

Substrati artificiali per l'ovideposizione dell'entomoparassita
Gonia cinerascens Rond. (Diptera Larvaevoridae)
in cattività ⁽¹⁾ ⁽²⁾.

INTRODUZIONE

Numerosi sono gli studi sugli stimoli che influenzano il comportamento di ovideposizione nei Ditteri. Non è certamente nostra intenzione, nè sarebbe qui il caso, di sviscerare la complessa bibliografia. Non possiamo tuttavia esimerci dal ricordare i lavori più recenti riguardanti le forme parassite, per dare un'idea generale dello stato delle nostre conoscenze su questo cruciale momento nel ciclo biologico degli entomofagi. A parte il valore puramente conoscitivo di siffatte ricerche, non è chi non veda le importanti implicazioni di ordine pratico nel campo degli allevamenti massali dei parassitoidi. Orbene nel presente lavoro è proprio di quest'ultimo aspetto che ci siamo particolarmente interessati.

Innanzitutto dobbiamo rilevare, al solito, che mentre sono numerose le pubblicazioni concernenti gli Imenotteri Terebranti, piuttosto scarse sono quelle riservate ai Ditteri. Poichè esistono fra i due ordini enormi differenze ad ogni livello, anche se in parte attenuate, per le forme parassite, dagli immancabili fenomeni di convergenza (Mellini, 1976), ne consegue che i reperti relativi ai primi, solo in scarsa misura possono applicarsi ai secondi. Limitiamo perciò il nostro discorso soltanto a questi ultimi e in sostanza ai soli Larvevoridi, che ne sono la famiglia di gran lunga preminente e più studiata, tenendoli distinti in base alle modalità di « contaminazione » dell'ospite.

— Specie che attaccano direttamente l'ospite deponendo internamente od esternamente al suo corpo.

Secondo alcuni Autori, indicati da Burks e Nettles (1978) e da Vinson (1976), tra i primi stimoli indispensabili affinché le femmine proce-

(1) Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXXI.

(2) Ricerca finanziata dal C.N.R. nell'ambito del programma finalizzato « Promozione della qualità dell'ambiente », AP/1.

dano alle manovre di ovideposizione sono da annoverare quelli visivi derivati dai movimenti dell'ospite. Tuttavia Burks e Nettles, in riguardo a *Eucelatoria* sp., non hanno trovato differenze significative nelle percentuali di parassitizzazione tra larve di *Heliothis virescens* (F.) reattive e larve immobilizzate mediante trattamento con CO₂; secondo gli stessi Autori determinanti sono invece gli stimoli olfattivi ⁽³⁾ provenienti da sostanze chimiche presenti nella cuticola delle larve ospiti. In seguito Nettles (1979), sempre in riguardo alla stessa coppia, scopre, valendosi di olfattometri, che più efficaci degli effluvi emessi dagli ospiti sono quelli provenienti dalle piante sulle quali essi si evolvono ⁽⁴⁾; inoltre l'attrattività varia con la specie di pianta ⁽⁵⁾, col mutare delle condizioni ambientali (fotoperiodo, ecc.) nonché nelle varie ore del giorno.

Del resto già in precedenza Monteith (1956) aveva dimostrato, sperimentando su *Drino bohemica* Mesn., l'importanza delle stimolazioni chimiche e tattili, derivate, ad un tempo, dall'ospite e dalla pianta su cui questo si evolve, nelle operazioni di ricerca e di selezione del medesimo.

— Specie che attaccano indirettamente l'ospite deponendo: a) nelle sue vicinanze; b) sul suo pabulum.

È questa una modalità abbastanza comune tra i Larvevoridi, anche se eccezionale nel mondo dei parassitoidi. Per la categoria a) il comportamento della femmina deve essere integrato da quello della larvetta al fine di garantire la presa di possesso dell'ospite.

In generale sembra che più che la presenza del fitofago, siano le sue deiezioni, i suoi secreti, le alterazioni da esso apportate alla pianta che stimolano l'ovideposizione. Così, con riferimento al gruppo a), *Lydella grisescens* R.-D., parassita di larve endofite di *Ostrinia nubilalis* Hb., è indotta a deporre, a quanto pare, da sostanze presenti nel rosario che fuoriesce dalle gallerie dell'ospite; Hsiao et alii (1966) ritennero che la sostanza stimolante fosse un prodotto derivato dal metabolismo delle larve, piuttosto che un componente della pianta. Similmente *Lixophaga diatraeae* (Town.) nemica di *Diatraea saccharalis* (F.), che scava gallerie nella canna da zucchero, è stimolata a larvideporre dal materiale

(3) Sulla base di uno studio comparato delle antenne dei Ditteri superiori Liebermann (1926) (citato da Herrebout, 1969) pervenne alla conclusione che le femmine dei Larvevoridi, in particolare, possiedono un senso dell'olfatto notevolmente sviluppato.

(4) Vari sono gli Autori che sottolineano l'importanza primaria delle piante nell'attrarre i parassitoidi, per cui il tasso di parassitizzazione di una data specie ospite varia con il vegetale su cui si evolve. Fra le ricerche più recenti in riguardo ai Larvevoridi vedansi quelle di Harrington e Barbosa (1978).

(5) Egli ritiene che tali sostanze attrattive, una volta identificate nei vegetali più efficaci, potranno essere distribuite sulle colture infestate, anche botanicamente diverse, per incrementare la lotta naturale contro il suddetto notturno.

che viene scaricato all'esterno; Roth et alii (1978) dimostrano sperimentalmente che lo stimolo scatenante la deposizione è dato dal contatto dei tarsi delle zampe anteriori con tali sostanze, che essi hanno estratto elettivamente dal canale alimentare dell'ospite; tuttavia variando la pianta, ovvero cambiando il fitofago, la larvideposizione si annulla. Ed ancora, *Archytas marmoratus* (Town.), evolventesi in larve ectofite di Nottuidi, è stimolato a larvideporre in vicinanza dell'ospite da sostanze chimiche presenti nelle sue feci, nell'emolinfa e in tutto il suo corpo; Nettles e Burks (1975) riescono anche a determinare, pur essendo i tentativi di purificazione falliti, alcune proprietà di tale stimolante (solubilità in H₂O e in alcuni acidi, inattivazione in soluzioni alcaline, natura proteica) e a stabilire che esso è un metabolita dell'ospite e non una sostanza presente nella sua dieta; essi inoltre ritengono che, dato l'elevato peso molecolare tale stimolante agisca per contatto e non come attrattivo, cioè a distanza.

Venendo al gruppo b), nel quale si colloca *Gonia cinerascens* Rond. da noi studiata, sembra scontato che, data l'ovideposizione sulle foglie, queste e la pianta in generale, abbiano un peso ben superiore nel regolare tali operazioni. Vecchie osservazioni di Bess (1936) per *Leschenaultia exul* Town. e di Dowden (1934) per *Zenillia libatrix* Panz. indicano che le foglie tagliate in modo da simulare le erosioni praticate dai Limantridi vittime stimolano la deposizione delle uova microtipiche. In tempi più recenti Mellini (1956) riferisce che in natura le uova microtipiche di *Sturmia bella* Meig. si trovano quasi esclusivamente sulle ortiche infestate da *Inachis io* L. o comunque su quelle che mostrano foglie lese, e solo eccezionalmente su piante di ortica immediatamente contigue anche se indenni. Embree e Sisojevic (1965), riferendosi a *Cyzenis albicans* (Fall.), dichiarano che le uova sono deposte soltanto sulle foglie danneggiate dalle larve dell'ospite e addirittura, per l'84 %, localizzate accanto alle erosioni.

Hassel (1968) dimostra sperimentalmente la validità di tali conclusioni in riguardo alla suddetta specie; egli trova infatti una correlazione diretta tra la entità delle lesioni apportate alle foglie e densità delle uova deposte. Con una serie di prove dimostra inoltre che non è la presenza del fitofago, o di sue deiezioni, che induce le femmine ad ovideporre, ma semplicemente quella degli essudati emessi dalle foglie comunque lese, anche artificialmente, e in particolare loro componenti zuccherini quali il saccarosio ed il fruttosio (6).

(6) Monteith (1964) aveva già dimostrato l'importanza dei danni causati dall'ospite alle foglie, nell'indurre l'ovideposizione da parte dei larvevoridi *Drino bohémica* Mesn. e *Bessa harvéyi* (Tns.), che pure depongono uova macrotipiche direttamente sulle vittime.

MATERIALE E METODO

La ricerca è stata condotta sulla oramai lungamente collaudata coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond., allevata in permanenza in cella climatica a 25 °C e 70 % U.R., con fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 di oscurità.

L'indagine ha avuto soprattutto lo scopo di ottenere la ovideposizione da parte delle femmine del parassita direttamente sulla dieta artificiale con la quale vengono allevate le larve dell'ospite.

G. cinerascens Rond. appartiene infatti a quel piccolo gruppo di Larvevoridi che depongono uova microtipiche sul substrato trofico dell'ospite il quale, nutrendosi, si autoinfesta. Vengono così parassitizzate soprattutto larve fillofaghe ectofite di Lepidotteri e di Imenotteri sinfiti, e pertanto la ovideposizione viene di norma effettuata sulle foglie.

Sono stati saggiati separatamente e in tempi successivi, quindi con vari gruppi di femmine, 9 diverse classi di caratteri di possibili substrati di ovideposizione. Per ciascuno dei 9 esami si è proceduto nel modo seguente.

In una gabbia metallica di rete zincata (cm 45-60 × 45 × 50) a maglie molto piccole (mm 3 × 3) vengono immessi 30 adulti di *Gonia* sfarfalati da non più di 24 ore. Essi sono alimentati, secondo la normale routine, con acqua distillata e una soluzione di acqua e miele cambiata giornalmente. In queste condizioni l'ovideposizione ha inizio dopo 8-12 giorni (7), per intensificarsi rapidamente in quelli successivi ed esaurirsi generalmente dopo poco meno di un mese dall'inizio della prova. Come substrato per la deposizione delle uova si sono utilizzati zimbelli ritagliati da cartoncini spessi 0,3 mm (8); essi vengono infilati all'estremità di uno spillo mentre l'altra viene infissa in un blocchetto di paraffina che funge da supporto ed è posato sul pavimento della gabbia. In molte prove i supporti sono foggiate a disco del diametro di cm 10, e gli zimbelli, in numero di 4 per ciascuno, vengono collocati alla periferia, sfalsati tra loro di 90°. Abbiamo indicato con 0° la posizione che fronteggia il corridoio della cella; le altre posizioni seguono in senso orario. Gli zimbelli sono cambiati ogni giorno per tutta la durata delle prove. Il conteggio delle uova viene effettuato al binoculare stereoscopico e te-

(7) L'inizio della ovideposizione dipende anche dalla densità di popolazione. Immettendo nella stessa gabbia 100-150 adulti, anziché una trentina, le prime uova si osservano dopo 4-5 giorni soltanto. Riviere (1975), che ha studiato le curve di ovideposizione di femmine isolate di *Pales pavidus* Meig., dichiara che le prime uova sono state emesse dopo 20-25 giorni, e in certi casi addirittura dopo 40-45, dallo sfarfallamento.

(8) All'uso di foglie artificiali (di pino su relativo rametto) sono ricorsi in passato Herrebut et alii (1969) per studiare i fattori implicati nella selezione dei rametti da parte delle femmine di *Eucarcia rutilla* Vill. alla ricerca dell'ospite sul quale depone uova macrotipiche.

nuto distinto per le due facce e per giorno. In tal modo si sono potute tracciare anche le curve di ovideposizione.

