno per 6 mesi, 3 volte di più che sulle stesse mele (HAOUAR M., DE COMIS L., REY J., 1990 - Agronomie 2: 133-137).

I cloroderivati hanno comportamenti fra loro difformi. *Aldrin*, *epactloro*, *BHC* e *lindano* hanno una lunga attività residuale, mentre *DDT*, *clordano*, *metossicloro*, *perthane*, *endosulfan* e *endrin*, mostrando un'apparente bassa tossicità residuale, da più parti sono ritenuti utilizzabili anche in fioritura purché, come vedremo in seguito, sia impedita alle api la possibilità di bottinare. Tuttavia, poiché se ne ritrovano tracce anche consistenti nella cera dei favi, è da evidenziare una loro attività residuale prolungata dovuta all'immagazzinamento ed all'accumulo in alveare.

Anche gli organofosforici hanno comportamenti differenti riguardo agli effetti residuali. *Azinfos-metile*, *diazinone* e *parathion* sono troppo pericolosi per essere usati in vicinanza delle fioriture, mentre *TEPP*, *triclorfon*, *etion*, *tetraclorvonphos* e *fosalone*, avendo un breve effetto residuale, possono essere applicati anche in fioritura purché si abbia l'accortezza di impedire alle api di bottinare.

I prodotti diradanti vengono normalmente considerati a bassa pericolosità se usati con le dovute cautele. Comunque è forse più corretto dire che i loro effetti sulla fauna utile sono ancora pressoché sconosciuti.

Diversi prodotti sistemici (*acefate*, *dimetoato*, *metamidofos*, *metomil*, *monocrotofos*, ecc.) vengono traslocati all'interno della pianta, ma è stata anche evidenziata la loro pericolosità quando vengono assunti dalle api con il nettare che può risultare contaminato.

Il *dimetoato*, altamente tossico in spray, presenta forse meno rischi quando viene applicato direttamente al tronco. Il *demeton metile*, normalmente letale, può essere usato con una certa sicurezza purché sia impedito il volo alle api.

E' tutt'ora oggetto di discussione il fatto che i piretrinoidi mostrano in laboratorio un'alta tossicità acuta, mentre in campo non sembrano rappresentare un evidente pericolo. Ciò è stato attribuito ad una loro apparente azione repellente, tuttavia alcuni studi hanno individuato una risposta da parte delle api riferibile più ad un'alterazione neurofisiologica che ad un'azione repellente vera e propria. Infatti, in seguito ad avvelenamenti in campo da piretrinoidi, le api tendono a rigurgitare il contenuto del proventricolo ed assumono un atteggiamento marcatamente aggressivo. Inoltre, prove di laboratorio, hanno mostrato una netta alterazione nella percezione di odori e di messaggi feromonici. In sintesi si tende a considerare l'azione di questi p.a. come una forma di avvelenamento a dosi subletali (quali quelle abitualmente usate in agricoltura) e, per spiegare l'azione repulsiva, si è ipotizzata l'alterazione delle comunicazioni fra gli individui delle colonie (SMITH T.A., STATTON G.W., 1986 - Res. rew., 97: 93-120; MAMOOD A.N., WALLER G.D., 1990 - Physiol. entomol, 15: 55-60).

E' indubbio comunque che se i piretrinoidi non causano danni evidenti alle api, tuttavia ne riducono drasticamente l'attività per un arco di tempo variabile da poche ore a molti giorni. Poiché la loro tossicità residuale in campo è ritenuta molto breve, è quindi opportuno utilizzarli solo nei momenti in cui il volo è inattivo in modo da non compromettere l'impollinazione delle colture.

Gli acaricidi *tetradifon*, *chinometionato* e *ciexatin* sono stati indicati come utilizzabili anche in fioritura senza arrecare gravi danni alle api, tuttavia, come *binapacryl* e *fenazaflor*, presenterebbero la minima pericolosità quando vengono distribuiti al mattino presto o al tramonto. Per quanto riguarda il *dicofol* questa precauzione non sembra però sufficiente a garantire la salute dei pronubi, così come è importante segnalare nuovamente che, se distribuiti in miscela con insetticidi o fungicidi anche non tossici, si manifesta talora un effetto sinergico letale per le api.

Il *diclorvos* è un prodotto ad alta pericolosità, tanto che la formulazione in strisce non deve mai essere usata in presenza di materiali apistici in quanto la cera assorbe e ritiene facilmente i residui di questo insetticida. A questo proposito gravi danni sono stati segnalati in seguito all'uso di favi immagazzinati in ambienti in cui erano state utilizzate strisce di Vapona per la loro conservazione.

In generale i fungicidi non sono ritenuti particolarmente tossici per le api, pur se talvolta si sono osservate sensibili mortalità in seguito a trattamenti eseguiti con prodotti a base di zolfo o in miscela con altre molecole. E qui, una volta di più, si riaffaccia l'esigenza di approfondire il temuto "effetto sinergico".

In ultimo merita prestare attenzione ai cosiddetti regolatori di crescita (IGR) il cui uso, spesso mirato, interferisce però con numerose altre forme biologiche. Valga l'esempio del *fenoxycarb*, apparentemente innocuo per le api adulte, comporta danni per la covata tali da ripercuotersi successivamente anche nelle successive fasi di crescita e quindi da danneggiare tutti gli stadi della colonia (Marletto *et al.*, 1992 - Apicolt. mod., 83: 209-218). Inoltre tali prodotti procurano gravi danni anche ad



altre forme dell'entomofauna utile, contribuendo ad un'ulteriore semplificazione degli ecosistemi.

A questo proposito ogni valutazione su questa categoria di prodotti dovrà essere subordinata ad un attento e lungo studio circa gli effetti sulle diverse forme di vita presenti nell'ambiente in cui vengono immessi.

### *Diserbanti*

Una particolare attenzione deve essere dedicata ai diserbanti. Nonostante i ripetuti allarmi ed i molteplici avvertimenti si continua a sottovalutare la loro pericolosità per i pronubi, tanto che la maggior parte degli erbicidi (2,4 D e suoi composti) sono ancora abitualmente considerati non pericolosi per le api. E' bene però ricordare che i *clorofenossiacetici*, oltre a recare danni ai pronubi, sono stati segnalati per l'azione mutagena (INFOR VIE SAINE, 1979: 25-27).

*Amitrol, atrazina e simazina* risultano in genere moderatamente tossici, ma si sono registrati gravi casi di apicidio in seguito a trattamenti in fioritura dovuti alla loro azione residuale. Applicazioni spray di *MCPA* sono invece sempre pericolosissime. Se è indispensabile usare in fioritura il 2,4 D o prodotti consimili, *DNOC* ed *endothal*, scegliere sempre la formulazione meno pericolosa ed effettuare i trattamenti sempre nel tardo pomeriggio o dopo il tramonto.

La convinzione che i diserbanti non siano dannosi deriva dal fatto che essi vengono per lo più usati negli stadi precoci di apparizione delle cosiddette infestanti, quando ancora non sono visitate dalle api. Spesso tuttavia, specie nel caso di diserbato delle arboree, i trattamenti avvengono senza tener conto dello stadio di sviluppo e della fenologia floreale delle spontanee, contaminando così i fiori sia direttamente che per deriva.

Un'altra ragione di apparente innocuità dei diserbanti deriva dal fatto che i maggiori danni sono a carico della covata, valutazione spesso trascurata e pertanto fenomeno difficilmente rilevato (*clorofenossiacetici, dalapom sodium, cloramben, EPTC*).

Da notare che i fenossiderivati (2,4-D, ecc) oltre ad inibire la secrezione nettaria ed indurre un danno indiretto per la scomparsa delle fonti di cibo, possono anche compromettere la capacità di volo delle api, presumibilmente per la contaminazione del nettare.

I danni maggiori prodotti dai diserbanti sono comunque da ascrivere alla distruzione della vegetazione spontanea che offre nutrimento e riparo a molti organismi. Ed è proprio in conseguenza alla scomparsa di pascoli naturali che i pronubi spesso si indirizzano su colture normalmente poco visitate e per questo particolarmente a rischio in quanto oggetto di trattamenti che usualmente non tengono conto della loro salvaguardia.

### *Fattori esterni che influenzano la tossicità*

La temperatura è il principale fattore esterno che influenza la tossicità di un fitofarmaco. Generalmente l'alta temperatura, favorendo una più rapida degradazione delle molecole, esalta la tossicità diretta dei p.a., mentre ne riduce l'effetto residuale così come sembra ridurre la già limitata efficacia delle sostanze repellenti.

L'aumento delle temperature è normalmente legato ad una maggiore durata del giorno, ma ciò comporta anche una maggior attività delle api, esponendo così un maggior numero di individui al rischio e riducendo nel contempo il numero di ore utili per eseguire i trattamenti.

Come l'aumento della temperatura esalta la tossicità acuta di un p.a. mentre ne abbrevia quella residuale, un suo abbassamento ne prolunga anche di venti volte la tossicità di campo. Ed anche l'umidità relativa, a parità di temperatura, può influire sulle variazioni di pericolosità dei residui: ad esempio l'aridità raddoppia l'effetto residuale del *metomil*.

