

CLAUDIO PORRINI, LORENZO MONACO, PIOTR MEDRZYCKI  
Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna

Rilevamento della mortalità di *Apis mellifera* L.  
(Hymenoptera Apidae) nel biomonitoraggio dei pesticidi:  
strutture a confronto e prospettive (\*)

INTRODUZIONE

La valutazione della mortalità delle api assume particolare significato non solo in alcuni campi di studio come, ad esempio, la determinazione della pericolosità di pesticidi in saggi di campo, di semicampo e di laboratorio, ma anche in seno alle tecniche di investigazione ambientale che utilizzano le api come bioindicatori. Infatti, nel biomonitoraggio dei pesticidi, le mortalità associabili agli alveari, valutate settimanalmente secondo il protocollo (Porrini, 1999), definiscono, insieme ai residui riscontrati nei corpi delle api morte, attraverso opportuni indici, il livello di contaminazione ambientale di un determinato territorio (Porrini *et al.*, 1996; Porrini *et al.*, 1998).

Opportune gabbie di raccolta (o trappole), di cui esistono numerose tipologie (Johansen *et al.*, 1957; Gary, 1960; Atkins *et al.*, 1970; Rhodes e Wilson, 1978; Mayer *et al.*, 1980; Gary e Lorenzen, 1984), vengono poste innanzi al predellino di volo dell'alveare, per rilevarne la mortalità. Le api morte all'interno dell'alveare, o ancora moribonde, sono trasportate all'esterno da operaie specializzate nella pulizia dell'arnia (necrofore). L'uso delle trappole, poste davanti all'alveare, permette quindi il conteggio e il campionamento dei corpi delle api.

Le gabbie devono rispondere ad alcuni requisiti:

- raccogliere i corpi con efficienza e trattenerli nel tempo;
- essere resistenti agli eventi meteorologici;
- non interferire con le attività delle api;
- essere facilmente applicabili e smontabili;
- avere bassi costi di costruzione.

Il conteggio delle api morte nei pressi dell'alveare è però, per forza di cose, sottostimato. Infatti, in questo modo, è possibile rilevare solamente le api che, riuscendo a tornare all'alveare, vengono espulse, una volta morte, dalle compagne.

---

(\*) Lavoro accettato 19 ottobre 2000.

Con questo metodo non possiamo, invece, conoscere il numero di quelle che sono morte in campo o durante il volo di ritorno all'alveare. Questa seconda frazione è variabile in relazione al tipo di principio attivo impiegato e alla modalità con cui le api sono venute in contatto con il pesticida.

La soluzione consisterebbe nel compiere conteggi in continuo del numero di bottinatrici in entrata ed in uscita dall'alveare. Tuttavia gli innumerevoli tentativi effettuati in automatico, con differenti tecnologie, non hanno ancora dato esiti soddisfacenti (Lundie, 1925; Faberge, 1943; Chauvin, 1952; Chauvin, 1963; Kerfoot, 1966; Spangler 1969; Koulichov, 1971; Burril e Dietz, 1973; Marletto e Piton, 1983; Bühlmann, 1987; Bühlmann *et al.*, 1987a, 1987b, 1987c; Rickli *et al.*, 1989; Liu *et al.*, 1990; Porrini *et al.*, 1992; Struye *et al.*, 1994) e il controllo manuale tramite il metodo dei "sesti" (Marchetti, 1985), risulta approssimativo, dispendioso e particolarmente stressante per le colonie.

Fra le trappole di raccolta utilizzate in Italia, ha avuto molto successo una gabbia a struttura aperta simile a quella di Gary (1960), senza la pellicola e il lubrificante caratteristici e con l'originale coperchio ridotto di dimensioni (gabbia di Gary modificata, Fig. I).

È stato osservato però che in tale gabbia, le api raccolte diminuiscono nel tempo in quanto le necrofore la considerano come interna all'alveare e quindi soggetta a pulizia. Per tale motivo, Accorti e collaboratori (1991), hanno sviluppato un altro tipo di trappola denominata underbasket (Fig. II), consistente in un telaio perimetrale in legno (50 x 100 x 10 cm) ed in due reti di metallo a differente maglia poste inferiormente e superiormente. L'underbasket è posta al suolo sotto l'entrata dell'alveare e quindi, non costituendo un corpo unico con l'arnia, viene percepita dalle api come esterna e non viene ripulita. Inoltre, questo tipo di gabbia appare più affidabile sul lungo periodo rispetto alla Gary modificata (d'ora in poi denominata semplicemente "gabbia di Gary"), con recuperi indipendenti dalla mortalità naturale dell'alveare. Chiesa *et al.* (1992) osservano, in entrambi i tipi di gabbia, recuperi dipendenti dal livello di mortalità, simulato con introduzioni nell'alveare di api morte marcate. L'underbasket, in ogni caso, ha avuto nel complesso migliori prestazioni: una maggior efficacia di raccolta della gabbia e un minor numero di api trovate fuori dalle gabbie. Accorti (1994) rileva, per la gabbia di Gary, una raccolta correlata alla mortalità naturale e strettamente dipendente dal tempo, variabili che, al contrario, non sembrano influire sul recupero delle underbasket. Greatti *et al.* (1994) confermano l'influenza del tempo sulla gabbia di Gary e non sull'underbasket. Barbattini e Greatti (1995) hanno avuto recuperi minori, dovuti alla differente metodologia di studio, ma con tendenze analoghe alle altre sperimentazioni.

Come si è già detto il protocollo per il monitoraggio dei pesticidi prevede il conteggio settimanale, per cui alcuni fattori, come l'esposizione agli agenti atmosferici e l'attività di alcuni piccoli saprofagi, soprattutto vespe, possono provocare ampie fluttuazioni nel recupero.