Siccome ogni prova è effettuata con numerose femmine si può ritenere che essa consti in realtà di tante ripetizioni, quante sono le femmine stesse e che i dati globali siano in pratica una media. Pertanto non si è ritenuto necessario effettuare vere e proprie ripetizioni per ciascuna prova.

Va rilevato che la durata di ciascun esperimento è di circa un mese; però, già a cominciare dalla I settimana, si verifica una progressiva moria delle *Gonia* (prima a carico dei maschi, ma in breve anche delle femmine) per cui l'allevamento degli adulti a poco a poco si spegne. Inoltre dopo qualche tempo le ali appaiono più o meno sfrangiate, o addirittura quasi integralmente scomparse, per cui i vari substrati di ovideposizione non possono più essere raggiunti a volo, ma soltanto con arrampicamento (peraltro non facile) lungo gli spilli che li sopportano.

Nelle prime 4 prove accanto agli zimbelli sono state poste anche foglie di *Pyracantha coccinea* M.J. Roemer ⁽⁹⁾, in funzione di testimonio e così misurare la reale efficacia dei primi. In seguito esse sono state eliminate, vista la forte preferenza delle femmine ovideponenti per le foglie naturali ed il conseguente appiattimento delle ovideposizioni sugli zimbelli.

Col succedersi delle prove i modelli sono stati via via conformati in modo tale da sommare le caratteristiche positive emerse dalla precedente sperimentazione.

Precisiamo che non è possibile procedere ad un confronto tra il numero di uova deposto nel corso delle varie prove, perchè, pur essendo costante il numero di adulti immessi nelle diverse gabbie, la sex ratio varia. Il dimorfismo sessuale in *Gonia* è poco accentuato; per effettuare il riconoscimento del sesso occorre l'esame dei genitali esterni e ciò comporta una manipolazione tale da arrecare sovente gravi danni ad organismi tanto delicati. Ad ogni modo il conteggio è stato compiuto a posteriori sugli individui morti.

Rileviamo da ultimo che non si è potuto adottare una sequenza del tutto soddisfacente nell'esaminare i vari gruppi di caratteristiche, perchè in taluni casi esse finiscono ineluttabilmente col sovrapporsi.

RISULTATI

Nell'esporre i risultati seguiamo l'ordine col quale le varie caratteristiche sono state esaminate, anche se nelle valutazioni di efficacia dei

(9) È stata impiegata questa pianta semplicemente per comodità, potendone disporre delle foglie anche durante la stagione invernale ed in alternativa al bosso che ha foglie troppo piccole; quasi certamente, in natura, essa è però ignorata dalla nostra *Gonia*.

diversi zimbelli si è dovuto, in certi casi, tenere conto dei dati emersi in prove successive.

1. - Colore

Sono stati posti a confronto zimbelli di 11 diversi colori nonchè uno incolore trasparente (di materiale plastico) con una foglia di *Piracantha*. Gli zimbelli, a forma di piccola foglia ovalare (superficie: cm² 3,7; perimetro: cm 7,8), riuniti in 3 gruppi, sono disposti orizzontalmente sostenuti dagli spilli ad una altezza di 3,5 cm dal pavimento della gabbia.

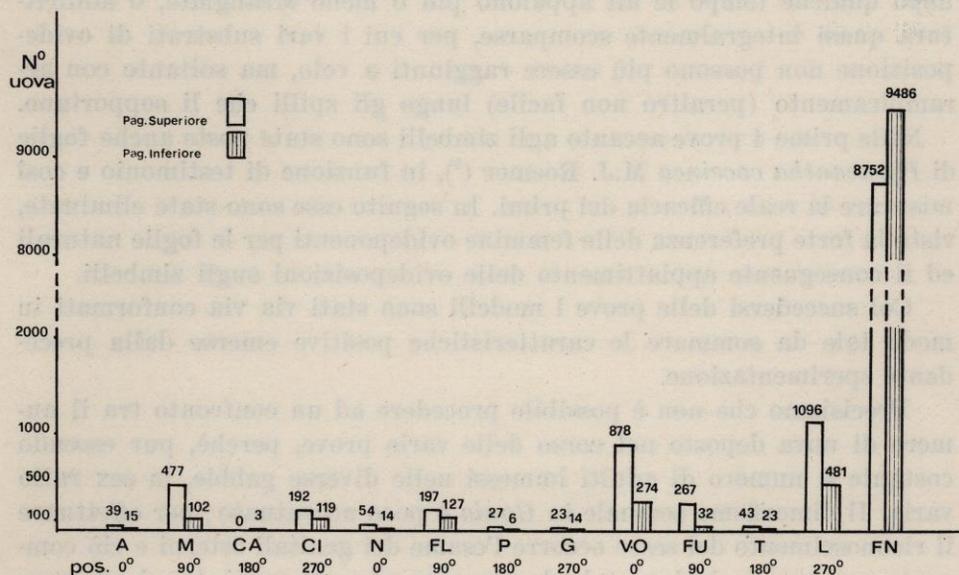


FIG. I

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra colore degli zimbelli e numero di uova deposte sulle due facce. A: albus; CA: caeruleus; CI: citrinus; FL: flavus; FN: foglia naturale; FU: fuliginus; G: griseus; L: luteus; M: miniatus; N: niger; P: purpureus; T: trasparente; V-O: viridis-olivaceus; pos.: posizione occupata dai vari zimbelli.

L'ovideposizione si è protratta per 27 giorni; le punte massime sono state raggiunte nel periodo compreso tra il IV e il XIX giorno con un ritmo di emissione superiore alle 1000 uova giornaliere. In generale si osserva che la curva di ovideposizione sugli zimbelli si abbassa molto più rapidamente di quella su foglia naturale col trascorrere del tempo: mentre nella settimana iniziale il numero di uova sui primi è nel complesso circa la metà di quello sulla seconda, in seguito scende a valori pressochè irrilevanti. Ciò, almeno in parte, può dipendere dal fatto che, col trascorrere del tempo, diminuisce l'affollamento nella gabbia e quindi

le femmine superstiti hanno maggiori possibilità di prolificare sulla foglia, che è unica, e nel contempo di trascurare gli zimbelli che sono assai meno attrattivi.

Innanzitutto si nota che la foglia da sola ha ricevuto ben 18.238 uova, pari all'80,19 % di tutte quelle deposte sulle varie lamine (22.741). Gli zimbelli più attrattivi sono risultati, nell'ordine, quello di colore « luteus » ⁽¹⁰⁾ (6,93 %), viridis-olivaceus (5,06 %), miniatus (2,54 %), flavus (1,42 %), citrinus (1,36 %) e fuliginus (1,31 %). Il meno efficiente in assoluto è apparso quello caeruleus che ha ricevuto 3 uova in tutto (0,01 %) ⁽¹¹⁾. Percentuali pressochè trascurabili, inferiori allo 0,3 %, sono state deposte su niger, albus, griseus, purpureus, nonchè sullo zimbello incolore. Il fatto che in pratica non vi siano differenze tra zimbelli di tali colori e quello trasparente indica che essi è come se non esistessero per le femmine ovideponenti; poichè in vari casi si è visto che le femmine raggiungono gli zimbelli arrampicandosi lungo gli spilli, sembra si possa dedurre che esse incontrano e utilizzano siffatti supporti semplicemente per caso.

Pare che la posizione occupata dalla lamina nel quadrante e il colore dello zimbello vicino possano influire sulla sua attrattività, anche se non in misura tale da interferire in modo determinante sulla graduatoria di efficienza dei vari colori. Così si è visto che su foglia naturale la metà prossima allo zimbello purpureus ha ricevuto meno uova rispetto a quella rivolta verso lo zimbello griseus; invertendo la posizione dei 2 zimbelli si è invertita, sebbene non nella stessa misura, l'intensità della ovideposizione.

Va da ultimo rilevato che le uova sono state deposte tanto sulla pagina superiore che su quella inferiore; ma mentre nella foglia naturale l'aliquota più alta si trova sulla faccia ventrale (52%), negli zimbelli è localizzata, con uno scarto molto forte (73 %), su quella dorsale.

2. - F o r m a

Sono stati messi a confronto 13 zimbelli di uguale superficie (cm² 3,7) ma di forma assai varia, per cui il perimetro sale, da un minimo di cm 6,8 nel modello rotondo, a un massimo di cm 13,3 in quello a forma di stretta striscia appuntita ad una estremità. Tutti sono di colore « luteus » che nella prova precedente ha ottenuto il maggiore successo.

Le 13 femmine presenti, nel giro di 3 settimane, hanno deposto com-

⁽¹⁰⁾ Per l'indicazione dei vari colori si è seguita la terminologia del Saccardo (1912).

⁽¹¹⁾ Per quanto ci consta i colori celeste e azzurro sono in generale evitati dai Ditteri elevati; ci sorprende quindi che Odell e Godwin (1979) abbiano utilizzato delle trappole di cartone blu per stimare la densità di popolazione di un altro larvevoride, la *Parasetigena silvestris* (R.-D.).

più plessivamente sugli zimbelli 2.263 uova, pari a circa il 30 % del totale (7.572); la foglia naturale ha quindi ricevuto, da sola, un numero di uova più che doppio. Tuttavia in paragone alla prova precedente gli zimbelli hanno registrato un incremento di circa il 10 % rispetto alla foglia e ciò è forse imputabile al fatto che sono tutti del colore preferito.

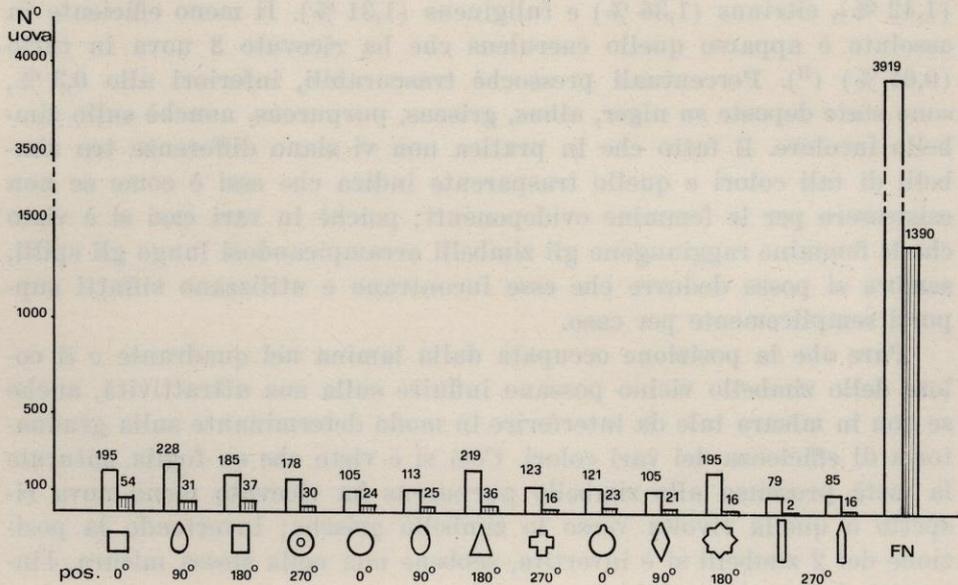


FIG. II

Gonio cinerascens Rond. - Relazione tra forma degli zimbelli e numero di uova deposte.

Il modello che ha totalizzato il numero più elevato di uova è quello a forma di foglia (3,42 %); il meno attrattivo è quello a forma di striscia rettangolare (cm 5,20 × 0,75) con sole 81 uova (1,06 %). In generale gli zimbelli meno preferiti, con aliquote di ovideposizione inferiori al 2 %, sono apparsi quello rotondo (1,70 %), ovale (1,82 %), rotondo con peduncolo (1,90 %), nonché quello a striscia con punta (1,33 %), romboidale (1,67), croce greca (1,83 %). Gli zimbelli più attrattivi, con aliquote prossime o superiori al 3 % sono risultati quello triangolare (3,36 %), quadrato (3,28 %), rettangolare di cm 2,7 × 1,4 (2,93 %), a stella (2,78 %), a corona circolare (2,74 %).