Proprio all'effetto temperatura, o all'effetto congiunto temperatura-umidità, sono in gran parte da ascrivere le differenti valutazioni di tossicità a cui sono giunti i vari studi. Infatti, ricerche analoghe per quanto riguarda sia il p.a. sia la coltura a cui era applicato, hanno spesso condotto a risultati differenti: *disulfoton*, *malathion*, *mevinfos*, *tepp* e *forate*, in clima caldo esplicano anche un'azione asfissiante non riscontrata in climi freddi. Il *mevinfos*, sempre in climi caldi, perde tanto rapidamente il suo effetto residuale che può essere distribuito anche in fioritura, purché le api non siano in volo. Talvolta però può accadere l'inverso per cui l'*endosulfan* vede esaltata la tossicità proprio in presenza di un aumento di temperatura.

Normalmente però è verificato che l'abbassamento di temperatura esalta l'effetto residuale (*carbofuran*, *clorpirifos*, *DDT*, *carbaryl*, *mevinfos*, *acefate*) e ciò è particolarmente evidente per il *fluvalinate*, unico fra i piretrinoidi di sintesi ad apparire privo di potere abbattente nei confronti delle api. Tuttavia, in presenza di temperature relativamente basse, incrementa la sua tossicità del 30%. Valga quindi come regola generale che: **non devono mai essere effettuati trattamenti in vista di un sensibile abbassamento di temperatura.**

Un altro aspetto da tener presente riguarda il fatto che l'attrattività delle fioriture varia nelle diverse ore della giornata ed è massima nei momenti di maggior emissione del nettare. Purtroppo mancano studi approfonditi e sistematici su questo aspetto, peraltro assai variabile per ogni coltura essendo funzione della fascia climatica e delle condizioni edafiche. Perciò è sempre e comunque opportuno evitare di eseguire i trattamenti in fioritura e, anche nel caso in cui si usi un prodotto non ritenuto dannoso, evitare sempre le ore di maggior attività dei pronubi.

### Fitofarmaci e insetti utili

Il problema della tossicità dei fitofarmaci nei confronti delle api e degli altri insetti utili nasce praticamente con l'uso dei fitofarmaci stessi così come negli ultimi anni si parla sempre con maggior frequenza dell'ape come insetto test per il rilevamento dell'inquinamento agricolo. Tuttavia è un storia vecchia.

Già alla fine dell'800 furono evidenti i danni da fitofarmaci per le api e per gli altri organismi utili, allorché negli USA (1881) fu segnalato il primo caso di apicidio in seguito ad irrorazioni su pero con arseniati di rame (Bovey P., 1947).

Come anticipato, anche in Italia, ai primi del '900 era scoppiata un'aspra polemica fra tecnici agrari, apicoltori ed entomologi circa l'uso delle esche avvelenate

(miscela De Cillis a base di arseniati) messe a punto per combattere il *Dacus* (la mosca delle olive) ma risultate causa di molteplici apicidi.

Solo più tardi però, fra gli anni 50 e 60, in pieno sviluppo dell'agricoltura chimica, Johansen iniziò negli USA lo studio sistematico dei p.a. del commercio e dette avvio ad un criterio di classificazione in funzione della loro tossicità nei confronti delle api. Da allora molti altri ricercatori di vari paesi hanno contribuito a sviluppare questa tematica, purtroppo senza quell'uniformità metodologica, indispensabile per rendere possibile un'univoca comparazione dei risultati conseguiti. In Italia si deve ricordare che questo tipo di lavoro è stato "inventato" dal nulla dal Prof. Vidano e tenacemente sviluppato con la collaborazione della Prof.ssa Arzone. Oggi il "Gruppo Protezione dell'Ape", facente capo al Prof. Celli ma sostenuto fattivamente dal Dr. Porrini, sviluppa continuamente ipotesi di lavoro attraverso verifiche sperimentali e di campo.

### *Classi di pericolosità dei fitofarmaci*

Come anticipato, vengono applicati differenti criteri di valutazione: tossicità acuta e tossicità residuale del p.a. nei confronti delle api adulte e/o della covata, valutazioni in laboratorio o/e in campo, pericolosità della formulazione e delle modalità di distribuzione, effetti dilazionati nel tempo.

Tuttavia, poiché la tossicità delle diverse sostanze dipende anche da parametri biotici (competizione delle fioriture, flusso nettario, attività delle api) ed abiotici (temperatura, vento, umidità relativa), rimane realmente difficile giungere ad una valutazione oggettiva.

Dal 1996 è recepita ed operativa anche in Italia la direttiva europea che prevede specifici test da effettuarsi sugli organismi utili in vista dell'immissione sul mercato di nuovi presidi fitosanitari.

Varie organizzazioni, a questo proposito, hanno elaborato schemi di valutazione della pericolosità dei fitofarmaci ed anche in Italia è stata da tempo avviata una sperimentazione specifica. In questo ambito sono state condotte ricerche mirate culminate con un modello di protocollo operativo e la proposta di nuovi criteri per la valutazione del danno (Sabatini A.G. *et al.*, 1994; Porrini *et al.*, 1996).

In questo contesto però non si può tenere conto delle nuove garanzie offerte per il futuro in quanto non è prevista alcuna revisione dei prodotti già in commercio. Inoltre gli studi oggi disponibili, ovviamente, non possono tener conto di quanto in atto. Pertanto la presente revisione si riferisce al materiale "storico" che è stato prodotto in contesti e con criteri d'indagine non omogenei, mantenendo comunque una validità in quanto riguarda la maggior parte dei fitofarmaci oggi in uso.

A questo proposito, in conseguenza delle modalità d'indagine, sono stati anche applicati differenti criteri per definire le classi di pericolosità. Gli Autori di scuola anglosassone in passato si sono generalmente riferiti a 4 classi:

I	alta tossicità	da non usare assolutamente in presenza di fioriture né in presenza di api
II	notevole tossicità	con tossicità residuale inferiore alle 10 ore, da usare solo dopo il tramonto
III	media o debole tossicità	con tossicità acuta alta e tossicità residuale breve (inferiore a 3 ore), da usare al mattino presto e nelle ore di inattività delle api
IV	assenza di tossicità	da usare con relativa sicurezza in ogni momento

All'opposto altri Autori (fra cui alcuni francesi), proprio per la variabilità dei risultati, si sono limitati ad individuare due sole classi, dividendo le sostanze in pericolose e non pericolose per le api.

Più recentemente Atkins e Johansen hanno separatamente sviluppato ulteriori criteri di valutazione basati sulla DL 50 e la RT 25, ricavati sperimentalmente. Mentre la DL 50 concerne la dose letale di p.a. che induce una mortalità del 50% negli individui testati, la RT 25 riguarda il tempo di decadimento del p.a. necessario per ridurre la mortalità al 25%.

DL 50 (µg/ape)	
<b>praticamente non tossico</b>	<b>µ 100</b>
<b>debolmente tossico</b>	<b>da 11 a 99,99</b>
<b>moderatamente tossico</b>	<b>da 2 a 10,99</b>
<b>altamente tossico</b>	<b>&lt; 2</b>

RT 25	
<b>minimo rischio con api in volo</b>	<b>&lt; 2 ore</b>
<b>minimo rischio dopo il tramonto</b>	<b>~ 2-8 ore</b>
<b>mai in fioritura</b>	<b>&gt; 8 ore</b>

Dalla valutazione congiunta dei due parametri deriva il giudizio finale di pericolosità di un determinato fitofarmaco. Se ciò permette una previsionalità di tipo tabellare, tuttavia non tiene conto dei molteplici elementi (biotici ed abiotici) che incidono sulla reale pericolosità né su effetti diversi dalla mortalità stessa.

Infatti DL 50 ed RT 25, riferendosi a dosi letali, misurano l'effettiva mortalità degli individui, mentre molte altre conseguenze negative sono state riscontrate a dosi subletali e sicuramente l'approfondimento degli studi potrà riservare ulteriori sorprese. Le dosi subletali non comportano effetti evidenti e facilmente misurabili, come alterazioni fisiologiche e comportamentali dei singoli individui o alterazioni funzionali delle colonie. Ad esempio è stato riscontrato che il *parathion* incide sull'attività di foraggiamento sia facendo diminuire la velocità di volo che alterando la capacità di scegliere i momenti più opportuni per bottinare.

Malformazioni negli adulti sono state messe in relazione a *carbaryl* e *dimetoato*, inoltre *malathion* e *diazionone* sembrano abbreviare la vita media degli adulti. Il *metossicloro* sembra indurre una riduzione sensibile sia nei consumi alimentari sia nell'allevamento della covata, fra l'altro *malathion* e *metossicloro* sono stati spesso correlati ad invasioni delle tarme della cera, tipico elemento spia di uno stato di indebolimento delle colonie.

Ai piretrinoidi sono attribuite sia l'alterazione delle capacità di apprendimento che della memoria. In particolare per questi ultimi, come per molte altre molecole, si parla di un effetto "repellente". Tuttavia sarebbe più corretto affermare che dopo la loro distribuzione si assiste ad una rarefazione di visite. Infatti, alla luce dei più recenti approfondimenti, è possibile collegare questo comportamento a forme di subavvelenamento non misurabili con la DL 50 né con la RT 25, ma invece riconducibili a fenomeni vari, dall'alterazione delle comunicazioni in alveare alla morte delle esploratrici, elementi che impediscono comunque il reclutamento di altre bottinatrici.

