

GIULIA GIORDANI

Istituto di Zooculture dell'Università di Bologna

GIORGIO CELLI, PAOLA ANGELINI

Istituto di Entomologia « Guido Grandi » dell'Università di Bologna

Contributi all'etologia dell'ape in serra

3.

Preferenze figurali in *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) e possibilità di favorire e incentivare, mediante segnali, la sua visita alle colture protette.

NOTA PREVENTIVA

Gli scopi di questa serie di ricerche su *Apis mellifera* L., rubricate con il titolo generale di « Etologia dell'ape in serra », sono già stati ampiamente elucidati in due pubblicazioni precedenti (Celli, 1985; Celli, Angelini, 1987) che segnaliamo al lettore desideroso di informazioni in merito.

In questa breve nota riportiamo i risultati di alcune esperienze che riguardano l'accertamento delle preferenze dell'ape per talune forme, già note, come vedremo, in letteratura, e da noi rivisitate, e la verifica della possibilità di usare tali forme preferite per facilitare, e incentivare, l'accesso e la frequentazione del nostro insetto in ambiente confinato, allo scopo di migliorare colà le sue prestazioni di impollinatore.

INTRODUZIONE

Fin dal secondo decennio del nostro secolo, uno dei pionieri nello studio dell'etologia dell'ape, von Frisch (1914), diede inizio a delle sperimentazioni mirate ad illustrare, nell'imenottero, la possibilità di percezione cromatica, che non ci interessa in questa sede, e la sua capacità a discriminare certe forme, argomento, quest'ultimo, che riguarda da vicino le nostre presenti ricerche.

Lo scienziato austriaco, al termine della sua investigazione sperimentale, concluse che le api non sono in grado di distinguere un quadrato da un triangolo o da un cerchio, forse perché questa abilità percettiva non ha per loro alcun significato biologico.

Diversi anni dopo la Hertz (1929, 1931) condusse prove analoghe e confermò, a sua volta, che le api non sanno discriminare delle forme semplici, a contorno lineare, mentre colgono bene la differenza tra queste e altre figure a perimetro frastagliato, che peraltro non distinguono tra loro. In forza di queste acquisizioni, la Hertz dedusse che la percezione delle forme nell'ape e nell'uomo obbedisce a criteri differenti, e che tale diversità è forse dovuta al fatto che l'ape, volando, percepisce una data cosa come una sequenza di stimoli sotto specie di flash luminosi, che raggiungono l'uno dopo l'altro i singoli ommatidi, evocando cambiamenti successivi di eccitazione. Il numero di questi flash sarà in funzione del modello visivo della cosa percepita, e quindi della più o meno intensa irregolarità, o frastagliamento, del contorno. Più il detto contorno è irregolare, maggiori sono gli stimoli che raggiungono l'occhio.

La pregnanza visiva di una figura, che chiamiamo intensità, può venire formulata con un numero, per esempio in cm^{-1} , ottenuto dividendo il suo perimetro per la sua area.

Le prove effettuate dalla Hertz sono consistite nel mettere a confronto un cerchio di 5,5 cm di diametro, e un triangolo della stessa area. Incuranti del fatto che il cerchio segnalava un premio in cibo, le api hanno continuato a visitare le due figure indifferentemente, segno che non riuscivano a distinguerle.

Per inciso ricordiamo che, secondo Del Portillo (1936), l'incapacità discriminativa dipenderebbe dalla curvatura dell'occhio composto, che deformerebbe fortemente le figure.

Tuttavia, come dimostrò sempre la Hertz, ponendo accanto al cerchio una stella a più punte, le api riuscivano a discriminare perfettamente la prima figura dalla seconda. Anzi, l'insetto è capace di operare un distinguo tra stelle con numero crescente di punte (Schnetter, 1972). Nel corso delle sue esperienze la Hertz scoprì anche che le figure frastagliate sono spontaneamente preferite rispetto a quelle con perimetro lineare, proprio perché, pensò, comportano un maggior numero di stimoli. Forse la cosa deve venire interpretata in maniera differente, e posta in un contesto motivazionale.