In generale quindi l'insetto sembra « riconoscere » la forma degli oggetti e preferire, a parità di superficie, quelli di sagoma compatta piuttosto che quelli allungati, anche se questi ultimi hanno un perimetro maggiore e quindi offrono più « occasioni » alla ovideposizione, che è localizzata, in ogni caso, quasi esclusivamente alla periferia. Indi-

cativo al riguardo è il confronto tra quadrato e rettangolo, da un lato, e le strisce, dall'altro.

Tra gli zimbelli di forma compatta, sembrano in genere più ricercati quelli appuntiti ad una estremità o con margini frastagliati ad angolo retto ⁽¹²⁾. Le forme rotondeggianti od ellittiche, prive di « punte », pure trovandosi dislocate nei quadranti preferiti, presentano infatti un carico di uova pari a solo poco più della metà degli zimbelli a forma di foglia ad apice affilato o di triangolo, che sono apparsi privilegiati. La femmina percorre la periferia del lembo, seguendone i margini con i tarsi di un lato; spesso vi gira tutt'attorno ed è verosimile che il diverso tipo di percorso ne stimoli più o meno attivamente l'ovideposizione; il massimo si verifica quando la sagoma si assomiglia di più ad una foglia.

Come nella prova precedente, anche in questa la quota più alta di uova sugli zimbelli viene toccata durante la I metà del periodo di prolificazione, quando in certe giornate viene raggiunto o addirittura oltrepassato il livello toccato su foglie naturali; in seguito le uova lasciate sugli zimbelli rappresentano solo una percentuale modestissima od irrisoria, quasi che i ditteri apprendessero col tempo a distinguere con maggiore sicurezza il substrato vero da quello falso; ma come si è detto nel paragrafo precedente, ciò può dipendere semplicemente dal fatto che con la rarefazione degli adulti la foglia offre spazio sufficiente e quindi non è necessario ricorrere ai modelli.

3. - Levigatezza

Nel tentativo di migliorare l'attrattività dei nostri zimbelli si è indagato sul carattere « levigatezza » visto che, essendo fatti di cartone, la loro superficie non è certamente così liscia e levigata come quella delle foglie naturali. Allo scopo sono stati impiegati 4 zimbelli a forma di foglia appuntita, di grandezza standard e di colore « luteus », nonché « viridis-olivaceus », aventi cioè le caratteristiche morfologiche e cromatiche apparse più efficaci nelle 2 prove precedenti. Metà sono stati levigati, tanto sulla pagina superiore che quella inferiore, mediante ripetuti strofinamenti con un blocco di paraffina.

Al solito la foglia naturale ha ricevuto la maggior parte di uova: il 78,77 % delle 19.862 deposte in totale sui supporti sperimentali dalle 12 femmine presenti, durante i 23 giorni di ovideposizione. Gli zimbelli

(12) Lo stesso fatto sembra accadere anche per i modelli di forma allungata; la striscia appuntita ha ricevuto infatti un numero di uova superiore rispetto alla striscia semplice e nonostante sia stata introdotta nella gabbia 8 giorni dopo l'inizio della ovideposizione.

dunque non sembrano avere migliorato la loro efficacia, rispetto a quelli delle prove precedenti, avendo raccolto solo il 21,23 %. Bisogna però tenere conto che mentre in quelle il numero degli zimbelli si aggirava sulla dozzina qui essi sono ridotti a 4 soltanto.

Riferendosi ora esclusivamente alla loro efficacia comparata notiamo, innanzitutto, che gli zimbelli di colore « luteus » si sono confermati

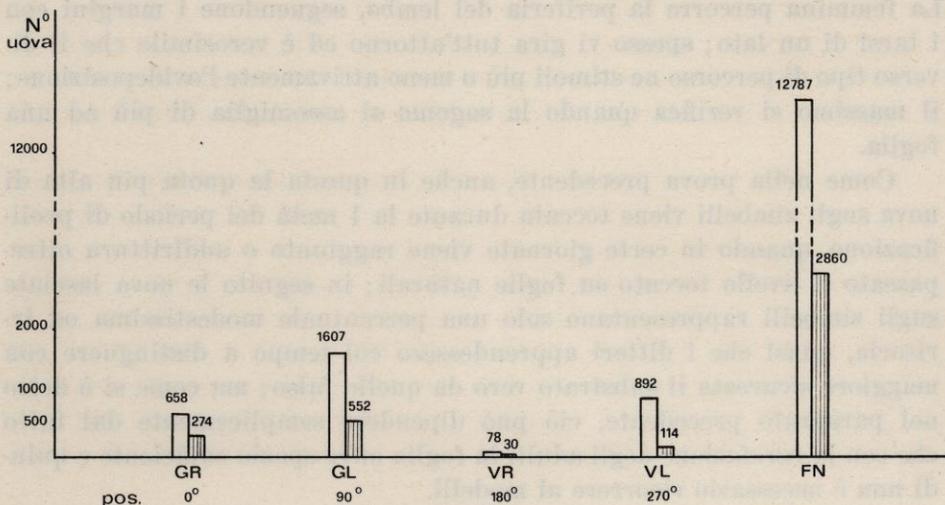


FIG. III

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra levigatezza degli zimbelli e numero di uova deposte. GL: giallo-liscio; GR: giallo-ruvido; VL: verde-liscio; VR: verde-ruvido; FN: foglia naturale.

più attrattivi di quelli « viridis-olivaceus » ⁽¹³⁾ avendo totalizzato il 73,57 % delle 4.215 incollate su tutti i modelli.

Venendo poi al carattere specifico qui saggiato, è emerso che le superfici lisce sono di gran lunga preferite a quelle ruvide, tanto su zimbelli gialli che verdi, avendo in complesso raccolto il triplo delle uova (75,32%) deposte sulle sagome non legivate (24,68%).

Confermiamo ancora una volta che l'ovideposizione sui modelli, col passare del tempo, declina assai più rapidamente che non sulla foglia naturale. Ciò può significare, come si è detto, o che le femmine imparano

⁽¹³⁾ È davvero sorprendente che il nostro dittero, il quale in natura depone sulle foglie, in cattività preferisca i supporti di colore giallo a quelli verdi. Probabilmente ciò dipende, come sarà detto più avanti, dall'illuminazione della cella che si è rivelata piuttosto scarsa.

sempre di più a distinguere la foglia vera, ovvero, più semplicemente che diminuendo l'affollamento (la mortalità fra le Gonia dopo il 10° giorno diviene elevata) le femmine hanno maggiori possibilità di scaricare le uova sul substrato naturale.

4. - Dimensioni

In questa prova sono stati utilizzati zimbelli di colore « luteus » a forma di foglia appuntita e paraffinati, aventi cioè le caratteristiche finora dimostratesi più efficaci, e sorretti da uno spillo a 3,5 cm di altezza. Sono stati messi a confronto 11 zimbelli di superficie progressivamente raddoppiata, partendo da una sagoma nana di cm² 0,11 fino ad una gigante di cm² 118,40 e quindi di area oltre 1000 volte superiore.

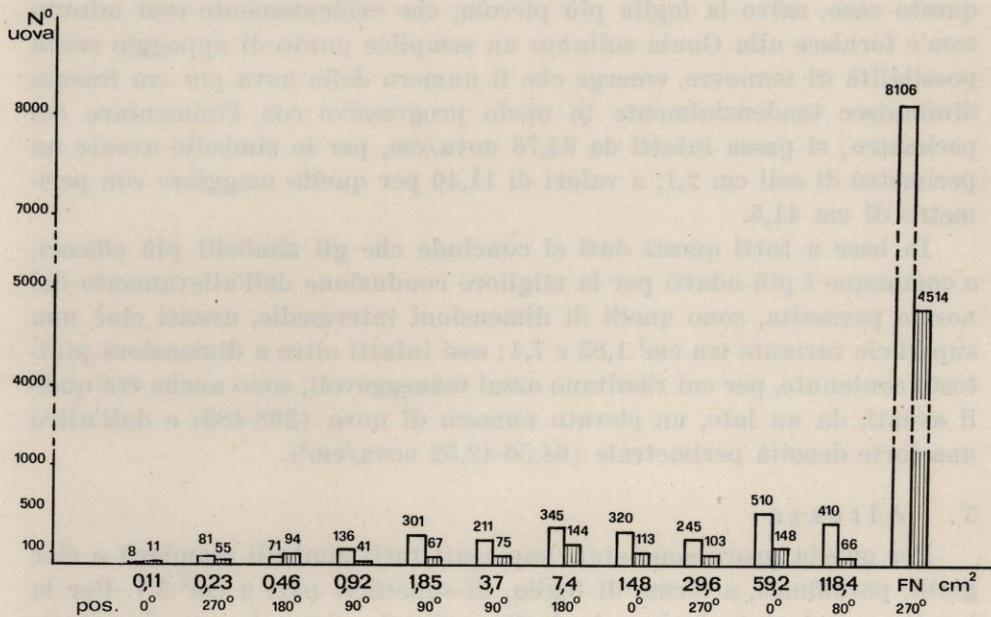


FIG. IV

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra dimensioni degli zimbelli e numero di uova deposte (sotto la penultima colonna a destra leggasi 180° anziché 80°).

In 27 giorni le 10 femmine presenti hanno deposto 16.175 uova, di cui 12.620 (78,02 %) sulla foglia naturale (cm² 3,7 circa) e le restanti (21,98%) sugli zimbelli, che, come si vede, continuano a raccogliere intorno a 1/5 di quelle confinate sulla prima.

Con riferimento ai soli modelli, in assoluto il maggior numero di uova (658) è stato deposto nel secondo in graduatoria di grandezza

(cm^2 59,2) ed il minore (19) in quello più piccolo (cm^2 0,11). In generale si nota, sia pure con qualche eccezione, che il numero delle uova aumenta con la grandezza della lamina.

Se ci riferiamo invece alla densità delle uova per unità di superficie notiamo che essa è massima ($591,3/\text{cm}^2$) per lo zimbello penultimo nella scala decrescente di grandezza (cm^2 0,23) ed è minima ($4,02/\text{cm}^2$) per quello più ampio (cm^2 118,40). In generale si osserva che la densità diminuisce quasi progressivamente con l'aumentare della superficie dello zimbello. Ciò dipende certamente anche dal fatto che le uova sono collocate quasi esclusivamente nella fascia subperiferica del lembo, per cui della area totale viene utilizzata, a questo scopo, solo una porzione più o meno modesta.

Per una stima comparativa appare perciò più adatto il confronto dei rapporti tra numero di uova e lunghezza dei perimetri. Anche in questo caso, salvo la foglia più piccola, che evidentemente così minuta com'è fornisce alla Gonia soltanto un semplice punto di appoggio senza possibilità di manovre, emerge che il numero delle uova per cm lineare diminuisce tendenzialmente in modo progressivo con l'aumentare del perimetro; si passa infatti da 64,76 uova/cm, per lo zimbello avente un perimetro di soli cm 2,1, a valori di 11,46 per quello maggiore con perimetro di cm 41,5.

In base a tutti questi dati si conclude che gli zimbelli più efficaci, e comunque i più adatti per la migliore conduzione dell'allevamento del nostro parassita, sono quelli di dimensioni intermedie, aventi cioè una superficie variante tra cm^2 1,85 e 7,4; essi infatti oltre a dimensioni piuttosto contenute, per cui risultano assai maneggevoli, sono anche tra quelli aventi, da un lato, un elevato numero di uova (368-489) e dall'altro una forte densità perimetrale ($64,56$ - $42,52$ uova/ cm^2).