Il presente lavoro propone un ulteriore confronto tra l'efficacia di recupero delle due gabbie. Inoltre vengono presentate alcune osservazioni preliminari per lo sviluppo di una trappola a struttura chiusa in grado di proteggere i corpi delle api morte da agenti meteorici e saprofagi.

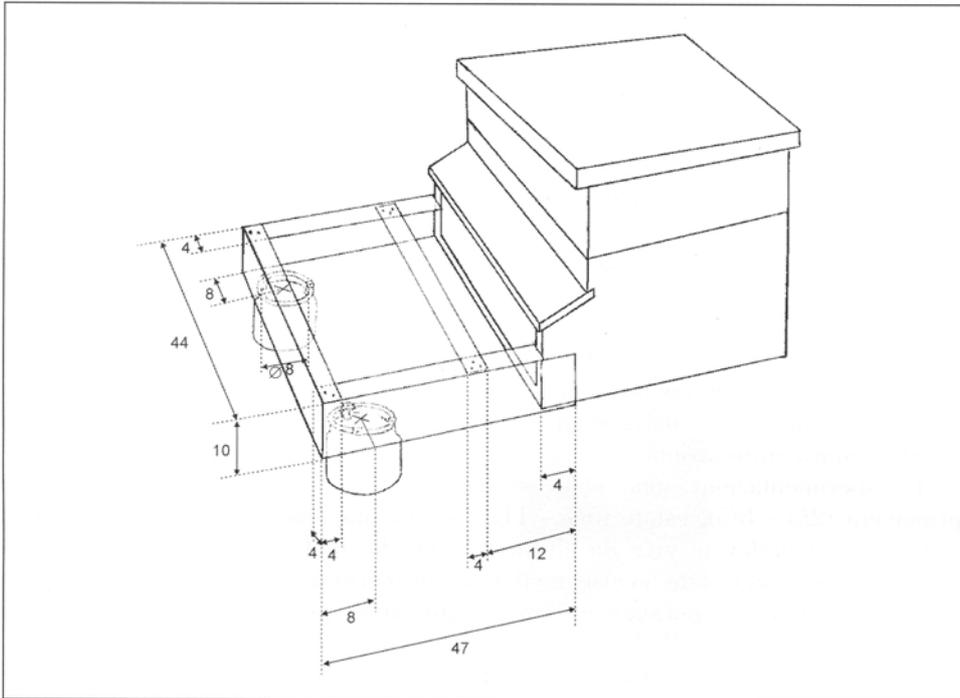


Fig. I. - Gabbia di Gary modificata (le misure sono espresse in cm).

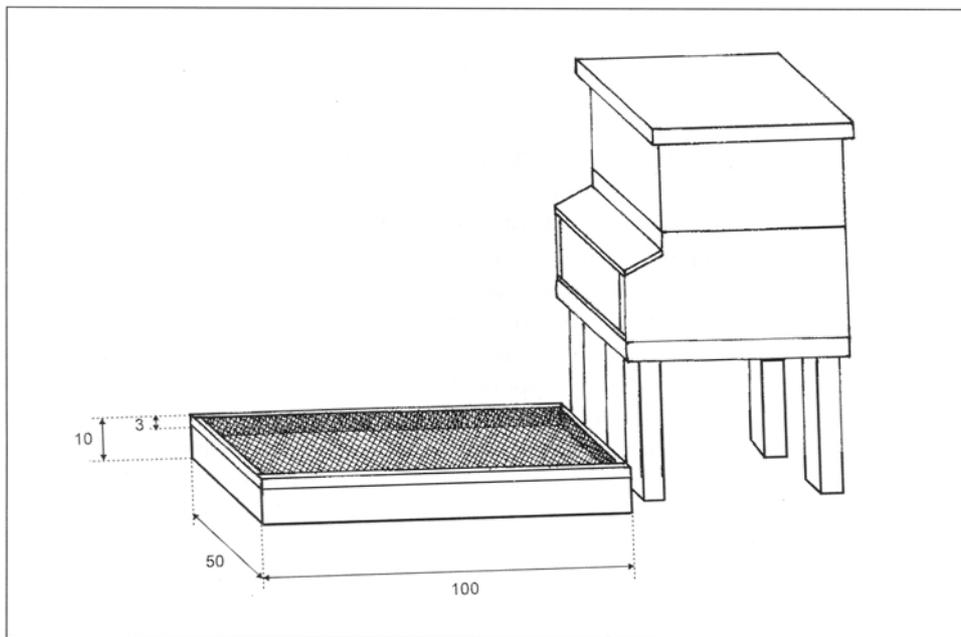


Fig. II. - Gabbia Underbasket (le misure sono espresse in cm).

## MATERIALI E METODI

Per le sperimentazioni sono state utilizzate sedici famiglie di forza omogenea, poste in arnie Dadant-Blatt da dieci favi. Otto di questi alveari erano dislocati nel giardino dell'Istituto di Entomologia "G. Grandi" (Facoltà di Agraria, Università di Bologna) che, essendo ricco di specie arboree ed erbacee, si presta a essere un'ottima area di rifugio per molti piccoli animali (ambiente complesso). Gli altri otto alveari erano posti in una zona fuori della città di Bologna, caratterizzabile come un tipico agroecosistema (ambiente semplificato). In ciascuna area quattro alveari erano muniti di gabbia underbasket e quattro di gabbia di Gary.