In conseguenza anche di ciò, oggi si tende a raggruppare i diversi p.a. in 3 classi:

I	alta tossicità	da non usare assolutamente in presenza di fioriture né in presenza di api;
II	notevole o media tossicità	con tossicità residuale relativamente alta, da usare solo dopo il tramonto;
III	debole tossicità	da usare preferibilmente al mattino presto o comunque nelle ore di inattività delle api.

Come si vede è scomparso il concetto di non tossicità in quanto l'esperienza ha dimostrato l'impossibilità di escludere un qualunque tipo di conseguenze, indipendentemente dalle condizioni ambientali o dallo stadio di sviluppo dell'ape.

Nella presente revisione ci si è riferiti a quest'ultimo tipo di scala, analizzando criticamente i valori desunti da 33 diverse fonti bibliografiche e riferendosi alla pericolosità dei singoli p.a. indipendentemente dalla formulazione e dalle eventuali miscele (vedi Bibliografia consultata).

Si sono riportate anche le valutazioni relative a p.a. non ammessi nel nostro paese o la cui autorizzazione è stata revocata o sospesa (indicati nelle tabelle con \*) in quanto ritenuti di una certa importanza (es.: *arseniati*, *DDT*, ecc). Infatti taluni sono ancora reperibili come presidi medico chirurgici, oppure oggetto di mercato "clandestino".

Per l'attribuzione alle 3 classi, si è generalmente proceduto mediando le valutazioni formulate dai diversi Autori ed arrotondando alla classe di maggior pericolosità. Tuttavia, quando si sono trovate precise indicazioni, indipendentemente dal valore medio ottenuto, si è privilegiato il dato relativo alla classe di maggior tossicità. Ciò è più frequentemente avvenuto per i diserbanti, abitualmente ritenuti non pericolosi, ma risultati invece dai pochi studi specifici avere gravi ripercussioni sulla biologia dell'alveare e nell'ambiente.

Per alcuni p.a., in quanto di recente registrazione, è stata messa in evidenza l'incertezza dell'attribuzione (n) o l'accertata pericolosità per altri organismi utili (R). In particolare, quest'ultimo elemento, in presenza di indicazioni bibliografiche contrastanti, ha comportato l'inserimento del p.a. nella classe di maggior pericolosità fra quelle indicate (tab. 3: vedi allegato).

Per quanto riguarda i 437 p.a. considerati, solo 383 sono commercializzati in Italia da oltre un quinquennio (periodo da ritenere troppo esiguo per escludere ricadute negative) e del 26% di questi ultimi non se ne conoscono ancora gli effetti sui pronubi. Si osserva inoltre (tab. 4) una distribuzione nelle diverse classi di tossicità che si discosta da quella verificata da ATKINS *et al.* (1973) principalmente per la riduzione (-14%) del numero dei prodotti di III classe. Questo è dovuto essenzialmente al fatto che, sulla scorta di specifiche indicazioni sperimentali, i diserbanti sono stati in gran parte trasferiti alle classi superiori.

tabella 4.- p.a. per classe di tossicità					
complessivi		ammessi		Atkins 1973 (399 p.a.)	
	n	n	%	%	
p.a. ignoti (n.c.)	110	101	26%		
classe I	92	81	21%	29%	20%
classe II	80	57	15%	20%	15%
classe III	155	144	38%	51%	65%
totale	110	101			
	327	282		100%	
TOTALE	437	383	100%		

## Che fare?

### *Collaborazione fra agricoltori e apicoltori*

La collaborazione fra agricoltori ed apicoltori è il presupposto per la riduzione degli apicidi. Gravi danni sono stati spesso causati dall'inosservanza di elementari cautele o dall'aver ignorato le esigenze degli apicoltori.

Si può ridurre al massimo il pericolo per le api concordando il momento dell'intervento fitosanitario e scegliendo il p.a. meno tossico nella formulazione meno pericolosa, cose che normalmente non comportano costi aggiuntivi ai trattamenti.

Gli apicoltori, da parte loro, nel piazzare gli apiari devono tener conto delle esigenze degli agricoltori, posizionandoli in modo che le pratiche agricole possano essere svolte con il minor danno possibile per le api.

Il servizio d'impollinazione deve essere regolato da contratti scritti, in cui risultino chiaramente indicati diritti e doveri delle parti in causa.

L'apicoltore deve garantire la fornitura di famiglie idonee all'impollinazione ed in numero sufficiente per la coltura in atto, mentre l'agricoltore deve impegnarsi a non immettere nell'ambiente sostanze che possano rivelarsi tossiche per le api.

Nell'agricoltura industrializzata, l'apicoltore dipende dalle scelte dell'agricoltore per la produzione di molti tipi di miele così come l'agricoltore dipende sempre più strettamente dal servizio di impollinazione offerto dalle api. E' evidente che collaborazione e reciproca comprensione sono la base per la risoluzione di tutti i problemi.

### *Quando trattare*

Se la fitopatia è prevedibile in quanto ricorrente, è bene preventivare per tempo l'eventualità di un intervento in modo da scegliere i tempi e le modalità meno rischiose. Con questo non si intende ridare una qualche validità agli obsoleti interventi a calendario. Tutt'altro. Si vuole indicare invece l'importanza di monitorare in continuo lo stato sanitario delle colture in modo da poter "scegliere" il momento più opportuno per trattare se, e solo se, vengono raggiunte soglie di danno significative. Intervenire senza l'imprescindibile ed inderogabile costrizione dell'impellenza - *Se non tratto perdo tutto* - consente di ottenere la massima efficacia nel rispetto degli organismi naturali.

**Avvertire sempre gli apicoltori, in modo che possano chiudere o spostare gli alveari.**

**Non trattare mai le colture in fioritura, né la flora spontanea.**

**Non trattare mai nelle ore di massima attività dei pronubi, ma concentrare i trattamenti dopo il tramonto.**

Se è indispensabile intervenire al mattino, farlo solo nelle prime ore del giorno, scegliendo i p.a. che decadono nel giro di poche ore. Quando è caldo ricordarsi che i p.a. decadono più velocemente, tuttavia l'attività dei pronubi inizia già al levar del sole e si protrae fino al tramonto. Inoltre con le alte temperature le api fanno "la barba" fuori dall'alveare e sono così maggiormente esposte ai rischi dei trattamenti.

Infine, si ricorda ancora di non trattare mai in previsione di un abbassamento di temperatura.

### *Altri pericoli*

Recentemente è invalso l'uso di inerbire taluni coltivi specializzati. Se questa pratica risulta positiva per molteplici risvolti ambientali, tuttavia comporta anche un aumento di rischi per i pronubi. Quindi, almeno due giorni prima di trattare fruttiferi ed arboree, sfalciano sempre le erbacee spontanee sottostanti.

Prestare grande attenzione alla deriva. Il vento e l'alta pressione con cui vengono distribuiti gli spray possono trasportare il prodotto su colture in fiore apparentemente lontane. Inoltre anche le polveri possono subire fenomeni di deriva. Le api, ricordiamolo, tendono a raccogliere qualunque sostanza pulverulenta, da sola o frammista al polline.

### *Norme per ridurre i pericoli di apicidio*

**Cosa deve fare l'agricoltore** - Gli agricoltori sono i primi beneficiari del lavoro dei pronubi e quindi devono rendersi responsabili della loro salvaguardia, cosa che può avvenire con l'osservanza di piccoli accorgimenti come sfalcare o comunque eliminare la flora spontanea dei frutteti prima di eseguire i trattamenti. Questa operazione, ad esempio, è molto importante nei meleti al tempo dei primi trattamenti primaverili. In questo periodo, estremamente critico per lo sviluppo delle colonie, le api percorrono anche molti chilometri per bottinare sulle rare fioriture disponibili, specialmente di tarassaco e di varie crucifere.

Documentarsi sulle effettive esigenze d'impollinazione delle colture: usare prodotti tossici per le api o allontanare gli apicoltori dalle zone che presentano pericoli per le colonie può voler dire ottenere raccolti scarsi.

Se taluni attacchi di fitoparassiti si ripresentano come un problema grave e ricorrente, prevedere fin dall'inizio della stagione la necessità di dover effettuare gli indispensabili interventi. L'adozione di piani di lotta integrata permette di intervenire nel momento più opportuno e con i prodotti più idonei, limitando al massimo i danni per tutti gli organismi utili.

Usare, quando possibile, sementi pretrattate.

Preferire varietà resistenti ed ecotipi, normalmente meno esigenti e meno soggetti alle fitopatie.

Informarsi sui problemi che i fitofarmaci creano agli apicoltori in modo da concordare, con reciproco vantaggio, le strategie da seguire sia per gli interventi fitosanitari che per il servizio di impollinazione.

**Cosa deve fare chi effettua i trattamenti** - Non sempre è l'agricoltore che effettua i trattamenti in prima persona, tuttavia ciò non lo esonera dal controllare che vengano eseguiti correttamente.

Quando la coltura principale o la vegetazione spontanea nei frutteti sono in fioritura, negli interfilari e nelle immediate adiacenze non devono mai essere eseguiti trattamenti con prodotti notoriamente tossici per le api.