5. - Altezza

Per questa prova sono stati impiegati tutti zimbelli standard e cioè gialli, paraffinati, a forma di foglia, di superficie pari a cm^2 3,7. Per la I volta non è stata inclusa la foglia naturale visto che, regolarmente, nelle 4 prove precedenti essa ha raccolto circa i 4/5 delle uova, finendo con l'appiattire l'attrattività dei vari zimbelli.

Questi sono stati posti da raso-terra fino ad un'altezza di 32 cm. La prova, condotta su 9 elementi, è stata ripetuta 2 volte contemporaneamente nella stessa gabbia; infatti in una serie gli zimbelli sono stati offerti isolatamente su altrettanti supporti di filo di ferro, in un'altra invece sono stati impilati su di un unico supporto.

Innanzitutto si osserva una notevole corrispondenza generale nei risultati conseguiti nelle 2 serie: nella prima sono state contate complessivamente 16.076 uova e nella seconda 15.166 (il tutto emesso da 17 femmine in 30 giorni). In entrambe, poi, sono risultati preferiti i due zim-

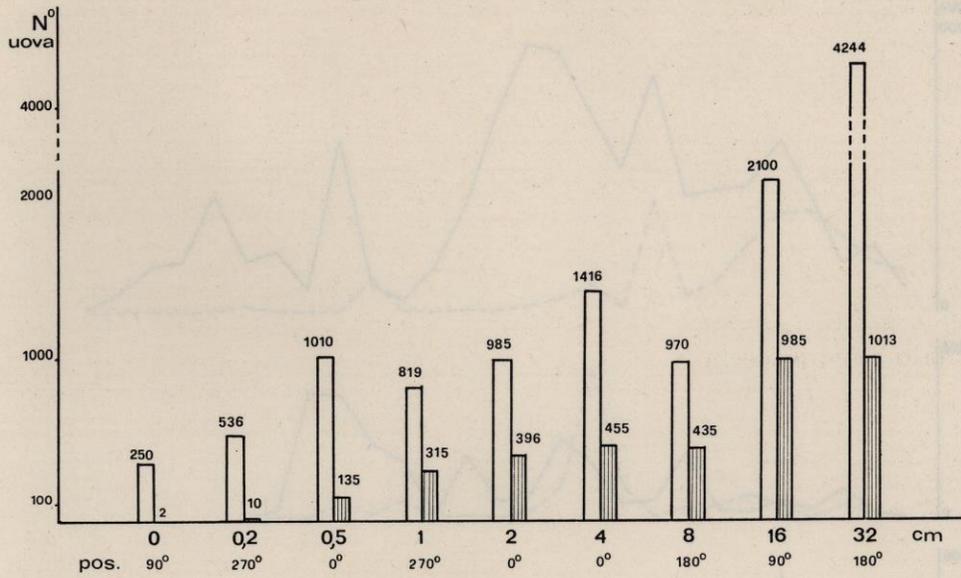


FIG. V
Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra altezza di zimbelli isolati e numero di uova deposte.

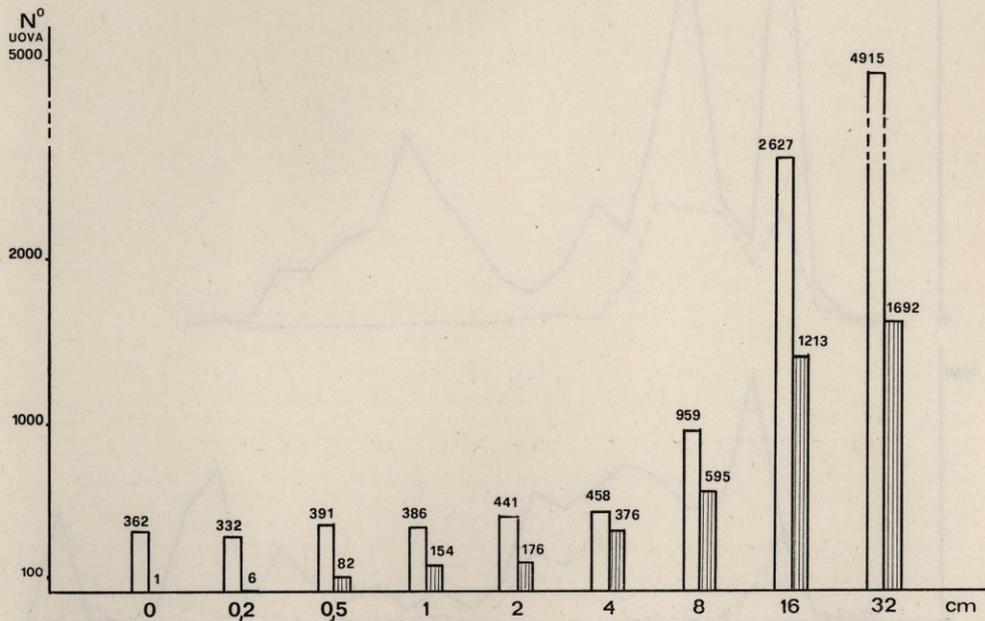


FIG. VI
Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra altezza di zimbelli, sopportati da un unico stelo, e numero di uova deposte.

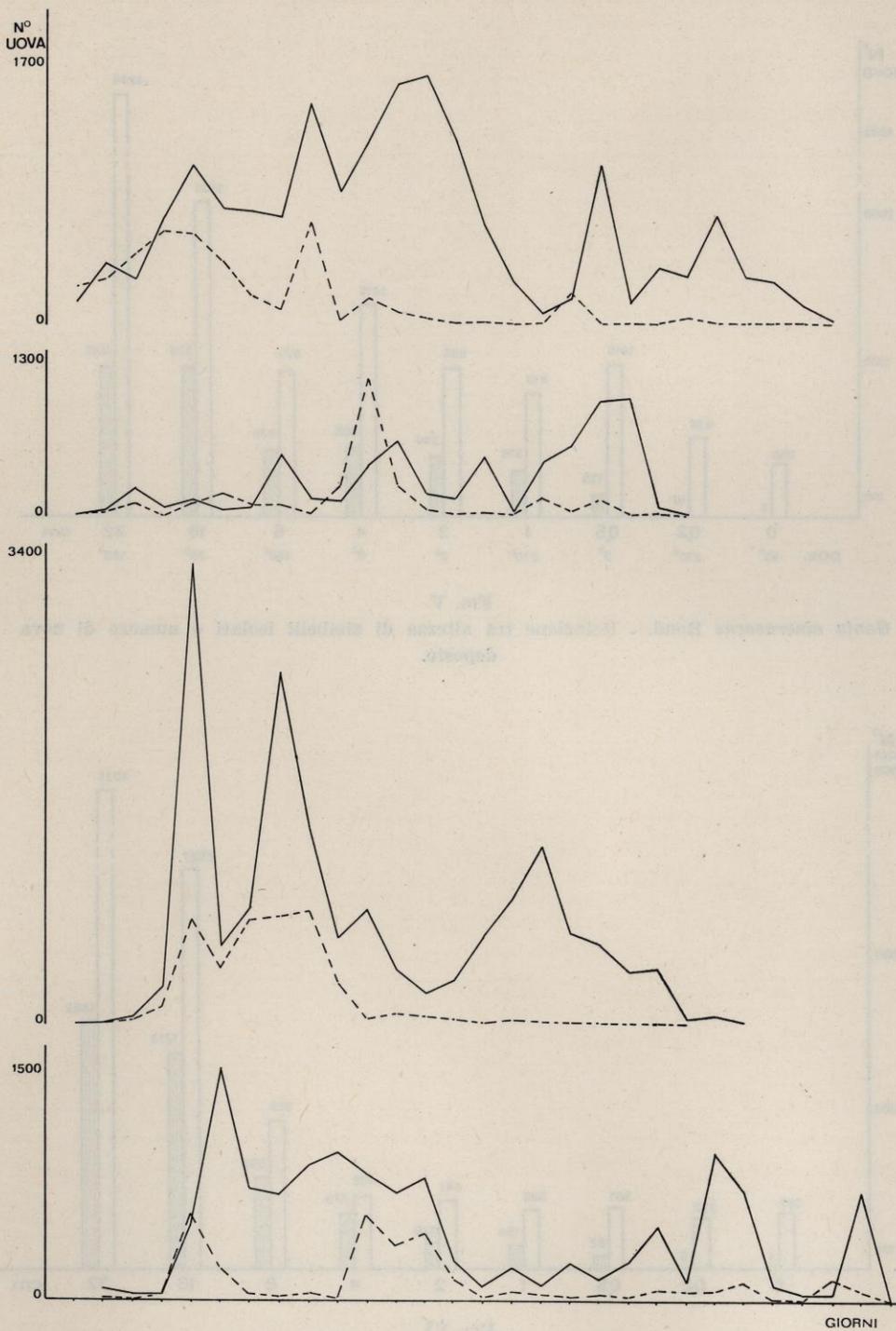


FIG. VII

Gonia cinerascens Rond. - Curve di ovideposizione relative (dall'alto in basso) alle prove 1-4. Linea continua: su foglia naturale; linea tratteggiata: sui vari zimbelli cumulativamente.

belli posti più in alto (16 cm e 32 cm), che hanno raccolto complessivamente il 51,89 % nella I serie e addirittura il 68,8 % nella seconda, dimostrando chiaramente che le femmine tendono in ogni caso a deporre più in alto possibile. Al riguardo facciamo inoltre notare che la lamina a 32 cm ha totalizzato in ambedue le serie un numero di uova quasi doppio rispetto a quello di altezza immediatamente inferiore, e nonostante la localizzazione nel quadrante più sfavorito.

Una differenza sintomatica, che si coglie nella distribuzione delle uova fra I e II serie, è che mentre nella prima il loro numero cresce progressivamente con l'ascesa dello zimbello da « raso-terra » (1,56 %) a cm 4 (11,63 %), nella seconda il corrispondente incremento è minimo (da 2,39 % a 5,49 %) per cui si ha in pratica un appiattimento dell'ovideposizione sugli zimbelli bassi a vantaggio di una più accentuata concentrazione su quelli superiori. Evidentemente le femmine ovideponenti, nel caso delle lamine impilate sullo stesso supporto, hanno maggiori possibilità di ripetere quello che è, in natura, il comportamento di ricerca caratteristico di tanti Larvevoridi, e cioè di salire progressivamente dalle foglie più basse a quelle sovrastanti ove tendono maggiormente a scaricare le loro uova.

Al riguardo non va peraltro sottovalutata, come sarà dimostrato nel paragrafo 7, l'importanza della illuminazione la cui intensità aumenta procedendo verso l'alto essendo i tubi al neon posti sopra le gabbie ad una altezza di cm 55 dalla loro base.

Da ultimo segnaliamo che le curve di ovideposizione, che abbiamo tracciato solo per le 4 prove iniziali, presentano un andamento molto simile. Esse denunciano due massimi intercalati da una brusca caduta: uno nella I metà che di gran lunga prevale, ed uno nella seconda, ben evidente anche se generalmente modesto, che rapidamente si spegne.

6. - I n c l i n a z i o n e

Sono stati impiegati i soliti zimbelli gialli e dischi rivelatissimi più attrattivi nel corso dell'esperienza, posti su fili di ferro all'altezza di 15 cm.

La prova consta di 2 parti, fatte contemporaneamente nella stessa gabbia e che hanno dato risultati assai simili, a cominciare dalla ripartizione delle 6.264 uova che è risultata pressochè uguale (51,52 % e 48,48 %). Precisiamo subito che un numero di uova tanto basso è certamente dovuto, in larga misura, alla scarsità di femmine presenti: soltanto 8 di cui 2 morte già prima che iniziasse la proliferazione.