Infatti, Jacobs-Jessen (1959) dimostrò che le api, dopo aver bottinato, mostrano di invertire la preferenza suddetta e prediligono le figure più semplici. La logica è fin troppo trasparente: quando l'ape cerca i fiori preferisce le forme che somigliano ai fiori; quando torna a casa è attenta all'apertura tonda o alla fessura che costituiscono l'accesso all'arnia. Per lo meno si è tentati di interpretare così il fenomeno.

Dal canto nostro, resi edotti da queste esperienze, e convinti che l'ape percepisce le forme, e legge con grande attenzione il paesaggio, abbiamo deciso di mettere in atto alcune esperienze.

In un primo momento si è voluto rivisitare direttamente le preferenze dell'ape per le figure a stella e, in un secondo momento, si è sperimentato se non fosse possibile usare queste preferenze, previo un breve condizionamento, per indicare all'insetto l'entrata di una piccola serra, e per invogliarlo ad accedere con maggiore frequenza all'interno.

MATERIALE E METODO

Per verificare il grado di preferenza nelle forme abbiamo utilizzato delle figure geometriche: quadrato, stella a cinque punte e stella a dieci punte. La misura del lato del quadrato era di cm 3 mentre le

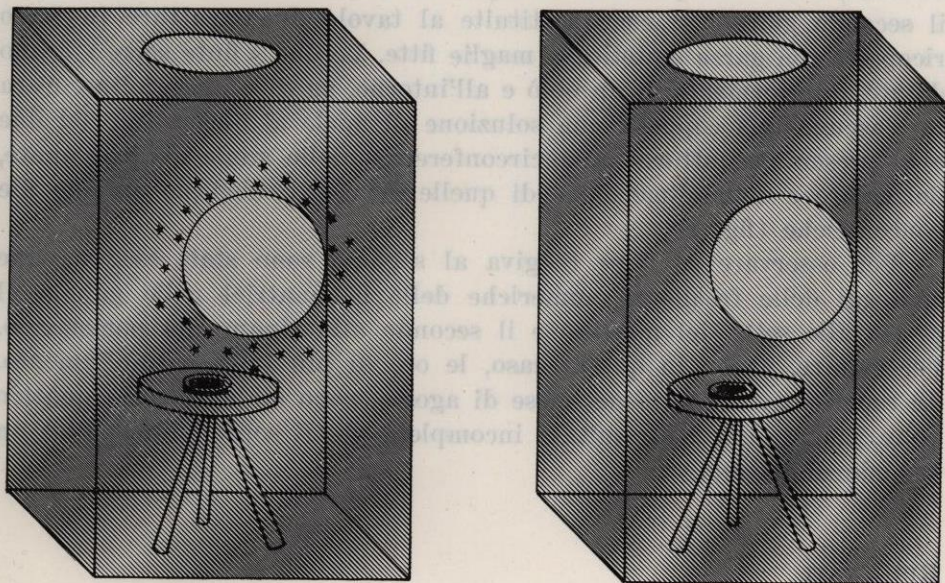


FIG. I

Struttura sperimentale. Nella «finta serra», a sinistra, è stata disposta, attorno all'oblò di accesso, una duplice fila concentrica di stelle a dieci punte.

altre due figure risultavano inscrivibili in un cerchio con diametro uguale alla misura del lato del quadrato. Queste figure geometriche erano piene, di colore bleu, che è ben percepito dalle api, stampate su fogli bianchi della dimensione di cm 24 x 34, con una concentrazione di venti figure per foglio. I fogli sono stati collocati su un piano orizzontale posto a 10 m di distanza da tre alveari.

Ai segnali veniva associata una coppella di miele. Si sono eseguiti

i test di verifica abbinando sul piano i due o i tre segnali diversi associati con coppelle di miele e procedendo ad effettuare un conteggio periodico delle api che visitavano i vari segnali in un intervallo di cinque minuti.

Sono stati effettuati due conteggi giornalieri, uno tra le otto e le nove del mattino e l'altro tra le quattro e le cinque del pomeriggio; infatti, nei momenti di più intenso bottinamento riesce difficile, per la presenza in massa delle api, eseguire dei rilievi quantitativi.