In caso di trattamenti aerei deve essere ridotto al massimo il fenomeno della deriva del prodotto, in modo che non vengano contaminate zone circostanti all'obiettivo. Devono essere sempre preferiti i trattamenti da terra che riducono il fenomeno della deriva e interessano zone più circoscritte.

Devono essere privilegiati i trattamenti all'imbrunire in quanto normalmente presentano rischi ridotti per le api, addirittura 2-4 volte minori rispetto a quelli eseguiti di mattina.

In particolare i trattamenti notturni, da un punto di vista fitosanitario, sembrano ottenere migliori risultati rispetto a quelli diurni, permettendo in sovrappiù anche un



risparmio di p.a.. Qualora si intervenga la notte o al mattino presto quando le api sono inattive, ricordarsi che in estate l'arco di ore utile si riduce fra le 20 e le 5.30 del mattino successivo.

Non trattare mai entro 30 metri dall'apiario e non indirizzare mai il fitofarmaco in direzione degli alveari.

Astenersi dal trattare quando sono attesi sensibili abbassamenti di temperatura: in queste condizioni l'effetto residuale dei fitofarmaci si prolunga notevolmente.

Scegliere il prodotto meno pericoloso per le api; normalmente le esigenze fitosanitarie lo permettono sempre.

Scegliere accuratamente la formulazione da distribuire, tenendo presente le necessità delle api e le disponibilità alimentari che l'ambiente offre. Lo stesso p.a. si dimostra più dannoso se distribuito in polvere piuttosto che spray in quanto, in mancanza di polline, le bottinatrici possono raccogliere qualunque altra polvere disponibile, importando così in alveare anche i fitofarmaci. Le emulsioni hanno generalmente un effetto residuale inferiore rispetto alle polveri bagnabili. I prodotti granulari sono quelli che presentano minori rischi.

Attenersi sempre scrupolosamente alle istruzioni.

Prima di eseguire trattamenti che possono presentare un qualche pericolo per le api, contattare l'apicoltore perché sposti l'apiario o chiuda gli alveari per la durata dell'operazione: piccole e semplici operazioni con grande valore preventivo.

Prestare grande attenzione per le operazioni di diserbo, sia dei terreni agrari che di uso civile.

In fase di diradamento gli spray non appaiono particolarmente pericolosi per le api. Tuttavia il *carbaryl*, anche se usato a questo scopo 15-25 giorni dopo la piena fioritura, può causare gravi danni se contamina le fioriture spontanee.

Non contaminare mai le acque.

Non disperdere nell'ambiente l'acqua di risciacquo delle attrezzature né le confezioni dei fitofarmaci.

**Cosa devono fare gli apicoltori** - Per prima cosa le api dovranno potersi sempre approvvigionare di acqua indenne da contaminazioni. Installando un abbeveratoio nelle immediate vicinanze dell'apiario è possibile evitare che vadano a prelevarla in luoghi a rischio, limitando così le possibilità di avvelenamento.

In vicinanza di frutteti e di colture che normalmente sono oggetto di trattamenti, non lasciare mai gli alveari incustoditi e privi di indicazioni utili per risalire al proprietario. Devono essere ben evidenti nome, indirizzo e recapito telefonico in modo che, in caso di necessità, l'apicoltore possa essere rintracciato direttamente e con facilità. In questo modo, anche nell'impellente e inderogabile necessità di dover eseguire dei trattamenti non previsti, sarà possibile limitare al massimo i danni agli alveari.

Le postazioni fisse devono essere situate in zone usualmente non soggette a trattamenti fitosanitari. Una distanza che garantisce una buona sicurezza deve essere di circa 3-4 km da frutteti, colture di leguminose foraggere e da seme o di altre colture normalmente attrattive per le api e usualmente soggette ad interventi fitosanitari. Nella localizzazione delle postazioni devono essere evitati quei terreni che, per vicin-

nanza alle colture o presenza di venti dominanti, sono facilmente soggetti alla deriva dei prodotti chimici.

Documentarsi sulle varie colture e sulle loro esigenze di impollinazione, sui problemi fitopatologici, sui prodotti fitosanitari e sulle loro modalità d'uso. Una stretta collaborazione fra apicoltori ed agricoltori garantisce il massimo del successo del servizio di impollinazione e riduce al minimo i rischi per le api.

In caso di trattamenti nelle vicinanze dell'apiario è possibile contenere i danni chiudendo o spostando gli alveari per il tempo necessario al trattamento, fino alla scomparsa dell'effetto residuale del fitofarmaco.

Nel caso in cui vengano usati prodotti a breve effetto residuale, i problemi saranno trascurabili se i trattamenti verranno eseguiti fra il tardo pomeriggio e le ore iniziali della mattina successiva. Nel caso che questi prodotti vengano invece distribuiti durante il giorno o comunque possano contaminare gli alveari per deriva, questi dovranno essere coperti con teli bagnati (**mai di plastica**) che potranno essere rimossi dopo poche ore.

Se invece saranno distribuiti fitofarmaci a lungo effetto residuale e non risulta possibile spostare gli alveari, sarà necessario proteggerli più accuratamente e per un tempo più lungo, ricorrendo alla loro chiusura che potrà durare da poche ore fino ad alcuni giorni dal trattamento (4-5 gg). Qualora l'operazione debba protrarsi nel tempo, è indispensabile tenere conto che il suo successo dipende dalla possibilità per le api di controllare la temperatura dell'alveare:

**colonie popolose sono in grado di sopportare la clausura meglio di colonie piccole;**

**il continuo ricambio dell'aria deve essere sempre garantito;**

**l'ombreggiamento degli alveari non deve ostacolare la ventilazione;**

**le scorte di acqua devono essere sempre abbondanti;**

**il periodo di clausura deve essere ridotto al minimo, senza però trascurare il pericolo dell'effetto residuale dei p.a.**

*Come effettuare la clausura*

**Mettere un melario vuoto ad ogni alveare e garantire un'abbondante riserva di acqua con nutritori a tasca, spugne intrise di acqua od opportune modifiche agli stessi melari.**

**Sostituire al coprifavo una griglia e tenere sollevato il tetto per favorire l'aerazione.**

**Chiudere anche la porticina con una griglia.**

**Coprire accuratamente ogni alveare con un telone con i bordi ben fissati a terra e, in caso di temperature molto alte, bagnarlo.**

Per queste operazioni si prestano ottimamente gli alveari con fondo a rete. In caso che sia inserito il cassetto sottostante, toglierlo per favorire la circolazione dell'aria. La colonia, così prigioniera, non subirà danni dalle sostanze tossiche anche se que-

ste verranno a contatto con l'alveare. Le api stesse, con la ventilazione, manterranno attivo un sistema di circolazione dell'aria e, grazie all'abbondante riserva di acqua disponibile, conterranno gli aumenti di temperatura in alveare.

Nel caso in cui sia disponibile un impianto d'irrigazione è possibile creare una situazione di intensa e prolungata piovosità artificiale simulando condizioni di clausura naturali. Tuttavia, durante le ore di luce, per maggior sicurezza sarà comunque indispensabile chiudere con una grata la porticina dell'alveare. Dopo il trattamento, una volta liberate le api, sarà opportuno inserire le trappole a polline in modo da ridurne al massimo l'importazione per qualche giorno e, nel contempo, fornire adeguati sostituti.

**In caso di non poter usare questi accorgimenti, non chiudere mai gli alveari: il surriscaldamento porta alla morte della famiglia. Inoltre i favi stessi possono cedere fino a sciogliersi, risultando così inservibili.**

#### *Cosa fare in caso di avvelenamento*

Per le api, in caso di avvelenamento da fitofarmaci, non esistono né antidoti né possibilità di cura.

Se il fenomeno non è troppo accentuato è bene fornire uno sciroppo zuccherino (1:1) e rinforzare la colonia con nuove api adulte.

Qualora si sospetti che l'avvelenamento derivi dal polline, togliere alla famiglia le scorte e sostituirle con polline indenne o altri sostituti idonei. I favi contaminati dovranno essere tenuti in acqua per almeno 24 ore, risciacquati accuratamente per eliminare tutto il polline ed infine asciugati all'aria. Se il lavoro è stato condotto con cura i favi potranno essere nuovamente utilizzati. Tuttavia, poiché molti p.a. sono liposolubili e possono essere trasferiti alla cera, per sicurezza è bene concentrare tutti questi favi, così come l'eventuale covata recuperata da colonie indebolite, in pochi alveari in modo da poterli tenere sotto controllo ed eventualmente circoscrivere il danno derivante da contaminazioni persistenti.

### **Riepilogo delle norme di comportamento**

Gli agricoltori devono sempre tenere presente i benefici che derivano dal servizio d'impollinazione, mentre gli apicoltori devono ricordare che gran parte della produzione di miele deriva dalle colture agricole.

Ma la collaborazione fra agricoltori ed apicoltori non garantisce soltanto l'aumento delle produzioni e la reciproca soddisfazione economica: da un atteggiamento di civile convivenza derivano ricadute di carattere ambientale di grande rilevanza. Infatti, la salvaguardia delle api comporta l'utilizzo di tecniche a ridotto impatto ambientale e, conseguentemente, anche più rispettose verso gli altri organismi presenti negli agrosistemi.