Nella I parte si sono confrontate 4 posizioni degli zimbelli: orizzontali, inclinati di 30° e di 60° lungo l'asse maggiore, e verticale, sempre con l'estremità appuntita rivolta verso il basso e verso la parte centrale della cella. La posizione privilegiata è apparsa quella inclinata di 60°, che ha raccolto il 31,63 % delle uova; la posizione meno preferita è quella del piano inclinato di 30°, con il 19,21 %; in posti intermedi della

graduatoria, ed allo stesso livello, si collocano la posizione orizzontale (24,60 %) e quella verticale (24,54 %).

Nella II parte gli zimbelli sono stati inclinati secondo l'asse minore e con la superficie dorsale rivolta verso il centro della cella. I risultati sono del tutto simili a quelli della I parte; la graduatoria di attrattività vede infatti in testa lo zimbello inclinato di 60° (29,27 %), in coda quello inclinato di 30° (17,91 %), al II e al III posto rispettivamente quello orizzontale (26,10 %) e verticale (24,82 %).

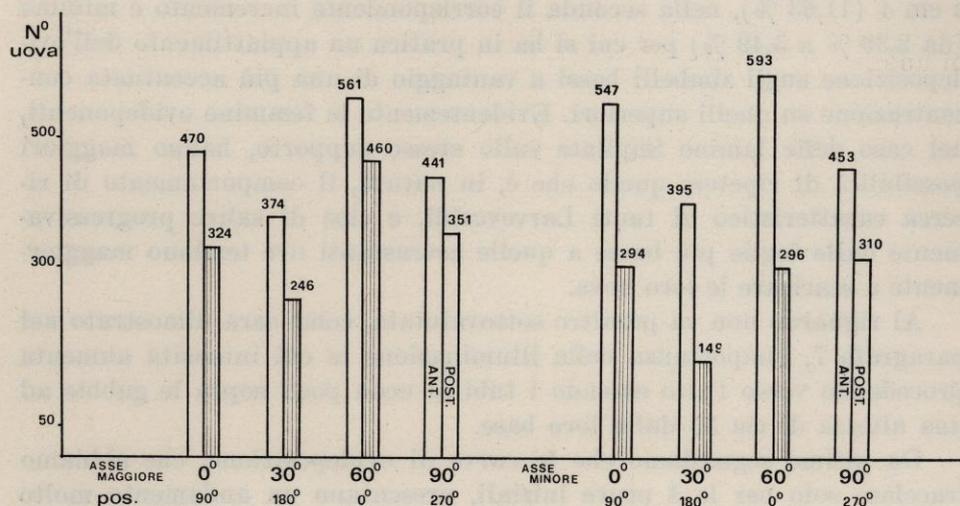


FIG. VIII

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra inclinazione degli zimbelli e numero di uova deposte. A sinistra gli zimbelli, a forma di foglia ovale, sono inclinati secondo l'asse maggiore, a destra secondo l'asse minore.

Questa prova nel suo complesso ci indica che il dittero ovidepone in pratica su tutte le superfici, indipendentemente dalla loro inclinazione, e persino su quelle verticali. La preferenza che esso sembra dimostrare per i piani inclinati di 60°, e di contro la minore attrazione per quelli inclinati di 30°, è fittizia, dipendendo in realtà dalla localizzazione dei rispettivi zimbelli, nel quadrante privilegiato i primi in quello sfavorito i secondi.

Per quanto riguarda la ovideposizione sulle 2 facce dello zimbello si nota, al solito, una decisa preferenza per quella superiore, anche se non così forte come nelle prove precedenti. Limitandoci infatti agli zimbelli inclinati di 0°, 30°, 60°, e tralasciando ovviamente quelli verticali, risulta che sulla pagina superiore sono state deposte il 62,43 % delle uova. Nelle altre prove, in cui gli zimbelli sono sempre stati collocati

orizzontalmente, le percentuali sono di solito più elevate (II prova: 77,27 %; III: 80,71 %; IV: 66,42 %; VII: 77,53 %; VIII: 82,70 %; IX: 68,48 %; X: 89,92). Si ritiene che la maggiore efficacia della pagina inferiore degli zimbelli inclinati, rispetto alla corrispondente di quelli orizzontali, dipenda dal fatto di essere più illuminata, poiché, come si vedrà in seguito, il fattore luce gioca un ruolo della massima importanza.

7. - Posizione e intensità luminosa

Come si è detto gli zimbelli sono stati di norma riuniti in gruppi di 4 e i relativi steli di supporto (spilli o fili di ferro) inseriti ai margini di un disco di paraffina (diametro cm 10) in posizione 0°, 90°, 180° e 270°. La posizione 0° è quella rivolta sul corridoio della cella, la posizione 180° fronteggia una parete della medesima, le altre due sono rivolte verso le gabbie vicine.

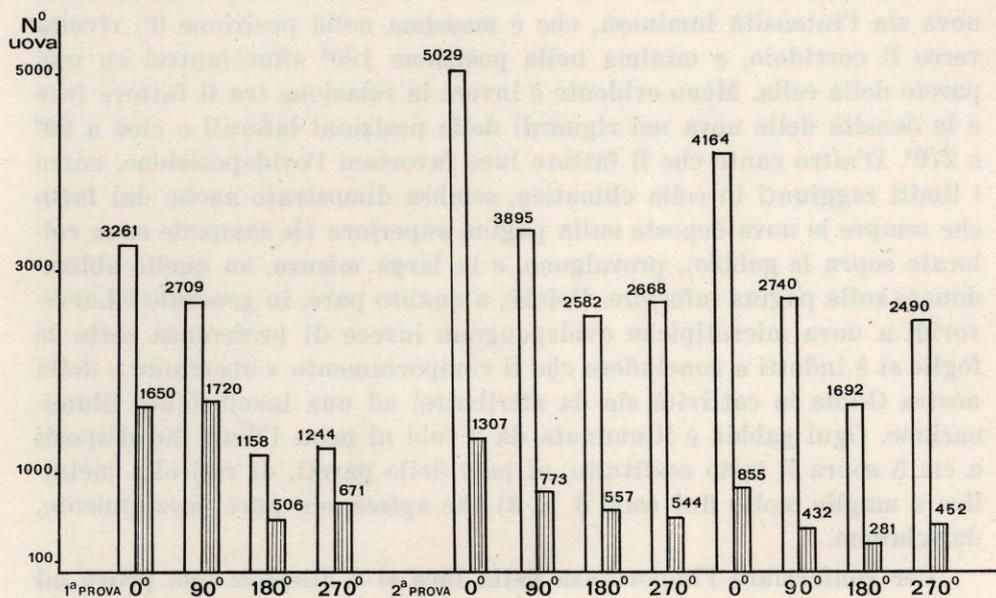


FIG. IX

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra posizione occupata dagli zimbelli alla periferia di supporti circolari e numero di uova deposte.

Sono state fatte 2 prove in tempi diversi utilizzando i soliti zimbelli gialli e paraffinati, disposti orizzontalmente all'altezza di 15 cm.

La I prova, condotta con una sola serie di zimbelli, ha fruttato 12.919 uova. È apparso preferito quello in posizione 0° (38,01 %) e meno ri-

cercato l'opposto in posizione 180° (12,88 %). Degli altri 2 modelli, disposti simmetricamente ai lati, quello a 90° ha avuto un successo notevole (34,28 %), e di contro scarso quello a 270° (14,82 %).

La II prova consta di 2 ripetizioni, condotte contemporaneamente nella stessa gabbia con 2 serie di 4 zimbelli, distribuiti su 2 dischi di paraffina distanti tra loro circa 10 cm. Complessivamente sono state deposte 30.461 uova. In entrambe le ripetizioni la posizione favorita è risultata la 0° (36,51 % e 37,28 %), la sfavorita quella opposta (18,08 % e 15,05 %), mentre quella a 90° è risultata la II in classifica (26,90 % e 24,20 %) e quella a 270° la terza (18,51 % e 22,45 %).

Come si vede tutte e tre le ripetizioni concordano nell'indicare la posizione 0° come la più attrattiva (media 37,50 %) e la posizione opposta quella meno attrattiva (15,62 %); sostanzialmente le medie collimano anche per le posizioni 90° e 270° che si situano rispettivamente, con un sensibile distacco sulle medie, al secondo (28,28 %) e al III posto (18,60 %) nella graduatoria.

Riteniamo che il fattore determinante in siffatta distribuzione delle uova sia l'intensità luminosa, che è massima nella posizione 0°, rivolta verso il corridoio, e minima nella posizione 180° affacciandosi su una parete della cella. Meno evidente è invece la relazione tra il fattore luce e la densità delle uova nei riguardi delle posizioni laterali e cioè a 90° e 270°. D'altro canto che il fattore luce favorisca l'ovideposizione, entro i limiti raggiunti in cella climatica, sembra dimostrato anche dal fatto che sempre le uova deposte sulla pagina superiore (le lampade sono collocate sopra le gabbie), prevalgono, e in larga misura, su quelle abbandonate sulla pagina inferiore. Poichè, a quanto pare, in generale i Larvevoridi a uova microtipiche ovidepongono invece di preferenza sotto le foglie si è indotti a concludere che il comportamento « aberrante » della nostra *Gonia* in cattività sia da attribuirsi ad una insufficiente illuminazione. Ogni gabbia è illuminata da 2 tubi al neon (Watt 30) disposti a cm 5 sopra il tetto costituito, al pari delle pareti, di reticella metallica a maglie molto fini (mm 3 × 3) che agisce, sia pure parzialmente, da schermo.

Per confermare l'importanza della luce si è allestita una prova ad hoc nella quale 10 zimbelli standard sono stati disposti in lunga riga frontalmente al corridoio per un tratto di cm 31,5, quindi tutti in posizione 0° e, almeno in apparenza, in identiche condizioni. Dopo una settimana dall'inizio dell'ovideposizione sono state contate globalmente 5.029 uova. Contro ogni aspettativa, il loro numero per zimbello è variato da un massimo di 937 a un minimo di 203, con una diminuzione progressiva quasi regolare procedendo da una estremità verso l'altra. Orbene il gradiente luminoso ha mostrato lo stesso andamento, scendendo da 1.100-1.000 a 900-800 lux, passando dal capo rivolto verso il

centro della stanza a quello verso la parete laterale ⁽¹⁴⁾.

Tutto ciò dimostra l'estrema sensibilità della nostra *Gonia* al fattore luce, almeno durante le manovre di ovideposizione.

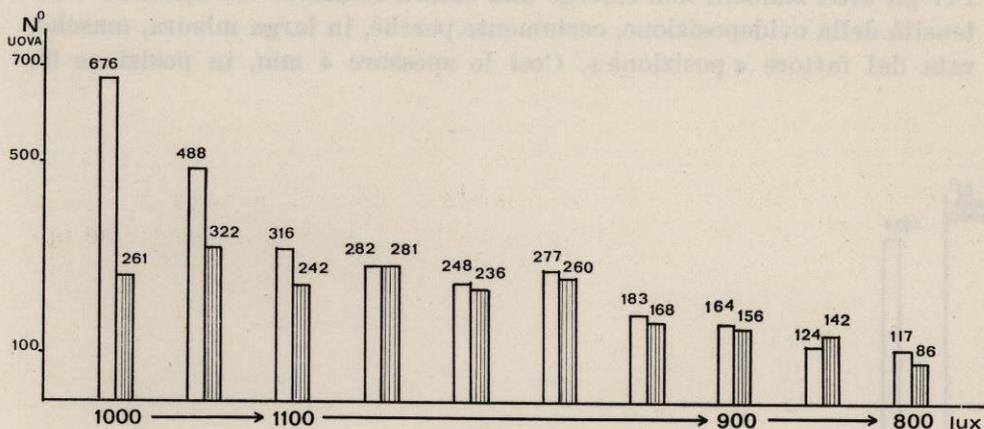


FIG. X

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra intensità luminosa e numero di uova deposte.