Le prove, di durata settimanale, prevedevano l'introduzione giornaliera, dalla parte superiore dell'alveare, di venti api morte marcate sul torace con colori diversi giorno per giorno in modo da simulare la normale mortalità quotidiana. Il conteggio delle api contrassegnate, rinvenute nelle gabbie, si eseguiva prima di ogni nuova introduzione.

Le sperimentazioni sono state svolte nel 1994, distinguendo tre periodi: primavera (2/5 - 8/5), estate (5/7 - 11/7) e fine stagione (2/9 - 8/9). Sono state utilizzate api prelevate vive da alveari diversi da quelli sperimentali. Successivamente esse sono state uccise mediante introduzione in freezer, marcate con colori all'acetone, di normale utilizzo in apicoltura per le api regine, e quindi introdotte all'interno dell'alveare.

Per ogni alveare è stata calcolata l'efficienza media giornaliera delle trappole (percentuale di api marcate con i diversi colori riscontrate il giorno dopo l'introduzione), e l'efficienza media settimanale (percentuale di api marcate riscontrate dopo una settimana dalla prima introduzione). I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza.

Durante la stagione 1999 (da maggio a ottobre) è stato condotto uno studio per la messa a punto di una gabbia in grado di proteggere le api morte ivi raccolte, dalla asportazione dei predatori (vespe, formiche, etc). Tale gabbia, applicabile direttamente all'entrata dell'alveare (Fig. III), si rifà al prototipo di conta-api elettronico, studiato da Porrini e collaboratori (1992). Nel presente lavoro essa diviene una trappola a costrizione (o trappola a barriera) che obbliga le api in uscita a passare su dei ponticelli di plastica (1 X 3 cm) in parallelo, intervallati da spazi di 1,5 cm, per poter entrare nei canali di uscita del diametro di 0,8 cm per 3 cm di lunghezza. Studi preliminari (settembre 1998) ci avevano orientati a credere che l'effetto barriera dei fori di uscita inducesse le api necrofore a lasciar cadere i corpi delle compagne morte negli spazi tra i ponticelli e quindi nel barattolo posto nella parte inferiore della trappola. La conservazione dei campioni in tale contenitore garantisce protezione dai predatori e dagli eventi meteorologici oltre che facilitare il campionamento. Due trappole di questo tipo, sono state applicate ad altrettanti alveari situati nel giardino dell'Istituto di Entomologia "G. Grandi". Inoltre, innanzi a quest'ultimi sono state posizionate due gabbie underbasket al fine di raccogliere le eventuali api che le necrofore fossero riuscite ad espellere. Altri due alveari omogenei ai primi, e dotati della sola gabbia underbasket, fungevano da confronto. Nelle quattro famiglie sperimentali si è controllato, per l'intero periodo, il numero di api adulte e di celle di covata con il metodo dei "sesti", per valutare se l'uso di tale trappola a barriera avesse degli effetti negativi sulla società.

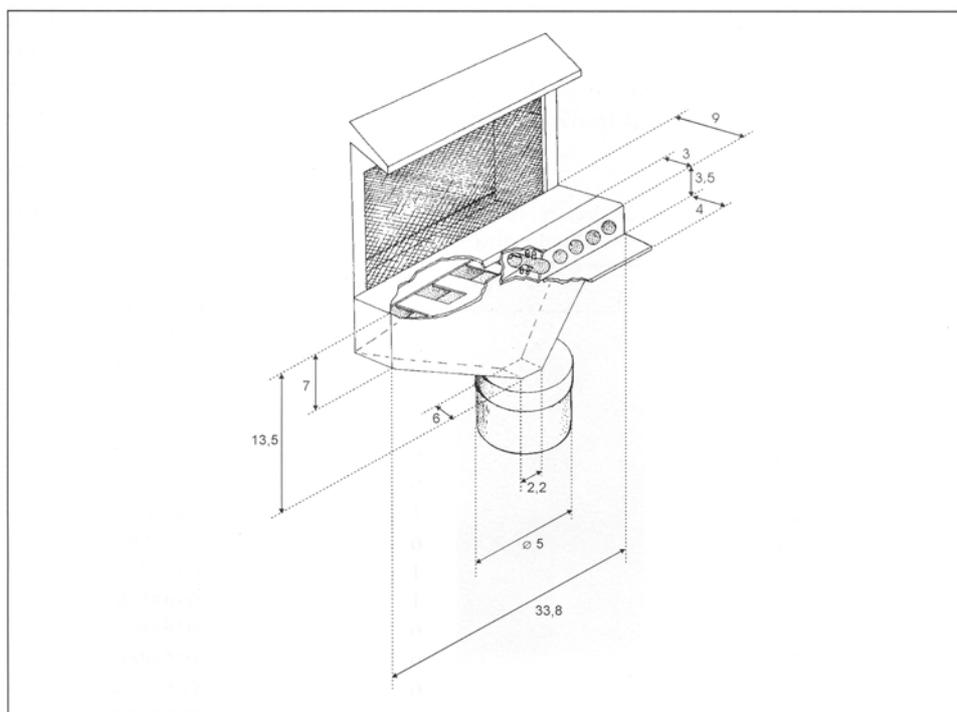


Fig. III. - Modulo trappola a barriera (le misure sono espresse in cm. I diametri dei canali di uscita, variati nel corso della sperimentazione, sono riportati nel testo) (da Porrini *et al.*, 1992).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Nell'analisi statistica sono stati esclusi per motivi procedurali i dati ottenuti nel settembre 1994, in quanto l'introduzione di api marcate morte da un mese (conservate in freezer), poco appetite dalle vespe che si orientano verso i corpi "freschi", ha falsato i dati di ritenzione di ambedue le gabbie.