E' fondamentale identificare le reali esigenze di impollinazione della coltura: se ne ha necessità, garantire le condizioni di massima sicurezza per **tutti i pronubi**. Se non si conoscono le esigenze delle colture, non allontanare gli apicoltori uccidendo loro le api, altrimenti non potranno mai essere noti i vantaggi a cui si è rinunciato.

**Non devono mai essere eseguiti trattamenti inutili o al primo accenno d'infestazione.**

**Esaminare con cura il livello d'infestazione: deve essere tale da giustificare il trattamento.**

**Valutare le perdite di raccolto per mancato trattamento.**

**In caso di trasferimento degli alveari stimare le perdite di raccolto per mancata impollinazione.**

**In caso di trattamento a rischio o di spostamento degli alveari stimare le perdite di miele in un raggio di 3 km.**

**Non trattare mai in fioritura.**

**Usare solo fitofarmaci "NON DANNOSI PER LE API".**

**Se è indispensabile intervenire, usare sempre il p.a. che presenta meno rischi, nel dosaggio adatto e nella formulazione meno dannosa.**

**NON USARE MAI I MICROINCAPSULATI.**

**Non trattare durante la produzione di melata sia nei frutteti che in foresta.**

**In caso di attacco di afidi e conseguente produzione di melata non trattare i cereali fra la fioritura ed il raccolto.**

**Registrare, mappare gli alveari e renderne pubblica la presenza sul territorio. Qualora si debbano usare prodotti tossici e persistenti eseguire i trattamenti solo in completa assenza di qualunque tipo di fioritura.**

**Non contaminare mai le acque.**

**Avvertire almeno 2 giorni prima del trattamento tutti gli apicoltori nel raggio di 3-4 km.**

**Tutti i trattamenti spray, anche quelli per le colture anemofile, devono essere effettuati dopo il tramonto.**

**Controllare gli alveari prima del trattamento ed assicurarsi che le api non facciano la "barba". Nel caso avvertire l'apicoltore.**

**Astenersi dal trattare in un raggio di 30 metri dall'apiario e comunque non dirigere mai il trattamento verso di esso.**

**Poiché il ciclo di covata, da uovo ad adulto, dura circa 3 settimane, se è già stato effettuato un trattamento tossico per le api, astenersi per 3 settimane da qualunque altro intervento fitoiatrico in modo da permettere un rinnovo della popolazione adulta.**

**E, *ultima ratio*, stipulare sempre una polizza assicurativa per gli alveari.**

*Ulteriori raccomandazioni per salvaguardare i pronubi selvatici*

E' difficile garantire la salvaguardia dei pronubi selvatici e dei loro nidi: nelle aree di nuova messa a coltura si assiste per prima cosa alla loro scomparsa. In generale le regole proposte per la tutela delle api valgono anche per tutti gli altri impollinatori selvatici, tuttavia:

**gli apicoltori possono proteggere gli alveari, mentre i pronubi selvatici sono sempre a rischio.**

Evitare dunque qualunque trattamento in presenza di fioriture, sia di piante coltivate che spontanee.

Non bruciare mai le stoppie per non distruggere il ricovero dei pronubi che fanno il nido nel terreno.

Salvaguardare la vegetazione spontanea ed in particolare siepi e bordure.

I pronubi, selvatici od allevati, come tutti gli altri insetti utili sono un patrimonio collettivo, *res publica*, e come tale devono essere salvaguardati e rispettati.

## Bibliografia

- Adey M., Walker P., Walker P.T.** (1986) - Pest control safe for bees: a manual and directory for the tropics and subtropics. - I.B.R.A., London, 223 pp.
- Anonimo.** (1984) - Summary of toxicity to honey bees and bee poisoning hazard of insecticides. - Australian Bee J., 65(1):13-17.
- Anonimo.** (1994) - Effects secondaires des insecticides et acaricides. - Rev. susses Vitic. Agric. Hortic. 26(1): 25.
- Arzone A., Patetta A.** (1990) - Vent'anni di ricerche sull'azione verso l'ape di antiparassitari agricoli. - Apic. mod., 81:111-116.
- Atkins E.L., Anderson L.D., Nakakthara E.A., Greenwood E.A.** (1971) - In SISTO A.M., 1977 - Repertorio sistematico dei fitofarmaci. S.I.F., VI ed.:435-437.
- Atkins E.L., Greenwood E.A., Mcdonald R.L.** (1973) - Toxicity of pesticides and other agricultural chemicals to honey bees. Laboratory studies. - Univ. California, Agric. Ext. M-16, 38 pp.
- Atkins E.L., Kellum D., Atkins K.W.** (1981) - Reducing pesticide hazards to honey bee: mortality prediction techniques and integrated management strategies. - Div. Agric. Sci., Univ. California, leaflet n. 2883, 24 pp.
- Berlese A.** (1906) - Boll. Soc. Agr. It., 5: 3-21.
- Bovey P.** (1947) - Rev. Romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture, III(4): 27-30.
- Charrette H.** (1987) - Reglementation. Protection des abeilles et des insectes pollinisateurs contre les produits antiparasitaires. - La Defense des Vegetaux, 243:15-18
- Contessi A.** (1990) - Intossicazioni ed avvalenemanti da pesticidi. - In "Le api". Edagricole, Bologna, II ed.:159-168.
- Corbet S.A., Williams I.H., Osborne J.L.** (1991) - Bees and the pollination of crop and wild flowers: changes in the European Community. - Draft to Scientific and Technical Options Assessment European Parliament, 50 pp.
- Craig S.M., Mccutcheon D.M., Miller A.V.** (1986) - Pesticides and bee poisoning. - In "Handbook for pesticide applicators and pesticide dispensers". - Ministry of Environment, Pesticide Control Branch, British Columbia, New Zeland:125-130.
- Crane E., Walker P.** (1983) - The impact of pest management on bees and pollination. - International Bee Research Association, 129 pp.
- Fabbricatore Amici J.** (1988) - Sostanze attive autorizzate in agricoltura. - Ist. Sper. per la Patologia Vegetale, Roma, 517 pp.
- Huges A.R.** (1984) - A selection of information regarding controls on agricultural chemicals. - In: "A.D.A.B. Course in Apiculture Notes", Queensland Agricultural College, Lawes (Gatton) QLD, Australia: 4.9.1-4.16.9
- Infor Vie Saine, Nature Et Progres, Les Amis Se La Terre, Aves.** (1979) - La mort des abeilles: un signal d'alarme. Les herbicides, une menace pour l'apiculture et le monde vivant. - Infor Vie Saine, Champion (Belgio), 198 pp.
- Jaycox E.R.** (1985) - Pesticides and honey bees. - In "Beekeeping in the Midwest", Cooperative Extension Service, Univ. Illinois, circ. 1125: 145-148.
- Johansen C.A.** (1966) - Digest on bee poisoning, its effects and prevention with an annotated list of 92 insecticides. - Bee World, 47(1):9-25.
- Johansen C.A.** (1972) - Toxicity of field weathered insecticides residues to four kinds of bees. - Environmental Entomology: 1(3):393-394.
- Johansen C.A.** (1979) - Honey bee poisoning by chemicals: sign, contributing factors, current problems and prevention. - Bee World 60(3):109-127.
- Johansen C.A., Mayer D.F.** (1990) - Pollinator protection. A bee & pesticide handbook. - Wicwas Press, Chesire, Connecticut, 212 pp.
- Jones W.A.** (1986) - Pesticide affecting beekeeping and crop pollination. - Dep. Agric. New South Wales, Agdex 481/687:19 pp.
- Kevan P.G.** (1988) - Honey bees and pesticides. - Ministry of Agriculture and Food, Ontario, 33 pp.

- Louveaux J.** (1984) - Les traitements phytosanitaires et les insectes pollinisateurs. - In Pesson P., Louveaux J. "Pollinisation et productions vegetales", I.N.R.A., Parigi:565-575.
- Mazzone P., Viggiani G.** (1988) - Effetti collaterali di fitofarmaci su Artropodi utili. - Boll. Lab. Entom. Agraria "F. Silvestri", XLV:59-66.
- Moreton B.D.** (1969) - Beneficial insects and mites. - Ministry of Agriculture Fisheries and Food, London, 118 pp.
- Morse R., Hooper T.** (1985) - The illustrated encyclopedia of beekeeping. - Blandford Press, Poole Dorset, 432 pp.
- Muccinelli M.** (1993) - Prontuario dei fitofarmaci. - Edagricole, Bologna, VI ed., 882 pp.
- Porrini C., Celli G., Radeghieri P., Brokmeier K.** (1993) - Pericolosità e tossicità dei pesticidi nei confronti delle api. - Informatore Fitopatologico 12: 29-43.
- Porrini et al.** (1996) - Prooc. XX Int. Congr. of Entom., Firenze 1996: 12-17.
- Sabatini A.G. et al.** (., 1994) - Atti Convegno "Apetest", Firenze 1992: 85-89.
- Sanderson G., Tazik PKillion E., Steffey K.** (1989) - Suggestions for minimizing bee, fish and wildlife losses from pesticides. - In "1989 Illinois pest control handbook", Cooperative Extension Service, Univ. Illinois:391-405.
- Schwartz P.H.** (1982) - Protection of honey bees and others insect pollinators. - In "Guidelines for the control of insect and mite pests of food, fibers, feeds, ornamentals, livestock, and households". - U.S.D.A., Agric. Handbook n. 584:8-9.
- Taber S.** (1986) - Pesticides and bees. - Gleanings in Bee Culture, 114(7):347,360-361.
- Ugolini A.** (1991) - Per un corretto impiego degli antiparassitari. - Ordinanza Ministeriale 18 luglio 1990. Supplemento a L'Informatore agrario n. 1.
- Worthing C.R.** (editor) (1991) - The pesticide manual. - The British Crop Protection Council, IX ed., 1141 pp.