Vista l'importanza della « posizione » sulla attrattività dello zimbello, di essa si è tenuto conto nel valutare l'efficacia dei vari modelli nelle prove precedenti in cui si è adottata la disposizione a croce. In base ai risultati di tutte e tre le ripetizioni si sono calcolati degli indici di correzione per neutralizzare le conseguenze della posizione; si tratterebbe in effetti di aumentare i dati numerici relativi alle posizioni 90°, 180° e 270° rispettivamente del 32%, 140% e 101% sul totale di uova deposte.

8. - Spessore

Con questa prova si è voluto indagare se lo spessore del supporto influisce sulla sua attrattività. Allo scopo sono stati usati 8 zimbelli gialli standard ma di spessore progressivamente crescente da 0,3 mm, che è quello del cartoncino usato in tutte le prove, ad un massimo di mm 64, e quindi oltre 200 volte più spesso. Si è avuto cura di disporli in modo che presentassero tutti la faccia superiore allo stesso livello.

Sono stati inoltre aggiunti 2 modelli compositi, e cioè per una metà (lungo l'asse maggiore) a struttura laminare e per l'altra metà di spessore notevole (mm 8 e mm 64).

(14) Le misurazioni sono state effettuate direttamente sulle sagome poste alla altezza standard di 15 cm dal pavimento della gabbia.

In 20 giorni sono state deposte complessivamente, da parte di 15 femmine, 13.518 uova. Il modello preferito è apparso quello di spessore minimo (21,23 %), il meno attrattivo quello di spessore 2 mm (3,32 %) che però, essendo dislocato in posizione 180°, è fortemente svantaggiato. Per gli altri zimbelli non emerge una chiara relazione tra spessore e intensità della ovideposizione, certamente perchè, in larga misura, mascherata dal fattore « posizione ». Così lo spessore 4 mm, in posizione 0°,

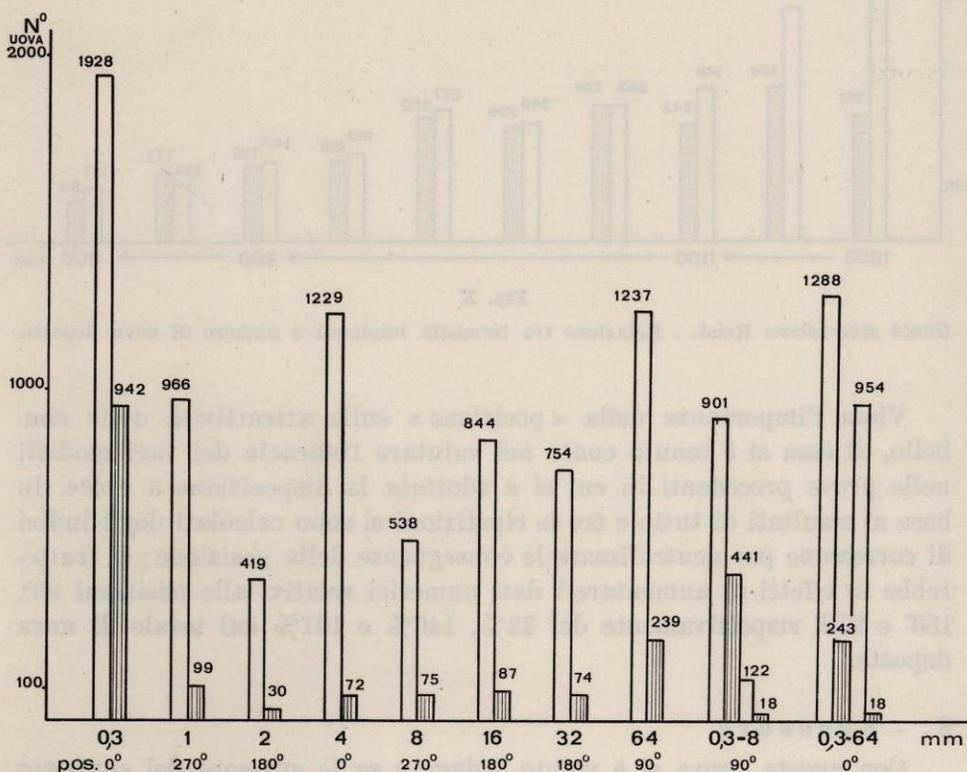


FIG. XI

Gonia cinerascens Rond. - Relazione tra spessore degli zimbelli e numero di uova deposte. Gli ultimi due zimbelli sono composti da una metà a spessore normale e dall'altra a spessore fortemente maggiorato; il conteggio delle uova è stato tenuto distinto per le due metà.

e 64 mm, in posizione 90°, hanno infatti beneficiato, contro ogni aspettativa, rispettivamente del 9,62 % e 10,91 %. Peraltro che la *Gonia* ovideponente predilige i supporti laminari è confermato dal modello misto di spessore 0,3-8 mm; infatti delle 1.482 uova deposte su di esso ben il 90,55 % erano dislocate sulla metà più sottile. Per il vero nel-

l'altro zimbello composito 0,3-64 mm il divario è assai più modesto, ma ciò forse dipende dal fatto di essere situato in posizione 0°, che ripetiamo è quella preferita.

Va precisato che un'aliquota non indifferente di uova viene abbandonata sulle pareti laterali degli zimbelli a forte spessore. Limitandoci a considerare quelli compositi, vediamo che nel modello 0,3-8 mm, contro le 130 uova localizzate complessivamente sopra e sotto nella parte spessa, se ne sono contate 35 ai lati (20 % del totale) e che nel modello 0,3-64 mm i valori sono rispettivamente 972 e 193 (16,57 %). La densità delle uova site ai lati è in realtà modesta se rapportata alla superficie. In ogni caso siffatta localizzazione non dovrebbe sorprendere, quando si ricordi che, nella prova sulla inclinazione, le *Gonia* hanno dimostrato la loro propensione a sfruttare anche le superfici verticali.

C'è ancora da rilevare che negli zimbelli di spessore superiore allo standard e cioè 1-64 mm, l'ovideposizione sulla pagina inferiore appare ulteriormente e notevolmente ridotta rispetto ai modelli normali: solo il 10,14 % contro il 32,82 % della lamina 0,3 mm di questa stessa prova. Ciò risulta poi confermato dalla distribuzione che si rileva nei 2 zimbelli misti; mentre nella metà sottile le uova localizzate sotto sono il 23,80%, nella metà spessa precipitano al 3,34%.

La prova, tutto sommato, ci indica che le femmine preferiscono i supporti di spessore sottile ed inoltre che il carattere « spessore », intensificandosi, diviene particolarmente negativo nei riguardi della ovideposizione sulla pagina inferiore. Ciò, almeno in parte, sembra da attribuirsi ad una più accentuata diminuzione della luminosità (trovandosi la faccia inferiore più vicina a terra), che si è indiscutibilmente rivelata un fattore della massima importanza.

9. - Odore dell'ospite

La prova ha avuto lo scopo di sondare, in via preliminare, quale peso abbiano, accanto agli stimoli visivi e tattili, quelli olfattivi nel corso della ovideposizione. In generale sulle femmine dei parassiti agiscono 2 serie di odori: quelli provenienti dalla pianta su cui si sviluppa l'ospite e quelli emanati dall'ospite stesso. Noi ci siamo limitati, per il momento, a verificare l'efficacia di questi ultimi, visto che la vittima da noi impiegata, avente un regime dietetico speciale, viene allevata su dieta artificiale ed inoltre che in pratica ci sono ignoti i vegetali sui quali la *Gonia* ovidepone in natura. Peraltro è noto che i Larvevoridi a uova microtipiche tendono a concentrare le uova sulle foglie intaccate dalle vittime e comunque sulle piante, o su loro parti, prossime a quelle infestate.

Sono stati utilizzati zimbelli gialli standard, all'altezza di 32 cm dal pavimento della gabbia, paraffinati e non paraffinati; questi ultimi nel-

l'ipotesi che grazie alla loro porosità potessero più facilmente venire permeati dagli odori ed essere in grado di trattenerli più a lungo.

La prova è stata ripetuta 2 volte in tempi successivi; ognuna poi consta di 2 ripetizioni per complessivi 8 zimbelli.

Nella I prova, gli zimbelli, per acquisire l'odore dell'ospite, sono stati posti entro un contenitore con pabulum, larve nonchè relative feci e secreti per 5 giorni. Questo procedimento presenta però l'inconveniente, abbastanza serio, di portare all'erosione sia pure parziale delle lamine, il che diviene grave per quelle levigate che perdono così questa loro caratteristica rivelatasi positiva in una prova precedente.

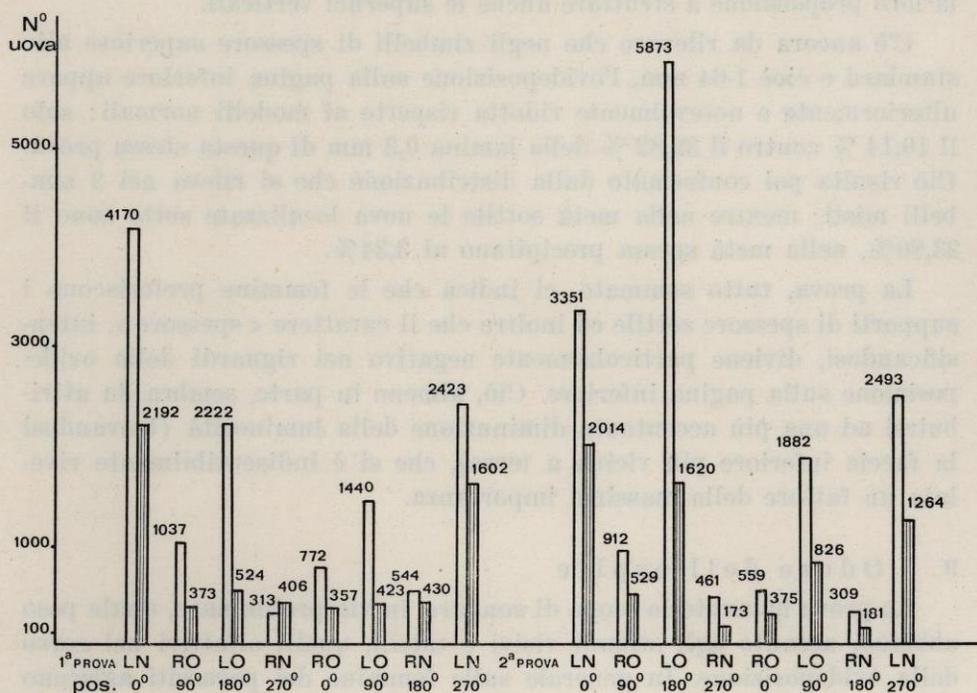


FIG. XII

Gonia cinerascens Rond. - Importanza delle tracce odorose dell'ospite sugli zimbelli nell'indurre l'ovideposizione. LN: zibello liscio senza odore; LO: liscio con odore; RN: ruvido senza odore; RO: ruvido con odore.