I risultati dell'analisi della varianza hanno rilevato una differenza significativa di efficienza tra i due tipi di gabbia, tra giorni di prova ed ambienti diversi. Inoltre sono state evidenziate interazioni fra gabbia ed ambiente, gabbia e stagione, ambiente e stagione ed infine fra gabbia, ambiente e stagione (Tab. 1).

L'interazione tra ambiente e stagione ha dimostrato che in primavera l'efficienza di raccolta è maggiore nell'ambiente semplificato rispetto al complesso, dove è anche maggiormente dispersa. In estate i valori relativi ai due ambienti, invece, si avvicinano (Tab. 2).

In Tab. 3 è riportata l'efficienza di raccolta nei diversi scenari ripartiti secondo il tipo di gabbia. In generale l'underbasket ha una maggior efficienza giornaliera media e minor deviazione standard rispetto alla gabbia di Gary durante l'intero periodo di studio. Come era presumibile, inoltre, le due gabbie funzionano in maniera differente a seconda dell'ambiente in cui sono inserite. Si può notare, infatti, che la deviazione standard aumenta nell'ambiente complesso in seguito alle

fluttuazioni di recupero dovute all'attività dei saprofagi. Per quanto riguarda il rapporto fra gabbia e stagione, la differenza dell'efficienza tra le due gabbie diminuisce significativamente passando dalla primavera all'estate (da 17,1% a 8,8%). L'andamento dell'efficienza durante i giorni di prova (Fig. IV) mostra come signi-

Tab. 1. - Analisi della varianza fra i valori di efficienza giornaliera media. \* = differenza significativa ( $p < 0,05$ ); \*\* = differenza altamente significativa ( $p < 0,01$ ).

Variabili	Gradi di libertà	Livello di significatività
Giorni	6	0,023483*
Gabbia	1	0,000000**
Ambiente	1	0,000001**
Stagione	1	0,753961
Giorni/gabbia	6	0,240680
Giorni/ambiente	6	0,751702
Gabbia/ambiente	1	0,001037**
Giorni/stagione	6	0,973402
Gabbia/stagione	1	0,018920*
Ambiente/stagione	1	0,000646**
Giorni/gabbia/ambiente	6	0,960623
Giorni/gabbia/stagione	6	0,996040
Giorni/ambiente/stagione	6	0,977752
Gabbia/ambiente/stagione	1	0,000000**
Giorni/gabbia/ambiente/ stagione	6	0,708106

Tab. 2. - Efficienza giornaliera media (in percentuale) delle gabbie nel loro insieme (Gary e underbasket) in relazione al tipo di ambiente e alla stagione.

	Ambiente semplificato	Ambiente complesso
Primavera	98,3 ± 2,5	82,5 ± 24,9
Estate	91,1 ± 12,4	87,8 ± 14,6

Tab. 3. - Efficienza giornaliera media (in percentuale) delle due gabbie nei diversi scenari.

	Underbasket	Gary
Rendimento totale	96,4 ± 5,2	83,5 ± 21,1
Ambiente semplificato	98,2 ± 1,5	91,2 ± 12,5
Ambiente complesso	94,6 ± 6,8	75,7 ± 24,9
Primavera	99 ± 1,1	81,9 ± 24,6
Estate	93,8 ± 6,3	85 ± 17
Primavera/amb. semplificato	99 ± 1	97,6 ± 3,2
Estate/amb. semplificato	97,3 ± 1,3	84,8 ± 14,9
Primavera/amb. complesso	98,9 ± 1,1	66,1 ± 26,6
Estate/amb. complesso	90,3 ± 7,4	85,2 ± 19,1

ficativa (analisi della regressione,  $p = 0,0034$ ) l'influenza del tempo sul recupero della gabbia di Gary (in percentuale dal  $93,7 \pm 8,6$ , del primo giorno, al  $76,9 \pm 25,6$ , dopo sette giorni) rispetto all'underbasket (analisi della regressione,  $p = 0,0877$ ) che mantiene un recupero sostanzialmente costante e valori di efficienza maggiori rispetto all'altra gabbia (sempre in valore percentuale dal  $98,1 \pm 3$ , del primo giorno, al  $95,8 \pm 4$ , dopo sette giorni).

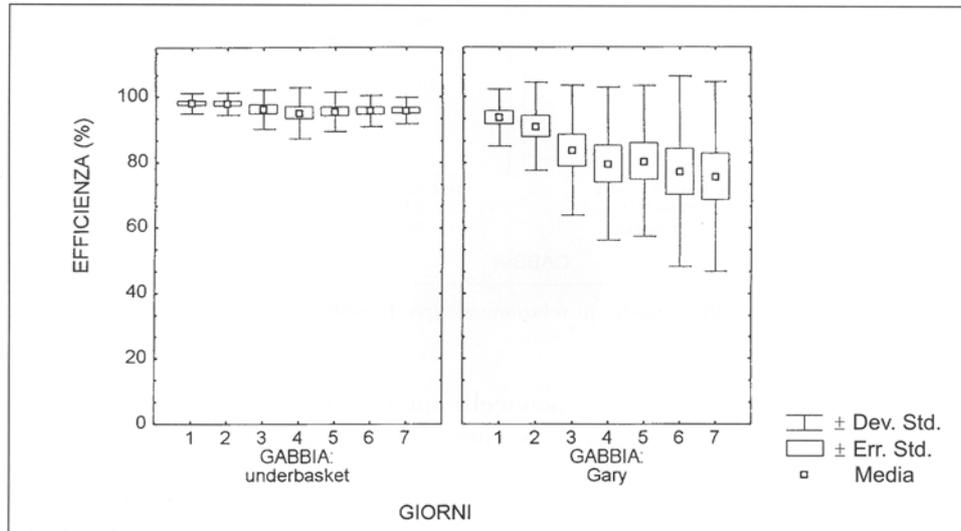


Fig. IV. - Efficienza giornaliera media in relazione al tipo di gabbia ed al numero di giorni di prova.