Tipo	Classe	Note	P.A.	
In	I	R	Acefate	Tiofosfororganico
In N	I	R	Aldicarb	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R S	Aldrin	Clororganico Ciclopentadienico
In	I	R X	Alfacipermetrina	Piretrinoide
In	I	S	Aminocarb	Carbammato
In F	I	R S	Arsenico - Arseniati	Comp. Inorganico
In	I	R	Azinfos-Etile	Ditiofosfororganico
In	I	R	Azinfos-Metile	Ditiofosfororganico
In	I	R	Bendiocarb	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R S	Bhc (Gamma-)	Clororganico
In	I	R	Bromofos	Tiofosfororganico
In	I	R	Bromofos-Etile	Tiofosfororganico
N F In D	I	R	Bromuro Di Metile	Idrocarburo Alogenato
In	I	R	Butocarbossima	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Carbaril	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Carbofenotion	Tiofosfororganico
N In	I	R	Carbofuran	Ac. Carbammico Deriv.
N In	I		Carbosulfan	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Cipermetrina	Piretrinoide
In	I	R	Clorpirifos	Tiofosfororganico
In	I		Clorpirifos Metile	Tiofosfororganico
In	I	R	Cyflutrin	Piretrinoide
In	I	R X	Deltametrina	Piretrinoide
In	I	R S	Demeton-S-Metile	Tiofosfororganico
In	I	R	Demeton-S-Metilsolfone	Tiofosfororganico
A In	I	X	Diafenthiuron	Tiourea
In	I	R	Diazinone	Tiofosfororganico
In	I	R	Diclorvos	Fosfororganico
In	I	S	Dieldrin	Clororganico Ciclopentadienico
In	I	R	Dimetoato	Ditiofosfororganico
D	I	S	Dinoseb	Comp. Fenolico
In	I	R X	Dioxacarb	Ac. Carbammico Deriv.
F D In A	I	R	Dnoc	Comp. Fenolico
In	I	R S	Eptacloro	Clororganico Cicloparaffinico
In	I	R	Eptenofos	Fosfororganico
In	I	R	Etiofencarb	Ac. Carbammico Deriv.
N	I	R	Fenamifos	Fosfororganico
In	I	R	Fenitrotion	Tiofosfororganico
In (Igr)	I	R	Fenoxicarb	Ac. Carbammico Deriv.
In A	I	R	Fenpropatrin	Piretrinoide
In	I	R	Fention	Tiofosfororganico
In	I		Fentoato	Ditiofosfororganico



Tipo	Classe	Note	P.A.	
In	I	R	Fenvalerate	Piretrinoide
In	I	R	Flucitrinate	Piretrinoide
In	I	R	Formotion	Ditiofosfororganico
In	I	R	Fosfamidone	Fosfororganico
In	I	R	Fosmet	Fosfororganico
In	I	R	Foxim	Tiofosfororganico
F	I		Guazatina	Guanadin Deriv.
In	I	S	Isobenzan	Diclopentadienico
In	I	S	Isoclorion	Tiofosfororganico
In	I	R	Isofenfos	Tiofosfororganico
In	I	R	Lindano	Clororganico
In	I	R	Malation	Ditiofosfororganico
L	I	R	Metaldeide	Prodotto Di Polimerizzazione
In	I	R	Metamidofos	Tiofosfororganico
In	I	R	Metidation	Ditiofosfororganico
In	I	R	Metil-Etoato	Ditiofosfororganico
In L	I	R	Metiocarb	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Metomil	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R S	Mevinfos	Fosfororganico
In	I	R	Monocrotofos	Fosfororganico
In	I	R	Naled	Fosfororganico
In	I	R	Omatoato	Tiofosfororganico
In N	I	R	Oxamil	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Paration	Tiofosfororganico
In	I	R	Paration-Metile	Tiofosfororganico
In	I	R X	Permetrina	Piretrinoide
In	I	R	Piridafention	Tiofosfororganico
In	I	R	Pirimifos-Metile	Tiofosfororganico
D	I		Pretilaclor	Anilide
In	I	R	Propoxur	Ac. Carbammico Deriv.
In	I	R	Protoato	Ditiofosfororganico
In	I	R	Quinalfos	Tiofosfororganico
In	I	R	Sulfotep	Fosfororganico
In	I	R	Tepp	Fosfororganico
In	I	R	Tetraclorvinfos	Fosfororganico
In	I	R	Tiofanox	Ac. Carbammico Deriv.
In N	I	R	Tionazin	Tiofosfororganico
In	I	R	Triazofos	Tiofosfororganico
In	I	R	Vamidotion	Tiofosfororganico
D	II	S	2,4,5-T	Ac. Fenossiacetico Deriv.
D	II		2,4-D	Ac. Fenossiacetico Deriv.
D	II	R	2,4-Db	Ac. Fenossibutirrico Deriv.
In D	II		Ametrina	Triazine Deriv.
A In	II	R	Amitraz	Formamidina

Tipo	Classe	Note	P.A.	
D	II	R S	Amitrol	Triazolo
A	II	S	Aramite	Solforganico
A	II	R S	Binapacril	Comp. Fenolico
D	II	R	Bromacile	Diazina
D	II	R	Bromoxinil	Benzonitrile
In	II	S	Canfecloro	Clororganico
F	II	R	Captano	Ftalimide
In	II		Cartap	Ac. Carbammico Deriv.
D	II		Cloramben	Ac. Benzoico Deriv.
In	II	S	Clordano	Clororganico Ciclopentadienico
In	II	R	Clorfenvinfos	Fosfororganico
A	II	S	Coumafos	Tiofosfororganico
D In F N	II		Dalapon Sodium	Ac. Alifatico Alogenato
In	II	S	Ddd	Clororganico Fenilparaffinico
In	II	R S	Ddt	Clororganico Fenilparaffinico
In	II	S	Demeton Metile	Fosfororganico
In	II	R	Dialifos	Ditiosolforganico
D	II		Dicamba	Ac. Benzoico Deriv.
F	II	R	Dicloran	Anilin Deriv.
In	II	S	Dimetilan	Carbammato
F A	II	R	Dinobuton	Comp. Fenolico
In	II	R S	Dioxation	Ditiofosfororganico
In	II	R	Disulfoton	Tiofosfororganico
F	II	R	Ditamilfos	Dicarbossimide
F	II		Ditianon	Chinone
A In	II	R	Endosulfan	Clororganico
D	II	R	Endotal	Ac. Ftalico Deriv.
In	II	R	Endotion	Tiofosfororganico
In	II	R S	Endrin	Clororganico Cicloparaffinico
D	II		Eptc	Ac. Tioicarbammico Deriv.
In	II	R	Etion	Ditiofosfororganico
D	II		Etofumesate	Benzofurano Deriv.
N In	II	R	Etoprofos	Fosfororganico
A	II	R	Exitiazox	Tiazolin Deriv.
In	II	S	Fenclorfos	Ditiofosfororganico
D	II		Flamprop-Metile	Ac. Benzoico Deriv.
D	II		Flamprop-M-Isopropile	Ac. Benzoico Deriv.
In	II	R	Fonofos	Ditiofosfororganico
In N	II	R	Forate	Ditiofosfororganico
A	II	R	Formetanato	Ac. Carbammico Deriv.
In	II	R	Fosalone	Ditiofosfororganico
In	II	S	Isobornil Tiocianato	Tiorganico
In	II	S	Isolan	Carbammato
D	II		Mcpa	Ac. Fenossiacetico Deriv.