Intanto si è notato una sensibile differenza tra le 2 ripetizioni, in quanto, delle 19.228 uova presenti, una ha prevalso con il 58,44 %. Concordemente alle aspettative gli zimbelli ruvidi con odore mostrano un numero di uova doppio (I ripetizione) o comunque notevolmente superiore (II ripet.) rispetto a quelli inodori, confermando l'importanza di

questa caratteristica nell'indurre la ovideposizione. Nel caso degli zimbelli lisci la situazione appare invece capovolta; ciò tuttavia non infirma, a nostro giudizio, l'importanza dell'odore. Infatti tali zimbelli, immessi nei contenitori con larve, perdono, causa le erosioni subite quel carattere di levigatezza dimostratosi tanto efficace, non solo in una precedente prova, ma anche in questa. Infatti delle 19.228 uova di entrambe le ripetizioni ben il 78,02 % è stato deposto sui modelli lisci, siano essi stati trattati con l'odore dell'ospite o no.

Nella *II prova* gli zimbelli, cui conferire l'odore della vittima, sono stati immessi in contenitori con il pabulum e abbondanti resti dell'attività delle larve, ma in loro assenza per evitarne l'erosione. Anche in questa prova si nota anzitutto una forte differenza tra le uova deposte nelle 2 ripetizioni (65,58 % contro il 34,42 %, su un totale di 22.772) che, ripetiamo sono state effettuate contemporaneamente nella stessa gabbia. Nel presente caso riteniamo che il fattore responsabile di tale diversificazione sia la luce, visto che la ripetizione che ha raccolto meno uova è quella posta nella parte meno illuminata della gabbia, in prossimità dell'angolo fra due pareti della cella.

In questa prova il conferimento dell'odore è risultato efficace anche sulle foglie imparaffinate, limitatamente però ad una ripetizione (58,28 % contro il 41,72 % su un totale di 14.993 uova); nell'altra, e cioè quella in posizione meno illuminata, la situazione si è esattamente invertita (41,89 % contro 58,11 % su un totale di 7.839 uova). Ciò è dipeso certamente dalla posizione relativa occupata dai 2 zimbelli e lo ha dimostrato in modo lampante lo scambio di posto effettuato nel corso dell'ovideposizione. Infatti durante i primi 6 giorni lo zimbello liscio con odore, in posizione 90°, ha collezionato 980 uova contro le 223 del partner inodoro in pos. 270°. Scambiato il posto, il primo ne ha ottenute 1.728 ed il secondo 3.777 durante i successivi 19 giorni. Siccome la pos. 270° si trova verso l'angolo della cella, e quindi nella posizione meno illuminata, si conferma ancora una volta l'importanza primaria della luce nella ovideposizione. Comunque, complessivamente, gli zimbelli lisci con odore hanno attratto un po' di più dei corrispondenti inodori (52,79 % contro il 47,21%). In entrambe le prove, e quindi in tutte e 4 le ripetizioni, gli zimbelli ruvidi con odore si sono dimostrati assai più efficaci di quelli inodori: su un totale di 3.359 uova deposte su tali zimbelli oltre i 2/3 (69,51 %) erano localizzati su quelli « odorosi ».

Si conclude pertanto che l'odore dell'ospite e/o del suo pabulum rientra tra i fattori che attivano i processi di ovideposizione da parte delle femmine di *Gonia* che, si badi bene, non depongono direttamente sull'ospite bensì sul suo substrato trofico. Sembra dunque che i materiali residuati dalla presenza e dall'attività di questo recente ospite di sostituzione comincino già a funzionare come kairomoni.

10. - Possibilità di ovideposizione diretta sul pabulum di *Galleria mellonella* L.

Viste nelle prove precedenti quali sono le caratteristiche del supporto preferite dalle femmine ovideponenti, si sono allestiti appropriati zimbelli a forma di foglia di cm² 3,7, utilizzando il pabulum, che viene somministrato alle larve di *Galleria*, nonchè la cera che rappresenta una frazione importante dei materiali di cui queste si cibano in natura.

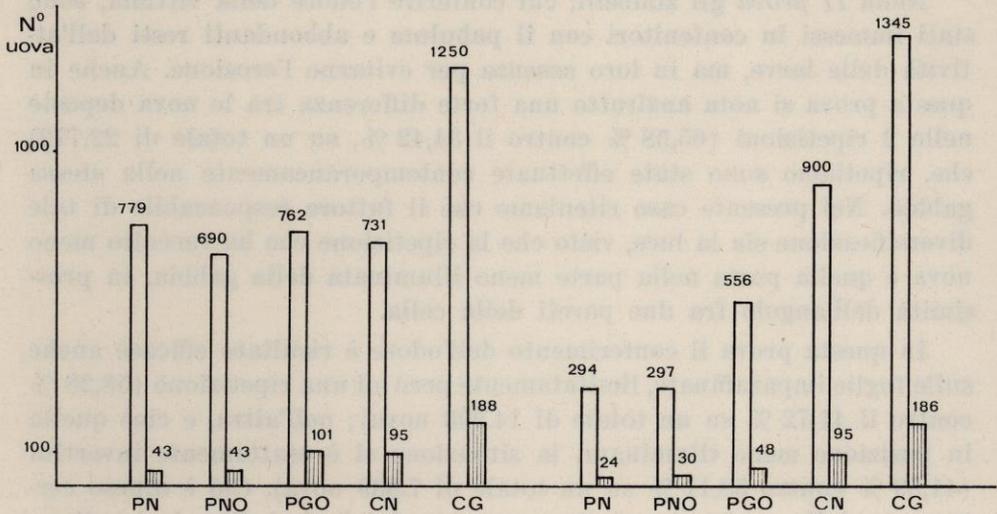


FIG. XIII

Efficacia comparata di zimbelli a forma di foglia, fatti col pabulum di *Galleria*, per la ovideposizione di *Gonia*. CG: zimbello di cera gialla; CN: di cera color nocciola; PGO: di pabulum colorato di giallo e con odore dell'ospite; PN: di pabulum standard color nocciola; PNO: come il precedente con aggiunto l'odore dell'ospite.

La prova consta di 2 ripetizioni per un complesso di 10 zimbelli sui quali sono state deposte, nel giro di 19 giorni, 8.461 uova da parte delle 8 femmine presenti. Per evitare, nei limiti del possibile, le interferenze dovute alla posizione dei vari modelli, si è adottata la distribuzione lineare anzichè quella circolare; essi sono stati dunque disposti su una riga unica, all'altezza di 15 cm e alla distanza di cm 3,5 l'uno dall'altro. Inoltre si è utilizzata la gabbia sita centralmente, rispetto alle altre, presenti sullo stesso ripiano, al fine di garantire, anche in queste condizioni, una illuminazione uniforme.

La graduatoria di efficacia, sommando i dati delle 2 ripetizioni, è risultata la seguente: I, zimbello di cera gialla (35,14%); II, zimbello di cera color nocciola (21,52 %); III, zimbello di pabulum colorato in giallo artificialmente e con odore dell'ospite (17,34 %; IV, zimbello di

pabulum naturale di color nocciola senza odore dell'ospite (13,47 %); V, zimbello come sopra, con odore dell'ospite (12,53 %).

In tutte e due le ripetizioni è emersa evidentissima la maggiore efficacia dello zimbello di cera gialla. Esso del resto è quello che risponde in più larga misura ai requisiti apparsi favorevoli all'ovideposizione: in primo luogo il colore, poi la levigatezza e lo spessore modesti, ottenuti grazie all'uso del microtomo col quale vengono ritagliati da blocchi di cera appositamente fusa.

Poco evidenti sono risultate le differenze tra gli altri modelli, anche perchè dotati, ad un tempo, di qualità positive e negative; quello fatto di pabulum, e colorato in giallo mediante coloranti alimentari, ha sì una tonalità cromatica favorevole ma, dall'altro canto, presenta una superficie ruvida ineliminabile data la natura degli ingredienti ed è spesso; quello di colore nocciola, per converso, è perfettamente liscio e sottile ma ha un colore tra i meno attrattivi.

CONCLUSIONI

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di individuare le caratteristiche fisiche del supporto che favoriscono la ovideposizione da parte di *Gonia cinerascens* Rond., dittero entomofago che contamina gli ospiti emettendo uova microtipiche sulle foglie di cui essi si cibano. Ciò principalmente al fine di ottenere la deposizione del nostro larvevoride direttamente sulla dieta artificiale, con la quale nutriamo l'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L., e così semplificare le operazioni di allevamento di questa coppia ospite-parassita da noi utilizzata in numerose ricerche sperimentali sul parassitismo.

Mediante l'uso di svariati zimbelli si è potuto stabilire che le femmine, almeno nelle condizioni di laboratorio da noi offerte, preferiscono un supporto avente le seguenti caratteristiche: I) colore luteus; II) forma di foglia ovalare appuntita ad una estremità; III) superficie perfettamente levigata; IV) area variante da cm² 1,85 a cm² 7,4; V) forte altezza rispetto al pavimento della gabbia; VI) piano inclinato di 60° su quello orizzontale; VII) posizione fortemente illuminata; VIII) spessore molto esiguo; IX) tracce odorose dell'ospite. Comunque le caratteristiche più importanti sono il colore, la levigatezza, l'altezza e l'illuminazione.

In base a queste indicazioni è stato allestito il modello « ideale » rappresentato da una lamina di cera gialla a forma di foglia, perfettamente levigata, con area di cm² 3,7, sottile. Tali sagome, pur essendo assai meno efficaci della foglia naturale, sono tuttavia assai attrattive, per cui, in assenza di quella ⁽¹⁵⁾, finiscono col raccogliere una grande

(15) Dopo quasi una trentina di generazioni in cattività il larvevoride non mostra dunque di avere modificato le sue preferenze: posto in alternativa sceglie con sicurezza

massa di uova. Queste vengono deposte sugli zimbelli con le stesse modalità con cui sono scaricate sulle foglie, per cui in ogni caso vengono a formare nella fascia submarginale una sorta di pista nerastra larga 2-3 mm. Le femmine infatti durante queste operazioni non perdono mai il contatto col bordo del supporto, servendosi dei tarsi del lato del corpo rivolto verso l'esterno. Le uova sono così orientate con l'asse maggiore tendenzialmente parallelo al margine dello stesso e persino pluristratificate, in relazione al numero di femmine presenti e/o alla durata dell'esposizione.

Con siffatti zimbelli di cera è stato possibile semplificare notevolmente le operazioni di allevamento del parassita. Nei primi tempi, infatti, la contaminazione dell'ospite era ottenuta dissezionando le femmine di *Gonia* e trasferendo le uova, dall'utero stracolmo, in apposite nicchie scavate in sferette di pabulum, che venivano poi somministrate alle larve di *Galleria*. Questa manovra, oltre che macchinosa, è sovente in gran parte sterile, perchè, delle varie migliaia di uova stipate nell'utero, molte non sono immediatamente utilizzabili, non essendo ancora terminato lo sviluppo embrionale. Un sensibile progresso è stato raggiunto in una seconda fase, con la utilizzazione di uova non più uterine ma deposte su lamine di plastica, e quindi quasi tutte idonee perchè contenenti la larvetta pronta a sgusciare; anche in questo caso è tuttavia necessario effettuare il trasferimento delle uova dal supporto artificiale al pabulum mediante un pennellino inumidito ⁽¹⁶⁾. Nella III fase, con l'utilizzazione di foglie artificiali di cera, oltre a disporre di uova pronte a sgusciare, si ha anche il grande vantaggio di evitare il cambiamento di sede, poichè tali zimbelli vengono prontamente divorati dalle larve di *Galleria*, rappresentando la cera uno degli ingredienti fondamentali della loro dieta in natura.

Si deve inoltre aggiungere che la contaminazione artificiale del pabulum operata da noi, per quanto accurata, non potrà mai raggiungere la stessa precisione ed efficacia di una deposizione operata dalla femmina stessa.

Riteniamo che la tecnica qui illustrata possa essere impiegata anche per altri Larvevoridi a uova microtipiche, laddove i relativi ospiti siano

la foglia naturale, sia pure di pianta ignota, piuttosto che la foglia artificiale elaborata con i materiali di cui si nutre la sua vittima di sostituzione.