La Fig. V evidenzia infine come la differenza dell'efficienza tra le due gabbie cambi in modo significativo nei diversi ambienti e stagioni. La differenza, infatti, sempre a favore dell'underbasket, è minima in primavera nell'ambiente semplificato (1,4%), maggiore in estate nell'ambiente complesso (5,1%), ancora più grande in estate nell'ambiente semplificato (12,5%) e massima in primavera nell'ambiente complesso (32,8%).

Per quanto riguarda lo studio del modulo trappola a barriera in ambiente complesso, i risultati non sono stati soddisfacenti. Infatti, mentre durante gli studi preliminari (settembre 1998) si era rilevato un recupero settimanale del  $60,7 \pm 6,2\%$  (contro lo 0% dell'underbasket a causa della presenza delle vespe), in primavera (17/5-31/5) le trappole a barriera non hanno trattenuto nulla, contro il  $66,7 \pm 19,4\%$  delle underbasket. Nelle gabbie underbasket poste innanzi agli alveari muniti di trappole a barriera, sono state recuperate settimanalmente il  $27,5 \pm 10,6\%$  delle api marcate e introdotte nell'alveare, segno del fatto che nonostante la struttura applicata all'arnia, le api necrofore riescono ad espellere il loro fardello. L'intensa propolizzazione a cui sono state sottoposte le trappole a barriera testimonia, infatti, come queste vengano percepite dalle api come interne all'alveare.

Per ovviare all'ipotesi iniziale, a questo punto non più valida, sono state apportate alcune modificazioni strutturali ad una delle due trappole sperimentali (trappola modificata).

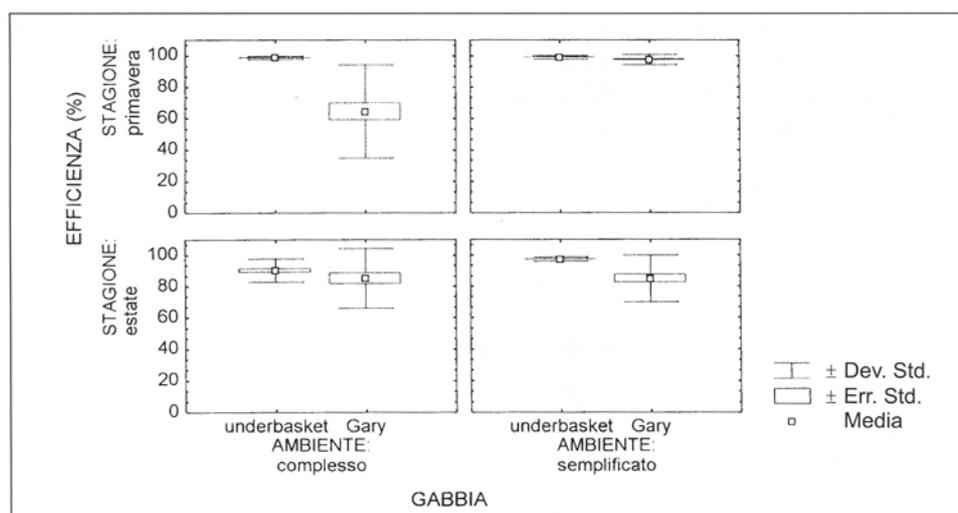


Fig. V. - Efficienza giornaliera media in relazione al tipo di gabbia, all'ambiente ed alla stagione.

Si è provato ad eliminare i ponticelli interni per costringere le api, che trascinando le compagne morte sono impossibilitate a volare, a passare dal contenitore di api morte, ma non è stato ottenuto alcun risultato significativo. Si sono sperimentati fori di uscita con differenti diametri (7 mm, 6,5 mm, 6 mm) per rendere difficoltosa l'espulsione delle api morte da parte delle necrofore, ma anche questa linea ha avuto esiti non soddisfacenti. Un'ulteriore via tentata è stata l'abbassamento dei fori di uscita della trappola a barriera rispetto al predellino di volo dell'alveare. Inoltre nello spazio tra quest'ultimo e i fori sono state poste delle barriere con lo scopo di indurre le api al rilascio del corpo dell'ape morta. Le barriere utilizzate sono state di diversi tipi: ponticelli ravvicinati (a 8 mm l'uno dall'altro, invece di 15 mm), griglia di ponticelli più fili di nylon trasversali con maglia di 7,5 mm e successivamente di 6 mm. Nessuno di questi tentativi ha prodotto però gli effetti sperati. Cambiamenti apportati al barattolo di raccolta (barattolo di plastica trasparente, barattolo rivestito di lamine di alluminio) non hanno prodotto alcun recupero, fino a che non si è pensato di utilizzare, invece di una struttura rigida, un sacchetto di lattice (raccolta:  $35,3 \pm 23,3\%$ ). Questo materiale crea delle obiettive difficoltà alle necrofore che comunque riescono ad espellere la maggior parte delle api morte. L'uso di guanti di lattice (Fig. VI) ha avuto rendimenti migliori perché le dita del guanto divengono veri e propri pozzetti dai quali le necrofore non riescono ad estrarre le api cadute precedentemente. In Fig.VII si evidenzia la raccolta (al primo giorno dopo l'introduzione delle api) della trappola a barriera nelle sue due forme: quella classica, descritta in "Materiali e Metodi", e l'ultima versione a seguito delle modifiche, ossia con fori di uscita del diametro di 6,5 mm, abbassati rispetto al predellino di volo dell'alveare e barriera interna con griglia di 6 mm fra i ponticelli e i fili di nylon. Ambedue le trappole sono state sottoposte a prove di confronto tra i rendimenti con l'utilizzo del contenitore in plastica (barattolo) e in lattice (guanto). I risultati hanno carattere