Tipo	Classe	Note	P.A.	
D	II		Mecoprop	Ac. Fenossipropionico Deriv.
In	II	S	Menazone	Tiofosfato
F	II	R	Metiram	Etilenbis Ditiocarbammati
In	II		Metossiclolo	Clororganico
In	II	S	Mnfa	Fluororganico
In	II	R	Nicotina (Solfato)	Pirrolidin Deriv.
In	II	R	Olio Minerale	Idrocarburi Aromatici
In	II	R	Ossidemeton-Metile	Tiofosfororganico
D	II	R	Paraquat	Dipiridilico
In	II	R	Pertane	Clororganico
F	II	R X	Pirazofos	Pirimidin Deriv.
In	II	R	Pirimicarb	Ac. Carbammico Deriv.
In	II	R	Profenofos	Tiofosfororganico
D	II		Propanil	Anilide
In	II	R	Rotenone	Deriv. Vegetale
In A	II	R S	Schradan	Pirofosfato
D	II	R	Simazina	Triazine Deriv.
D	II	S	Sulfallate	Ditiocarbammato
In	II		Temefos	Tiofosfororganico
In	II	R	Terbufos	Ditiofosfororganico
D	II	Nu	Tifensulfuron-Metile	Solfonilurea
In	II	R	Tiodicarb	Ditiocarbammato
In	II	S	Tiometon	Ditiofosfororganico
A	II	S	Tioquinox	Ossichinolin Deriv.
In N	II	S	Tranid	Carbammato
In	II	R	Triclorfon	Tiofosfororganico
F In	II	R	Tricloronato	Tiofosfororganico
In (Igr)	II	X	Triflumuron	Benzonilfenil Urea
F	II		Ziram	Ditiocarbammato
F	II		Zireb	Etilenbis Ditiocarbammato
D N	III	R	1,3-Diclopropene	Idrocarburo Alogenato
D	III		2,3,6-Tba	Ac. Benzoico Deriv.
Fit	III		Acido Gibberellico	Gibberellina
Fit	III		Acido Gibberellico Ga4 + Ga7	Gibberellina
D	III		Acifluorfen Sodium	Benzonitrile
D	III	X	Aclonifen	Difenil Etere
D	III		Alaclor	Anilide
D	III		Alossifop-Etossietile	Arilossifenossipropionato
F	III		Anilazina	Triazine Deriv.
D	III		Asulame	Ac. Carbammico Deriv.
D	III	R S	Atrazina	Triazine Deriv.
A	III	R	Azociotolin	Stannorganico
Bio	III		Bacillus Thuringensis	Bioinsetticida
D	III		Barban	Ac. Carbammico Deriv.

Tipo	Classe	Note	P.A.	
D	III		Benfluralin	Nitroanilina
F	III	R	Benomil	Benzimidazolo
D	III		Bentazone	Tiadiazine
A	III	R	Benzossimato	Ac. Benzoidrossamico Deriv.
D	III	R	Bromofenossima	Ossima
A In	III	R	Bromopropilato	Carbinolo
F	III	R	Bupirimate	Pirimidin Deriv.
In (Igr)	III	X	Buprofezin	Triadiazina
D	III		Butilate	Ac. Tiolcarbammico Deriv.
F	III	S	Captafol	Ftalimide
F	III	R	Carbendazim	Benzimidazolo
F	III		Carbossina	Oxatinico
F A	III	R	Chinometionato	Chinossalina
D	III	R	Cianazina	Triazine Deriv.
D	III		Cicloato	Ac. Tiolcarbammico Deriv.
A	III	S	Ciexatin	Stannorganico
D	III	X	Cinosulfuron	Solfonilurea
F	III	X	Ciproconazolo	Triazolo
In (Igr)	III	Nu	Ciromazina	Triazina
A	III		Clofentezine	Triazine Deriv.
D	III		Clopiralid	Piridin Deriv.
A	III	R	Clorbenside	Solforganico
A In	III	S	Clordimeform	Anilin Deriv.
A	III	S	Clorfenetol	Clororganico
A	III		Clorfenson	Solforganico
A	III	S	Clorfensulfide	Clororganico
D	III		Clorflurenol	Morfattina
D	III		Cloridazon	Piridazina
Fit	III		Clormequat	Colina Deriv.
A	III	R S	Clorobenzilato	Benzilderiv.
A	III	S	Cloropropilato	Benzilderiv.
F	III	R	Clorotalonil	Nitrile
D	III		Cloroxuron	Urea Deriv.
D Fit	III	R	Clorprofam	Ac. Carbammico Deriv.
D	III		Clortal-Dimetile	Ac. Ftalico Deriv.
D	III		Clortoluron	Urea Deriv.
In	III		Dazomet	Tiadiazina
D	III		Desmedifam	Ac. Carbammico Deriv.
D	III	R	Desmetrina	Triazine Deriv.
D	III		Diclobenil	Benzonitrile
F	III	R	Diclofluamide	Anilide
D	III		Diclofop-Metile	Arilossifenossipropionato
In	III	S	Diclone	Clororganico
D Fit	III		Diclorprop	Ac. Fenossipropionico Deriv.

Tipo	Classe	Note	P.A.	
A	III	R	Dicofol	Carbinolo
A	III	S	Dienoelcor	Clororganico
D	III		Difenamide	Acetamide
D	III	R	Difenzoquat	Pirazolo
In (Igr)	III	R X	Diflubenzuron	Urea Deriv.
D	III	Nu	Diflufenicam	Fenossimicotinanilide
F	III	X	Dimethomorph	Ac. Ciannamico Deriv.
F	III		Dimetirimol	Pirimidin Deriv.
F	III	R	Dinocap	Comp. Fenolico
D	III	R	Diquat	Dipiridilico
D	III		Diuron	Urea Deriv.
F	III		Dodemorf	Morfolin Deriv.
F	III	R	Dodina	Guanidin Deriv.
F	III		Edifenfos	Fosfororganico
F	III	Nu	Esaconazolo	Triazolo
Fit	III		Etacelasil	Silano Deriv.
Fit	III		Etefon	Fosfororganico
D	III		Etidimuron	Urea Deriv.
F	III	R	Etirimol	Pirimidin Deriv.
F	III	R	Fenaminosulf	Anilin Deriv.
F	III	R	Fenarimol	Pirimidin Deriv.
A	III		Fenazaflor	Benzimidazolo
A	III	R	Fenbutatin Ossido	Stannorganico
In	III	S	Fenclorim	Pirimidin Deriv.
D	III		Fenmedifam	Ac. Carbammico Deriv.
D	III	X	Fenoxaprop-Etile	Ac. Carbammico Deriv.
F	III	R	Fenpropimorf	Morfolin Deriv.
A	III		Fenson	Solforganico
F D	III	R	Fentin Acetato	Stannorganico
F	III	R	Fentin Idrossido	Stannorganico
F	III	R	Ferbam	Ditiocarbammato
D	III	R	Fluazifop-P-Butile	Arilossifenossipropionato
A	III	R	Flubenzimina	Tiazolin Deriv.
D	III	X	Fluorochloridone	Pirrolidinone
D	III		Fluorodifen	Nitroetere
Esc	III		Fluosilicato Di Bario	Comp. Inorganico
D	III		Flurenol	Morfattina
D	III	Nu	Fluroxipir	Ac. Piridoloxiacetico
In	III	R X	Fluvalinate	Piretrinoide
F	III	R	Folpet	Ftalammide
F	III	X	Fusarium Oxysporum	Biofungicida
D	III	R	Glifosate	Fosfonato
D	III	Nu	Glufosinate Ammonio	Fosfinil-Aminoac.
D	III	X	Glyphosate Trimesium	Fosfonato

Tipo	Classe	Note	P.A.	
Fit	III		Idrazide Maleica	Piridazinone Deriv.
D	III		Imazametabenz	Imidazolinone
D	III	Nu	Imazapir	Imidazolinone
D	III	X	Imazethapyr	Imidazolinone
D	III	R	Ioxinil	Benzonitrile
F	III	R	Iprodione	Dicarbossimide
D	III		Isopropalin	Nitroanilina
D	III		Isoxaben	Benzammide
D	III		Linuron	Urea Deriv.
F	III	R	Mancozeb	Etilenbis Ditiocarbammato
F	III	R	Maneb	Etilenbis Ditiocarbammato
D	III		Mcpb	Ac. Fenossibutirrico Deriv.
F	III	R	Metaxil	Acilalanina
D	III		Metamitron	Triazine Deriv.
N D F In	III	R	Metam-Sodium	Ditiocarbammato
D	III		Metobromuron	Urea Deriv.
D	III		Metolaclor	Anilide
D	III		Metoxuron	Urea Deriv.
D	III		Metribuzin	Triazine Deriv
D	III	Nu	Metsulfuron Metile	Solfonilurea
D	III		Molinate	Ac. Tiocarbammico Deriv.
Fit	III		Naa	Naftalen Deriv.
F D	III		Nabam	Etilenbis Ditiocarbammato
D	III	X	Napropamide	Ammide
D	III		Naptalam	Morfattina
F	III	R	Ossicarbossina	Oxatinico
D	III		Oxadiazon	Ossidiazolo
F	III		Oxadixil	Oxazolidinone
D	III		Oxifluorofen	Comp. Fenolico
F	III	R	Penconazolo	Triazolo
F D	III		Pendimetalin	Nitroanilina
D	III		Picloran	Piridin Deriv.
In	III	R	Piretrine	Deriv. Vegetale
D	III		Piridate	Piridazina
In	III	R	Polisolfuro Di Bario	Comp. Inorganico
In	III	R	Polisolfuro Di Calcio	Comp. Inorganico
D Fit	III		Profam	Ac. Carbammico Deriv.
D	III		Prometrina	Triazine Deriv.
D	III	R	Propaclor	Anilide
F	III		Propamocarb	Ac. Carbammico Deriv.
A	III	R	Propargite	Solforganico
F	III	R	Propiconazolo	Triazolo
F	III	R	Propineb	Propilenbis Ditiocarbammato
D	III		Propizamide	Benzamide