Riguardo al secondo gruppo di esperienze, tese a valutare, come si è già accennato all'inizio, la possibilità di favorire, e incentivare, mediante segnali, l'accesso dell'ape a un ambiente confinato, abbiamo adottato la seguente strategia. Si è condizionata l'ape per due giorni successivi ponendo sei fogli con stelle a dieci punte sul tavolo sperimentale, e offrendo per ciascun foglio un premio in cibo. A tarda sera, il secondo giorno, si sono sostituite al tavolo due strutture in ferro ricoperte con garza sintetica a maglie fitte. Le due « finte serre » erano dotate anteriormente di un oblò e all'interno, su di un seggiolino, c'era in ciascuna una coppella con soluzione di miele al 50%. Uno dei due oblò presentava, attorno alla circonferenza, delle stelle a dieci punte, del colore e della dimensione di quelle dei fogli, disposte su due file concentriche (fig. 1).

Per osservare se l'ape reagiva al segnale sono stati eseguiti due conteggi delle frequenze numeriche delle bottinatrici nelle gabbie, il primo alle sette del mattino e il secondo alle cinque del pomeriggio, per evitare, anche in questo caso, le ore di più intenso affollamento. Le esperienze, condotte nel mese di agosto, sono state ripetute quattro volte, ma la quarta è risultata incompleta per il sopraggiungere di un periodo di pioggia.

RISULTATI

Le prove ci hanno consentito di verificare una preferenza abbastanza spiccata delle api, peraltro già nota in letteratura e qui confermata, per determinate forme geometriche. Le due figure poste a confronto per prime sono state la stella a dieci punte e il quadrato. Si può vedere chiaramente come esista una dissimetria notevole, da 1 a 3, nelle visite alle coppelle di miele poste in corrispondenza dei due segnali visivi, e come, quindi, emerga una chiara preferenza dell'ape per la stella a dieci punte (tab. 1). In seguito (tab. 2) la stella a cinque punte è stata contrapposta a quella a dieci punte. I risultati confermano un diverso grado di preferenza per le due forme-test, proprio nel senso di un maggiore gradimento per la forma più riccamente frastagliata. Il rapporto, come si vede, tra le visite del territorio percettivo a cinque punte rispetto

all'altro a dieci punte è di 1:2 circa, minore rispetto alla dissimetria stella a cinque punte/quadrato, ma sempre importante.

La tabella 3 riporta i dati dell'esperienza di confronto tra i tre tipi sperimentali di forme-test. I dati raccolti sono singolarmente con-