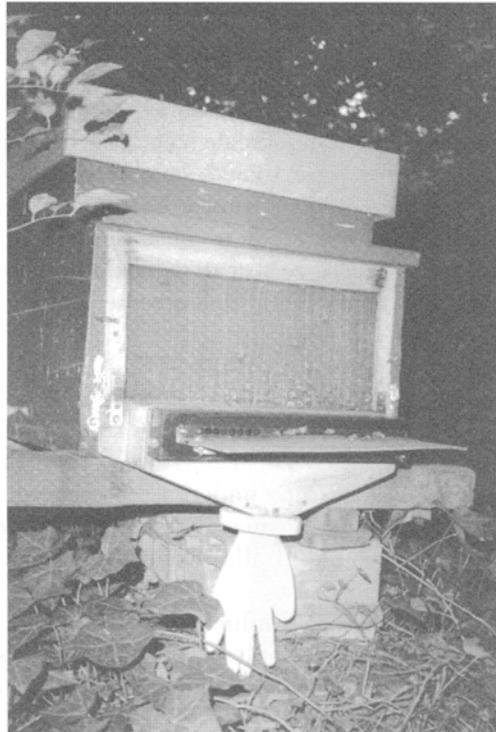


Fig. VI. - Trappola a barriera con raccoglitore in lattice (guanto).

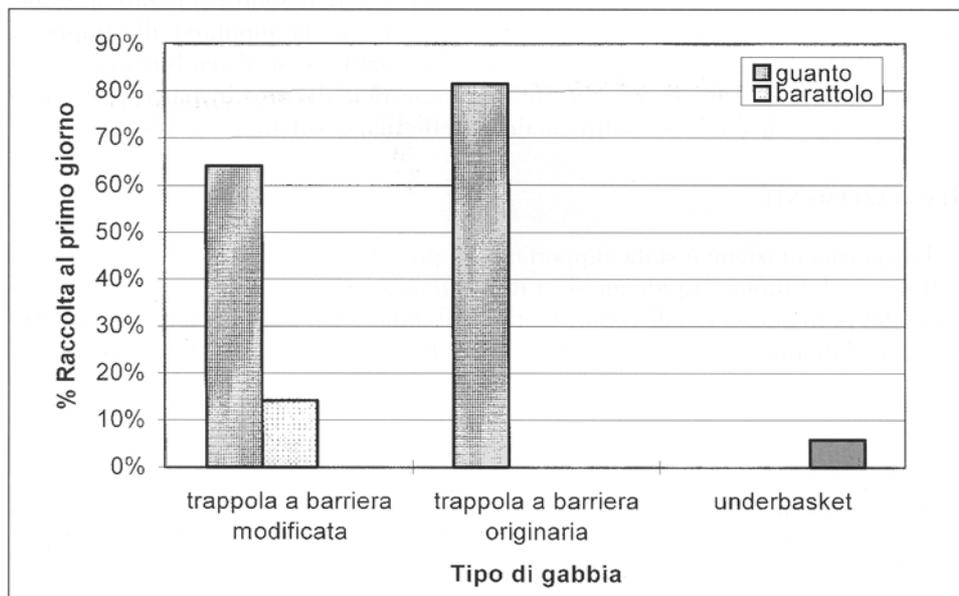


Fig. VII. - Raccolta di api morte a fine stagione (al primo giorno dopo l'introduzione) della trappola a barriera in confronto all'underbasket (vedi testo).

di preliminarità in quanto relativi a prove effettuate in un periodo circoscritto di fine stagione (20/8 - 15/10). Con il guanto, la trappola modificata ha raccolto il  $64,1 \pm 20,2\%$  delle api inserite, mentre quella originaria l' $81,4 \pm 19\%$ . Con il barattolo le percentuali si sono notevolmente abbassate: la trappola originaria non ha raccolto nulla (0%) e la trappola modificata solo il  $14,1 \pm 16,8\%$ . Le percentuali di raccolta della trappola a barriera con guanto sono in ogni caso superiori di quelle dell'underbasket che, nel medesimo periodo, ha avuto un'efficacia media di raccolta (al primo giorno) del  $5,8 \pm 8,6\%$  a causa della forte presenza di vespe.

Infine, la valutazione della consistenza di api adulte e della covata, non ha evidenziato effetti negativi sullo sviluppo dell'alveare, dovuti alla presenza della trappola a barriera.

## CONCLUSIONI

I risultati presentati confermano le maggiori prestazioni (maggior efficienza e stabilità), in ogni scenario, della gabbia underbasket rispetto alla gabbia di Gary modificata. La gabbia di Gary appare maggiormente influenzata dalla variabile "tempo", più sensibile all'ambiente ed alla stagione e quindi meno efficace per il rilevamento della mortalità.

Viene confermata l'importanza dell'influenza dei saprofiti sul conteggio delle api morte soprattutto negli ambienti complessi, dove tali organismi possono trovare rifugio. Nel biomonitoraggio dei pesticidi, tale aspetto rappresenta quindi un inconveniente soprattutto a fine estate.