Tipo	Classe	Note	P.A.	
D	III	X	Quizalofop-Etile	Arilossifenossipropionato
F	III	R	Rame (Composti Inorg.I)	Composti Inorganici
D	III	X	Rimsulfuron	Solfonilurea
D	III		Secbumeton	Triazine Deriv.
D	III		Setossidim	Cicloesenone
D	III		Tca-Sodium	Ac. Alifatico Alogenato
In (Igr)	III	Nu	Teflubenzuron	Benzoilurea
D	III		Terbumeton	Triazine Deriv.
D	III		Terbutilazina	Triazine Deriv.
D	III		Terbutrina	Triazine Deriv.
A In	III	R	Tetradifon	Solforganico
D F	III		Tiazafluron	Urea Deriv.
F	III	R	Tiofanato Metile	Benzimidazolo
F Rep	III	R	Tiram	Ditiocarbammato
F	III	R	Triadimefon	Triazolo
D	III	Nu	Tribenuron-Metile	Solfonilurea
D	III		Triclopir	Piridin Deriv.
D	III		Trifluralin	Nitroanilina
F	III	R	Triforine	Formammide
F	III	R	Vinclozolin	Dicarbossimide
F	III	R	Zineb	Etilenbis Ditiocarbammato
F	III	R	Zolfo	Comp. Inorganico
In	N.C.	S	1,2-Dibromoetano	Idrocarburo Alogenato
Fit	N.C.		4-Cpa	Ac. Fenossiacetico Deriv.
Fit	N.C.		6-Benziladenina	Purina
In	N.C.	S	Acido Cianidrico	Comp. Inorganico
D	N.C.	R	Alcool Allilico	Alcooli
Fit	N.C.		Alcooli Grassi	Alcooli
D	N.C.		Allossidim-Sodio	Cicloesandione
Rep	N.C.	R	Antrachinone	Chinone
Fit	N.C.		Bap	Purina
F	N.C.	R	Benalaxil	Acilalanina
In	N.C.		Benfuracarb	Ac. Carbammico Deriv.
D	N.C.		Bensulfuron-Metile	Urea Deriv.
D	N.C.		Benzoilprop-Etile	Ac. Benzoico Deriv.
D	N.C.		Benztiazuron	Urea Deriv.
D	N.C.	Nu	Bifenox	Difenil Etere
F	N.C.		Bitertanolo	Triazolo
In	N.C.	R	Bopardoil	Tiofosorganico
F	N.C.		Brandol	Comp. Fenolico
Rod	N.C.	R	Bromadiolone	Cumarin Deriv.
In	N.C.	R S	Carbonio Solfuro	Solfo Deriv.
In	N.C.	S	Carbonio Tetracloruro	Idrocarburo Alogenato
D	N.C.		Cianato Di Potassio	Comp. Inorganico

Tipo	Classe	Note	P.A.	
D	N.C.		Cicluron	Urea Deriv.
F	N.C.		Cimoxanil	Acetamide
F	N.C.		Cloranifometano	Anilin Deriv.
D	N.C.		Clorato Di Sodio	Comp. Inorganico
D	N.C.		Clorbufam	Ac. Carbammico Deriv.
D	N.C.		Clorfenac	Fenil Acetico Deriv.
D	N.C.		Clorfenprop-Metile	Ac. Fenossipropionico Deriv.
In	N.C.	R	Clormefos	Ditiofosfororganico
Rod	N.C.	R	Clorofacinone	Indanedione
F In N	N.C.		Cloropicrina	Idrocarburo Alogenato
D	N.C.		Clorotoluron	Urea Deriv.
D	N.C.		Clorsulfuron	Urea Deriv.
D	N.C.		Clortiamid	Benzammide
Fis	N.C.		Cloruro Di Calcio	Comp. Inorganico
Fit	N.C.		Cloruro Di Colina	Colina Deriv.
F	N.C.		Clozolate	Dicarbossimide
Rod	N.C.	R	Crimidina	Pirimidin Deriv.
Rod	N.C.	R	Cumacloro	Cumarin Deriv.
Rod	N.C.	R	Cumatetralil	Cumarin Deriv.
D	N.C.	Nu	Cycloxidim	Cicloesenone
D	N.C.	S	Diallato	Tiocarbammato
F	N.C.		Diclobutrazolo	Triazolo
Rod	N.C.		Difenacoum	Cumarin Deriv.
Fis	N.C.		Difenilammina	Aminderiv.
D	N.C.		Dimepiperate	Ac. Tiolcarbammico Deriv.
D	N.C.		Dinitramina	Nitroanilina
D	N.C.	R	Dinoterb	Comp. Fenolico
F	N.C.	S	Esaclorobenzolo	Clorobenzolo
D	N.C.		Etalfluralin	Nitroanilina
F	N.C.		Etem	Etilenbis Ditiocarbammato
Fis	N.C.		Etossichina	Chinolina Deriv.
F	N.C.		Etridiazolo	Tiadazolo
D	N.C.		Exazinone	Triazine Deriv.
D	N.C.	X	Fenclorazole-Etile	Triazolo
In	N.C.		Flamprop-Isopropile R-	Ac. Benzoico Deriv.
D	N.C.		Fomesafen	Benzonitrile
D	N.C.		Fosamina D'ammonio	Fosfororganico
F	N.C.	R	Fosetil Alluminio	Fosfito Metallico
In	N.C.	R	Fosfuro (Al, Ma)	Idrogeno Fosforato
Rod	N.C.	R	Fosfuro (Zn)	Idrogeno Fosforato
N	N.C.	R	Fostietan	Tiofosfororganico
F	N.C.		Furalaxil	Acilalanina
In	N.C.	Nu	Furathiocarb	Carbammato
F	N.C.		Idrossichinolin Solfato	Chinolina Deriv.



Tipo	Classe	Note	P.A.	
F	N.C.	R	Imazalil	Imidazolo
D	N.C.		Isocarbamide	Comp. Eterociclico
D	N.C.		Isoproturon	Urea Deriv.
D	N.C.		Lenacil	Diazina
Fit	N.C.		Mefluidide	Fenilacetammide
D	N.C.		Metabenziazuron	Urea Deriv.
D	N.C.		Metazaclor	Ammide
F In D	N.C.	R	Metilisotiocianato	Tiocianato Alchil Deriv.
D	N.C.		Metoprottrin	Triazine Deriv.
F	N.C.		Miclobutanil	Triazolo
D	N.C.	R	Monolinuron	Urea Deriv.
D	N.C.		Neburon	Urea Deriv.
F	N.C.		Nitrotal-Isopropile	Nitroftalato
Fit	N.C.		Noa	Naftalen Deriv.
Rod	N.C.	S	Norbormide	Fosfororganico
D	N.C.		Noruron	Urea Deriv.
F	N.C.	R	Nuarimol	Pirimidin Deriv.
F	N.C.		Ossichinoleato Di Rame	Ossichinolin Deriv.
F	N.C.		P.Nonil-Dinitrofenolo	Comp. Fenolico
D F	N.C.		Pencicuron	Urea Deriv.
D	N.C.		Perfluidone	Anilide
Fis	N.C.		Pinolene	Deriv. Vegetale
Rod	N.C.		Piranocoumarin	Cumarin Deriv.
D	N.C.		Pirazzossifen	Pirazolo
D	N.C.	X	Pirimisulfuron	Solfonilurea
F	N.C.	R	Procimidone	Dicarbossimide
F	N.C.		Procloraz	Imidazolo
In	N.C.	R	Promecarb	Ac. Carbammico Deriv.
A	N.C.	X	Pyridaben	Piridazinone
In	N.C.		Quassine	Deriv. Vegetale
Rod	N.C.	R S	Scilliroside	Deriv. Vegetale
D	N.C.		Sodio Clorato	Comp. Inorganico
Rod	N.C.	R	Tallio Solfato	Comp. Inorganico
F	N.C.	R	Tiabendazolo	Benzimidazolo
D	N.C.	R	Tiobencarb	Ac. Tiolcarbammico Deriv.
D	N.C.		Tiocarbazil	Ac. Tiolcarbammico Deriv.
F	N.C.		Tolclofos-Metile	Deriv. Aromatico
F	N.C.	R	Triadimenol	Triazolo
D	N.C.	S	Triallato	Tiocarbammato
F	N.C.		Triazbutil	Triazine Deriv.
F	N.C.	R	Tridemorf	Morfolin Deriv.
L	N.C.		Trifenmorf	Morfolin Deriv.
Rod	N.C.	R	Warfarin	Cumarin Deriv.

Legenda:

Tipologia Dei Fitofarmaci

A	Acaricida	I	Insetticida
Bio	Bioinsetticida	I(Igr)	Regolatore Di Crescita
D	Diserbante	L	Limacida
Esc	Esche	N	Nematocida
F	Fungicida	Rep	Repellente
Fis	Fisiofarmaco	Rod	Rodenticida
Fit	Fitoregolatore		

Annotazioni

S	P.A. non ammessi nel nostro paese o la cui autorizzazione è stata revocata o sospesa
Nu	P.A di cui è incerta l'attribuzione di pericolosità per la recente introduzione sul mercato
R	Accertata pericolosità per altri organismi utili
X	Attribuzione da approfondire

Comunicazione presentata all'incontro "Agricoltura e Apicoltura"  
a Ponte a Poppi (AR) il 20/6/1992.