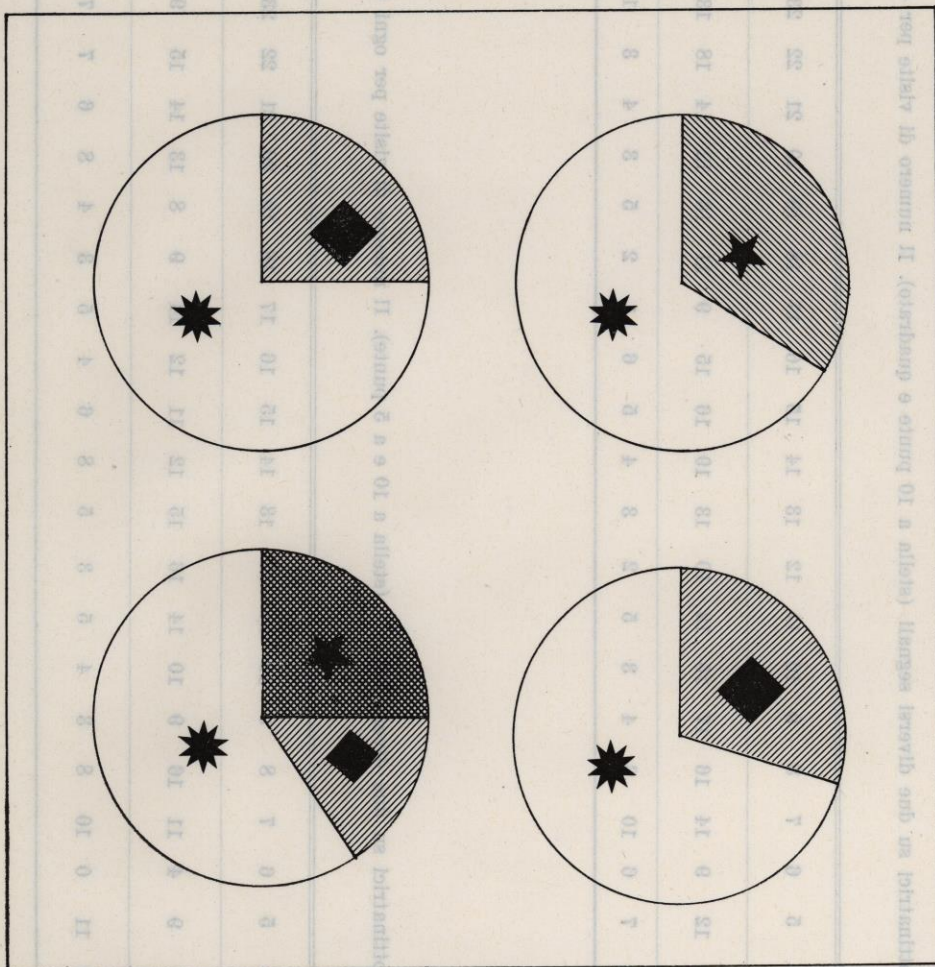


FIG. II

In alto: diagrammi relativi alla tabella 1 (a sinistra) e 2 (a destra).

In basso: diagrammi relativi alle tabelle 3 (a sinistra) e 4 (a destra).

gruenti alle aspettative create dalle prove precedenti. Le visite hanno dimostrato una preferenza crescente dal quadrato alla stella a cinque punte alla stella a dieci punte.

La tabella 4 riguarda invece la comparazione tra i due segnali iniziali (quadrato, stella a dieci punte) ma aumentando e saturando lo

TAB. 1 - Visite effettuate dalle bottinatrici su due diversi segnali (stella a 10 punte e quadrato). Il numero di visite per ogni test è riferito a cinque minuti.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Numero test | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 25 | |
| Stella 10 punte | 9 | 14 | 13 | 21 | 12 | 9 | 14 | 16 | 17 | 15 | 12 | 10 | 13 | 19 | 16 | 15 | 9 | 11 | 16 | 12 | 14 | 18 | 13 | 14 | 12 | 344 |
| Quadrato | 5 | 5 | 5 | 9 | 7 | 6 | 10 | 6 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 109 |

TAB. 2 - Visite effettuate dalle bottinatrici su due diversi segnali (stella a 10 e a 5 punte). Il numero di visite per ogni test è riferito a cinque minuti.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|---|----|----|----|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Numero test | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 25 | |
| Stella 10 punte | 15 | 4 | 9 | 12 | 9 | 4 | 11 | 16 | 9 | 10 | 14 | 16 | 15 | 12 | 11 | 12 | 14 | 9 | 8 | 13 | 14 | 15 | 9 | 10 | 11 | 282 |
| Stella 5 punte | 5 | 3 | 14 | 8 | 11 | 0 | 10 | 8 | 3 | 4 | 5 | 3 | 5 | 8 | 6 | 4 | 5 | 3 | 4 | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 4 | 147 |

Tab. 3 - Visite effettuate dalle bottinatrici sui tre diversi segnali. Il numero di visite per ogni test è riferito a cinque minuti.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Numero test | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 25 | |
| Stella 10 punte | 7 | 13 | 14 | 12 | 16 | 10 | 15 | 9 | 13 | 12 | 9 | 8 | 15 | 7 | 11 | 10 | 11 | 14 | 12 | 10 | 8 | 13 | 15 | 12 | 16 | 292 |
| Stella 5 punte | 3 | 6 | 5 | 7 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | 8 | 5 | 5 | 5 | 2 | 6 | 3 | 6 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7 | 4 | 6 | 123 |
| Quadrato | 1 | 3 | 6 | 4 | 5 | 2 | 1 | 6 | 3 | 4 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 5 | 6 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 84 |