Tra le varie tipologie saggiate di trappola a barriera, quella che ha avuto maggiori rendimenti utilizza un guanto di lattice come contenitore dei campioni. I risultati sono comunque da considerarsi preliminari e sono necessari ulteriori studi per valutare se l'efficienza di raccolta rilevata sia da imputarsi alla trappola, o piuttosto a un qualche fattore legato alla stagionalità, e se il rendimento vari in relazione o meno ai livelli di mortalità naturale dell'alveare. In particolare sono necessari studi di recupero settimanale da effettuarsi sul lungo periodo.

## RINGRAZIAMENTI

La sperimentazione è stata supportata dal progetto pluriennale 2000 Università di Bologna dal titolo: "Epidemiologia di *Erwinia amylovora* e del fitoplasma della moria del pero per mezzo di vettori biotici e abiotici". Gli autori ringraziano inoltre per la collaborazione le Dott.sse Katharina Brokmeier e Laura Bortolotti.

## RIASSUNTO

Nel biomonitoraggio dei pesticidi, il rilevamento della mortalità delle api (*Apis mellifera* L.) è di fondamentale importanza per definire il livello di contaminazione degli agroecosistemi. Il numero di api morte è rilevato settimanalmente con apposite gabbie poste davanti agli alveari. Il confronto tra la tradizionale gabbia di Gary modificata e la gabbia denominata underbasket, evidenzia come quest'ultima possieda una maggior efficienza di raccolta in quanto meno influenzata dai fattori "tempo", "stagione" e "ambiente". La variabile tempo è intesa come la capacità della trappola a trattenere le api morte raccolte nella gabbia durante la settimana (Gary: 76,9%; underbasket: 95,8%).

L'attività dei piccoli saprofiti (soprattutto vespe), che prelevano dalle gabbie i corpi delle api morte o moribonde, influisce sulla raccolta a seconda della stagione (Gary: primavera 81,9%, estate 85%; underbasket: primavera 99%, estate 93,8%) e della complessità dell'ambiente in cui è situata la stazione (Gary: complesso 75,7%, semplificato 91,2%; underbasket: complesso 94,6%, semplificato 98,2%). Al fine di ovviare a tale fenomeno di perdita dei campioni, come a quello dell'esposizione degli stessi agli agenti atmosferici, sono stati condotti degli studi su un modello di trappola a struttura chiusa che non influenzasse l'attività dell'alveare. Il nuovo modello è strutturato in maniera che l'uscita dalla trappola sia sequenziale a quella originale dell'alveare (predellino di volo). Le necrofore, secondo l'ipotesi elaborata, dovrebbero abbandonare le compagne morte in uno spazio che le convoglia in un apposito contenitore. Molteplici sono state le modifiche effettuate, perché fino ad ora i risultati non sono stati del tutto soddisfacenti. La variante che ha avuto maggior successo è l'utilizzo di un guanto di lattice come contenitore delle api morte.

PAROLE CHIAVE: *Apis mellifera*, biomonitoraggio, pesticidi, mortalità delle api, gabbie di raccolta.

### Evaluation of Mortality of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) in Biomonitoring of Pesticides: Comparison of Structure and Perspectives

#### SUMMARY

Applying honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators of agroecosystem's contamination by pesticides, it is essential to determine bee mortality in the hive. It is detected weekly using appropriate traps, placed in front of the hive. Comparison between the modified traditional Gary's trap and the "underbasket" trap shows higher efficiency of the last one. This results from its lower sensibility to the variables "time", "year season" and "environment". The variable "time" is intended as the trap's efficiency to gather dead bees in one week (Gary: 76.9%; underbasket: 95.8%). The activity of small saprophages (mostly wasps), which pick up dead or dying bees from the trap, affects the trap's efficiency, in relation to season (Gary: spring 81.9%, summer 85%; underbasket: spring 99%, summer 93.8 %) and environmental complexity (Gary: high complexity 75.7%, low complexity 91.2%; underbasket: high complexity 94.6%, low complexity 98.2%). In order to avoid losses of samples and problems related to the impact of atmospheric agents, a new type of trap with closed structure was developed ("barrier trap") that did not affect the hive's activity. The trap is provided with a way-out on the same level of the original hive's exit. The undertaker bees would drop the dead bees in a space which collects them in a sampler. Many modifications were tested, because the results were not completely satisfactory. The best results were gained when the sampler was made of latex (a latex glove).

KEY WORDS: *Apis mellifera*, biomonitoring, pesticides, honeybees mortality, trap cages.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- ACCORTI M., 1994. - Le api e il monitoraggio ambientale. Valutazioni a lungo termine sulle gabbie di raccolta delle api morte. - *Apicoltura*, 9: 19-29.
- ACCORTI M., LUTI F., TARDUCCI F., 1991. - Methods for collecting data on natural mortality in bee. - *Ethol., Ecol. & Evol., Special Issue*, 1: 123-126.
- ATKINS E.L., TODD F.E., ANDERSON L.D., 1970. - Honey bee field research aided by Todd dead bee hive entrance trap. - *Calif. Agric.*, 24 (10): 12-13.
- BARBATTINI R., GREATTI M., 1995. - La mortalità delle api e il monitoraggio dell'inquinamento agricolo. - *Inf.tore fitopat.*, 6 (XLV): 13-17.
- BÜHLMANN G., 1987. - Messungen am Flugloch: März und April. - *Schweiz. Bienenztg.*, 110 (4): 132-140.
- BÜHLMANN G., WILLE M., IMDORF A., 1987a. - Messungen am Flugloch: Mai und Juni. - *Schweiz. Bienenztg.*, 110 (6): 245-258.
- BÜHLMANN G., WILLE M., IMDORF A., 1987b. - Messungen am Flugloch: Juli und August. - *Schweiz. Bienenztg.*, 110 (7): 293-303.