⁽¹⁶⁾ Per i fitofagi non vi è problema; per parassitizzarli basta somministrare loro le foglie della pianta ospite su cui le femmine ovidepongono con grande facilità. Il caso della vittima *Galleria* è del tutto particolare dato il suo regime dietetico. Billotti e Desmier de Chenon (1971), che l'hanno parassitizzata con un'altra forma a uova microtipiche, la *Pales pavidus* Meig., si sono fermati a questa tecnica. Parimenti Odell e Godwin (1979) volendo, durante la stagione invernale, allevare *Blepharipa pratensis* (Meig.) parassita di *Lymantria dispar* (L.), sono ricorsi al trasferimento manuale delle uova microtipiche sul pabulum artificiale dei bruchi del lepidottero.

allevati con dieta artificiale, e le foglie, di cui questi si cibano e che servono da substrato per la deposizione del parassita, non siano disponibili causa la stagione o per altri motivi.

Non va poi dimenticato, più in generale, che il fornire agli insetti allevati in laboratorio substrati di ovideposizione il più possibile simili a quelli naturali ha, come sottolineano Greany e Szentesi (1979) in riguardo a ditteri fitofagi, lo scopo di evitare la probabile selezione di ceppi con caratteristiche diverse dalla popolazione naturale e addirittura, aggiungiamo noi, di salvaguardare la capacità, una volta liberati in pieno campo, di trovare gli ambienti adatti per l'ovideposizione. Del resto noi stessi abbiamo constatato, col trascorrere delle generazioni (la presente ricerca è stata condotta sulla 27-29ª), un cambiamento radicale nella scelta della pagina su cui avviene l'ovideposizione; infatti mentre agli inizi *Gonia* deponiva di preferenza sulla pagina inferiore, come del resto si comporta la generalità delle specie a uova microtipiche, col procedere dell'allevamento essa ha trasferito tale preferenza alla pagina superiore. Tuttavia, come si è detto, ciò è forse in relazione con la scarsa illuminazione delle gabbie e al fatto che le lampade sono collocate sopra le medesime.

Vista l'importanza pratica dei risultati delle nostre ricerche, vediamo ora le possibili implicazioni teoriche. Dalla bibliografia si evince che anche per i Ditteri Larvevoridi, come per gli Imenotteri Terebranti, gli stimoli di ordine olfattivo sono determinanti nell'orientare la femmina e nel promuoverne l'ovideposizione. Nel caso di *Gonia*, ove si sono impiegati zimbelli di cartone o di cera, e quindi substrati del tutto innaturali, è emersa in modo chiaro l'importanza degli stimoli visivi e tattili. C'è peraltro da sottolineare che questa specie, come del resto altre (personalmente l'abbiamo constatato in *Meigenia mutabilis* Fall.; Mellini, 1954), sotto la pressione delle uova che si accumulano nelle vie genitali, tende in cattività a scaricarsi, in mancanza dei substrati naturali, su qualsiasi supporto, perfino sulle intelaiature metalliche della gabbia nonchè, e di preferenza, su qualsiasi oggetto che sporga dalla medesima, compresi corpi morti delle compagne. Il fatto però che, poste di fronte a zimbelli con caratteristiche diverse (colore, forma, ecc. ecc.), le femmine ne scelgano chiaramente alcuni a preferenza di altri, e proprio quelli che più si assomigliano a foglie di un determinato standard, sta a dimostrare inequivocabilmente l'importanza degli stimoli visivi e tattili nella scelta del luogo di ovideposizione.

RIASSUNTO

Nel presente lavoro ci si è proposti di ottenere la deposizione delle uova microtipiche del parassita *Gonia cinerascens* Rond. direttamente sul pabulum artificiale dell'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L., e in questo modo di semplificare le operazioni di allevamento di tale entomofago in laboratorio.

A tale scopo, utilizzando zimbelli di cartoncino, sono state identificate alcune caratteristiche fisiche del substrato che le femmine di *Gonia* mostrano di preferire all'atto della ovideposizione. Studiando la distribuzione di oltre 230.000 uova, si è visto infatti che esse vengono deposte in maggior numero sui supporti aventi: a) colore luteus; b) forma di foglia ovale appuntita ad una estremità; c) superficie perfettamente levigata; d) area variante da cm² 1,85 a cm² 7,4; e) posizione elevata; f) forte illuminazione; g) spessore esiguo.

Sulla scorta di queste indicazioni è stato allestito un modello di foglia a base di cera d'api, sul quale le femmine di *Gonia* ovidepongono in massa con estrema facilità. Tali foglie artificiali, gremite di uova, vengono somministrate direttamente alle larve di *Galleria* che in breve le divorano autoparassitizzandosi. Si è preferito adottare le sagome in cera, la quale del resto è uno dei principali componenti della dieta dell'ospite in natura, anzichè quelle di pabulum artificiale, perchè queste ultime, essendo di colore nocciola e di struttura grossolana, sono risultate scarsamente attrattive.

I suddetti zimbelli, che pure soddisfano pienamente le esigenze tecniche dell'allevamento di questa coppia ospite-parassita, si sono tuttavia rivelati poco efficaci qualora posti in competizione con foglie naturali.

Artificial substrata for the oviposition of *Gonia cinerascens* Rond. (Diptera Larvaevoridae) in the laboratory.

SUMMARY

This paper describes the attempt of obtaining the deposition of the microtypical eggs, by the parasite *Gonia cinerascens* Rond., directly on the artificial pabulum of the host *Galleria mellonella* L., in order to simplify the rearing of this entomophagous insect in the laboratory.

To this purpose, by using carton models, some physical characteristics of the substratus preferred by the *Gonia* females for deposition of the eggs have been identified. By investigating the distribution of more than 230.000 eggs, it has been discovered, that the same are mainly deposited on the supports with: a) strong yellow colour; b) shape of oval leaves pointed at one end; c) surface perfectly polished; d) area varying from 1,85 cm² through 7,4 cm²; e) elevated position; f) strong light; g) very small thickness.

On the base of these indications a leaf model has been made of bee wax, on which the *Gonia* females deposit very easily big quantities of their eggs. These artificial leaves, loaded with eggs, are then given directly to the *Galleria* larvae that eat them rapidly, thus autoparasitizing themselves. It is preferred to use wax models (wax is one of the main components of the diet of the host in natural condition) instead of artificial pabulum, because the latter, being of hazel colour and of coarse structure, is scarcely attractive to *Gonia*.

The above fakes, that on one side do perfectly match the technical requirements of the breeding of this host-parasite couple, have on the other hand turned out of very scarce efficiency when put in competition with natural leaves.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BESS H. A., 1936. — The biology of *Leschenaultia exul* Townsend, a tachinid parasite of *Malacosoma americana* Fabricius and *Malacosoma disstria* Hubner. - *Ann. Entom. Soc. Am.*, 29: 593-613.

- BILIOTTI E., DESMIER DE CHENON R., 1971. — Le parasitisme de *Pales pavida* Meig. (Dipt. Tachinidae) sur *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae). Mise au point d'un élevage permanent en laboratoire. - *Ann. Zool. - Ecol. anim.*, 3: 361-371.
- BURKS M. L., NETTLES W. C. Jr., 1978. - *Eucelatoria* sp.: effects of cuticular extracts from *Heliothis virescens* and other factors on oviposition. - *Environ. Ent.*, 7: 897-900.
- DOWDEN P. B., 1934. — *Zenillia libatrix* Panzer, a tachinid parasite of the gypsy moth and the brown-tail moth. - *J. Agric. Res.*, 48: 97-114.
- EMBREE D. G., SISOJEVIC P., 1965. — The bionomics and population density of *Cyzenis albicans* (Fall.) (Tachinidae: Diptera) in Nova Scotia. - *Can. Ent.*, 97: 631-639.
- GREANY P. D., SZENTESI A., 1979. — Oviposition behavior of laboratory-reared and wild caribbean fruit flies (*Anastrepha suspensa*: Diptera: Tephritidae): II. Selected physical influences. - *Ent. exp. & appl.*, 26: 239-244.
- HARRINGTON E. A., BARBOSA P., 1978. — Host habitat influences on oviposition by *Parasetigena silvestris* (R-D), a larval parasite of the gypsy moth. - *Env. Ent.*, 7: 466-468.
- HASSEL M. P., 1968. — The behavioural response of a tachinid fly (*Cyzenis albicans* (Fall.)) to its host, the winter moth (*Operophtera brumata* (L.)). - *J. Anim. Ecol.*, 37: 627-639.
- HERREBOUT W. M., VAN DER VEER J., 1969. - Habitat selection in *Eucarcelia rutilla* Vill. (Diptera: Tachinidae). III. Preliminary results of olfactometer experiments with females of known age. - *Z. angew. Ent.*, 64: 55-61.
- HERREBOUT W. M., TATES A. D., VAN DER VEER J., 1969. — Habitat selection in *Eucarcelia rutilla* Vill. (Diptera: Tachinidae). IV. Experiments with gravid females. - *Z. angew. Ent.*, 64: 218-232.
- HSHIAO T., HOLDAWAY F. G., CHANG H. C., 1966. — Ecological and physiological adaptations in insect parasitism. - *Ent. exp. & appl.*, 9: 113-123.
- MELLINI E., 1954. — Studi sui Ditteri Larvevoridi. II. *Meigenia mutabilis* Fall. su *Agelastica alni* L. (Coleoptera Chrysomelidae). - *Riv. Parass.*, 15: 489-512.
- , 1956. — Studi sui Ditteri Larvevoridi. III. *Sturmia bella* Meig. su *Inachis io* L. (Lepidoptera Nymphalidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 22: 69-98.
- , 1976. — Moderni problemi di entomoparassitologia. - *Atti XI Congr. Naz. It. Ent.*, Portici-Sorrento, 10-15 maggio 1976, pp. 263-292.
- MONTEITH L. G., 1956 — Influence of host and its food plant on host-finding by *Drino bohemica* Mesn. (Diptera: Tachinidae) and interaction of other factors. - *Proc. 10th Int. Congr. Ent.*, 2: 603-606.
- , 1964. — Influence of the health of the food plant of the host on host-finding by Tachinid parasites. - *Can. Ent.*, 96: 1477-1482.
- NETTLES W. C. Jr., 1979. — *Eucelatoria* sp. females: factors influencing response to cotton and okra plants. - *Env. Ent.*, 8: 619-623.
- NETTLES W. C. Jr., BURKS M. L., 1975. — A substance from *Heliothis virescens* larvae stimulating larviposition by females of the tachinid, *Archytas marmoratus*. - *J. Insect Physiol.*, 21: 965-978.
- ODELL T. M., GODWIN P. A., 1979. — Attack behavior of *Parasetigena silvestris* in relation to host density and behavior. - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 72: 281-286.
- , 1979. — Laboratory techniques for rearing *Blepharipa pratensis*, a tachinid parasite of gypsy moth. - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 72: 632-635.
- RIVIERE J. L., 1975. — Fluctuations de la ponte chez *Pales pavida* Meigen. - *Bull. Soc. ent. France*, 80: 181-183.

- ROTH J. P., KING E. G., THOMPSON A. C., 1978. — Host location behavior by the tachinid, *Lixophaga diatraeae*. - *Env. Ent.*, 7: 794-798.
- SACCARDO P. A., 1912. — Chromotaxia seu nomenclator colorum polyglottus additis speciminibus coloratis ad usum botanicorum et zoologorum. - Padova 1912, 22 pp.
- VINSON S. B., 1976. — Host selection by insect parasitoids. - *Ann. Rev. Ent.*, 21: 109-133.