Tab. 4 - Visite effettuate dalle bottinatrici su due diversi segnali disposti alternativamente a coprire il tavolo. Il numero di visite per ogni test è riferito a cinque minuti.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Numero test | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 25 | |
| Stella 10 punte | 18 | 12 | 29 | 12 | 20 | 25 | 29 | 22 | 30 | 36 | 30 | 18 | 43 | 27 | 30 | 25 | 31 | 35 | 28 | 32 | 15 | 20 | 23 | 28 | 21 | 639 |
| Quadrato | 6 | 4 | 10 | 5 | 11 | 10 | 12 | 8 | 12 | 21 | 11 | 7 | 25 | 12 | 14 | 12 | 10 | 15 | 9 | 14 | 3 | 8 | 5 | 12 | 7 | 263 |

spazio sperimentale del tavolo mediante sei (tre + tre) fogli contrassegnati dalle forme suddette (fig. II).

TAB. 5 - Visita delle bottinatrici nella gabbia A, con segnali (stelle a 10 punte), e B, senza segnali.

| test | giorni | gabbia A | | gabbia B | |
|------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | | ore 7 | ore 17 | ore 7 | ore 17 |
| 1 | 1 | 8 | 32 | — | 40 |
| | 2 | 16 | 24 | 10 | 22 |
| | 3 | 15 | 18 | 11 | 13 |
| 2 | 1 | 20 | 16 | — | 5 |
| | 2 | 21 | 33 | 10 | 32 |
| | 3 | 18 | 21 | 4 | 23 |
| 3 | 1 | 15 | 13 | 2 | 16 |
| | 2 | 10 | 12 | — | 18 |
| | 3 | 13 | 29 | 5 | 24 |
| 4 | | 13 | 14 | 3 | 13 |
| | | ?? | ?? | ? | ?? |
| | | | ?? | ? | ?? |

I risultati, come si può constatare, hanno ripetuto puntualmente i valori in precedenza registrati.

TAB. 6 - Rapporto A/B del numero di bottinatrici presenti nelle due gabbie (i numeri sono cumulativi delle tre esperienze).

| giorni ore | primo | | secondo | | terzo | |
|----------------------|--------------|----|---------------|----|---------------|----|
| | 7 | 17 | 7 | 17 | 7 | 17 |
| A/B | 43/2 : 61/61 | | 47/20 : 69/60 | | 46/20 : 68/60 | |
| Test 4 (parziale) | 13/3 : 14/13 | | | | | |

Mentre i dati delle esperienze sulle preferenze figurali sono risultati inequivocabili, i test concernenti l'incentivazione delle api a entrare in ambiente confinato necessitano di ulteriori verifiche, pur presentando già da ora elementi di un certo interesse. Si consultino in merito le due tabelle 5 e 6.

L'esiguità dei dati raccolti non ci consente di formulare delle conclusioni assolutamente attendibili. Tuttavia, la regolarità delle risposte ottenute ci autorizza a qualche commento, e a qualche considerazione generale. Senza dubbio le api condizionate sulla stella la riconoscono anche se ruotata di 90°, portata dall'orizzontale alla verticale, e reagiscono al segnale, entrando più attivamente, all'inizio del bottinamento, nelle gabbie contrassegnate dalla figura associata, per esperienza precedente, al premio in cibo. Scoperto, nel corso della giornata, magari per eventuali derive, che anche la gabbia senza segnali ospita del miele « a disposizione », le api cominciano a far meno attenzione alle stelle, e la frequenza delle loro visite nella gabbia B tende a crescere. Il fenomeno aumenta anche di giorno in giorno. Sembra, però, che i segnali continuino ad esercitare una debole attrazione anche con il passar del tempo, perché la gabbia A risulta quasi sempre più frequentata della B.

Se ne deduce che le api prestano grande attenzione, e *leggono* le forme a loro offerte nel territorio immediatamente circostante l'alveare.