- BÜHLMANN G., WILLE M., IMDORF A., 1987c. - Messungen am Flugloch: September - Dezember. - *Schweiz. Bienenztg.*, 110 (11): 491-500.
- BURRIL R.M., DIETZ A., 1973. - An automatic honey bees counting and recording device (Apicard) for possible system analysis of a standard colony. - *Am. Bee J.*, 113: 216-218.
- CHAUVIN R., 1952. - Nouvelle technique d'enregistrement de l'activité de la ruche. - *Apiculteur*, 96: 9-14.
- CHAUVIN R., 1963. - Essais d'enregistrement simultané des principaux phénomènes de la vie d'une ruche. - *Ann. Abeille*, 6: 167-183.
- CHIESA F., BARBATTINI R., GREATTI M., D'AGARO M., PORRINI C., 1992. - Confronto sull'efficacia di raccolta di api morte in gabbie di tipo diverso. - *Atti del convegno: "L'ape come insetto test dell'inquinamento agricolo"*, Firenze, 28 marzo 1992: 101-110.
- FABERGE A.C., 1943. - An apparatus for recording the bees leaving and entering a hive. - *J. Sci. Instr.*, 20: 28-31.
- GARY N., 1960. - A trap to quantitatively recover dead and abnormal honey bees from the hive. - *J. Econ. Entomol.*, 53 (5): 782-785.
- GARY N., LORENZEN K., 1984. - Improved trap to recover dead and abnormal honey bees (Imenoptera: Apidae) from hives. - *Environ. Entomol.*, 13: 718-723.
- GREATTI M., BARBATTINI R., D'AGARO M., NAZZI F., 1994. - Effect on time on the efficiency of different traps for collecting dead honey bees. - *Apicoltura*, 9: 67-72.
- JOHANSEN C.A., COFFEY M.D., QUIST J.A., 1957. - Effect of insecticide treatments to alfalfa on honey bees, including insecticidal residue and honey flavour analyses. - *J. Econ. Entomol.*, 50: 721-723.
- KERFOOT W.B., 1966. - A photoelectric activity recorder for studies of insect behavior. - *J. Kansas Entom. Soc.*, 39: 629-633.
- KOULICHOV N.N., 1971. - Method for determining number of foraging bees in the field. - *Am. Bee J.*, 111 (7): 268-269.
- LIU C., LEONARD J.J., FEDDES J.J., 1990. - Automated monitoring of flight activity at beehive entrance using infrared light sensors. - *J. Apicult. Res.*, 29 (1): 20-27.
- LUNDIE A.E., 1925. - The flight activities of the honey bee. - *U.S. Dept. Agric. Bull.*, 1328, 37 pp.
- MARCHETTI S., 1985. - Il "metodo dei sestì" per la valutazione numerica degli adulti in famiglie di *Apis mellifera* L.. - *Apicoltura*, 1: 41-61.
- MARLETTO F., PITON P., 1983. - Conta-api elettronico per la verifica dell'attività degli alveari. - *Atti XIII Congr. Naz. It. Ent.*, Sestriere (TO): 707-712.
- MAYER D.F., JOHANSEN C.A., EVES J.D., BRITT R., BERGIN D., 1980. - Monitoring of honey bee mortality from insecticides. - *Am. Bee J.*, 120: 352-355.
- PORRINI C., 1999. - Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei pesticidi con api. In: *Atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale"*, Roma, 26-27 novembre 1998 (Piccini C., Salvati S. Eds.), ANPA, Serie Atti 2/1999: 311-317.
- PORRINI C., CAZZOLA A., MENOZZI R., 1992. - Prospettive di un contatore elettronico per la valutazione della dinamica di popolazione delle api. - *Atti del convegno: "L'ape come insetto test dell'inquinamento agricolo"*, Firenze, 28 marzo 1992: 117-126.
- PORRINI C., COLOMBO V., CELLI G., 1996. - The honey bee (*Apis mellifera* L.) as pesticide bioindicator. Evaluation of degree of pollution by means of environmental hazard indexes. - *Proceedings XX Int. Congr. Of Entom.*, Firenze, Italy, August 25-31, 1996: 444.
- PORRINI C., CELLI G., RADEGHIERI P., 1998. - Monitoring of pesticides through the use of honeybees as bioindicators of the Emilia-Romagna coastline (1995-1996). - *Annali di Chimica*, 88: 243-252.
- RHODES H.A., WILSON W.T., 1978. - A simple trap for recovering dead adult honey bees. - *Am. Bee J.*, 118: 671-672.
- RICKLI M., BÜHLMANN G., GERIG L., HERREN H., SCHÖRCH H.J., ZEIER W., IMDORF A., 1989. - Zur Anwendung eines elektronischen Bienenzählgerätes am Flugloch eines Bienenvolkes. - *Apidologie*, 20: 305-315.
- SPANGLER H. J., 1969. - Photoelectrical counting of outgoing and incoming honeybees. - *J. Econ. Entomol.*, 62 (3): 1183-1184.
- STRUYE M.H., MORTIER H.J., ARNOLD G., MINICCIO C., BORNECK R., 1994. - Microprocessor-controlled monitoring of honeybee flight activity at the hive entrance. - *Apidologie*, 25: 384-395.

Autore a cui inviare la corrispondenza:

Claudio Porrini, Istituto di Entomologia "G. Grandi", via F. Re, 6, 40126 Bologna  
e-mail: cporrini@entom.agrsci.unibo.it