CONCLUSIONI

L'idea di usare delle forme geometriche preferite per segnalare alle bottinatrici l'accesso a degli ambienti confinati, e incentivarne la frequentazione, aumentando l'impollinazione incrociata di certe colture, si è dimostrata praticabile, anche se altre esperienze, più complete, dovranno seguire. In una prima serie di test l'ape, confermando i dati in letteratura, ha dimostrato di preferire nettamente al quadrato la stella, e, tra le stelle, quella a dieci punte rispetto a quella a cinque punte. In una seconda serie di esperienze, effettuate con gabbie di garza dotate di un oblò di accesso al cibo, contrassegnato e no da una duplice fila concentrica di stelle a dieci punte, le api, condizionate preliminarmente ad associare questa figura al cibo, hanno dimostrato di reagire positivamente all'invito, frequentando, sopra tutto il mattino del primo giorno, la gabbia con stelle invece dell'altra. Con il progredire del giorno, e dei giorni, scoperto che anche nella gabbia senza segnali c'è del cibo, le api mostrano la tendenza a uniformare le visite, salvo una costante, anche se piccola, preferenza per la gabbia con stelle.

RIASSUNTO

Sono state verificate le preferenze, già note in letteratura, dell'ape per certe figure più o meno frastagliate, come la stella, e altre a perimetro uniforme, come il quadrato. In esperienze di campo l'ape ha dimostrato di optare nettamente, a parità di premio in cibo, per la stella a dieci punte rispetto a quella a cinque punte, e per queste due figure rispetto al quadrato. Dalle prime prove, condotte mediante gabbie di garza con oblò d'accesso contrassegnato o no con una duplice fila concentrica di stelle a 10 punte, esposte ad api condizionate preliminarmente a questo segnale, emerge che l'insetto reagisce positivamente all'invito, anche se solo nei primi tempi, ed esibisce comunque una preferenza debole ma costante per le gabbie « con stelle ».

Studies on ethology of the Honeybee in greenhouse.

3

Preferences for different geometric figures by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) and possibilities of enhancing its visits to protected crops through visual signals.

SUMMARY

In literature honeybees are said to prefer figures more or less indented, like the star, to figures with an even perimeter, like the square. In this field trial the honeybees have shown to privilege clearly, the food reward being equal, the ten point stars rather than the five point stars and both the star figures rather than the squares. Preliminary tests were carried out using cheesecloth cages supplied with a round entrance hole, marked or not with a double concentric row of ten point stars, and made available to bees previously conditioned by this signal. The insects reacted positively, even if only at first, and exhibited anyhow a weak but steady preference for the « star marked » cages.

(Preliminary note)

BIBLIOGRAFIA CITATA

- CELLI G., 1985. — Contributi all'etologia dell'ape in serra, 1. Food-games con le api. - *Atti XIV Congr. naz. Ent., Palermo*, 1985, 673-680.
- CELLI G., ANGELINI P., 1987. — Contributi all'etologia dell'ape in serra, 2. Ricerche sulla percezione visiva di *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) in rapporto all'interazione tra forma e colore degli zimbelli. *Boll. Ist. Ent. « Guido Grandi » Univ. Bologna*, 41: 147-157.
- DEL PORTILLO, 1936: citato in Chauvin R. - *Vie et Moeurs des Insectes*. - Payot, Paris, 1956.
- FRISCH VON K., 1915. — Der Fabernsinn und Formensinn der Bienen. - *Zool. Jahrb., Allg. Zool. Physiol.*, 35: 1-182.
- HERTZ M., 1929-31. — Die Organisation des optischen Feldes bei der Biene, 1°, 2°, 3°. - *Z. Vergl. Physiol.* 8: 693-748, 11: 107-145, 14: 629-674.
- JACOBS-JESSEN U. F., 1959. — Zur Orientierung der Hummeln und einiger anderer Hymenopteren. - *Z. Vergl. Physiol.*, 41: 597-641.
- SCHNETTER B., 1972. — Experiments on Pattern Discrimination in Honey Bees. - In: *Information Processing in the visual Systems of Arthropods - Springer-Verlag*. Berlin Heidelberg New York, 195-200.