57. Alessandro FILIPPONI. — **Sul grado di stabilità nei caratte *Protomagalhaensia marottai (Sporozoa, Gregarinida***

Riassunto. — Infettando larve indenni di *Scaurus striatus* con sti di *P. marottai*, provenienti da gamontocisti emesse da adul *S. striatus*, si è ottenuta una popolazione di parassiti (popolazione o : fenotipo larvale) molto diversa da quella parentale (popolazione o : fenotipo imaginale). Le stesse differenze sono state riscontrate in due popolazioni di *P. marottai*, trovate, in natura, in adulti e lar *S. striatus*. Le quattro popolazioni sono state utilizzate per uno s statistico del *grado di stabilità* di alcuni caratteri, allo scopo di sta il loro *valore tassonomico*.

L'analisi statistica è stata effettuata su caratteri quantitativi mi bili e su caratteri qualitativi numericamente espressi; si è però ce di valutare approssimativamente anche il comportamento di alcu ratteri morfologici.

Il grado di stabilità dei caratteri è stato analizzato sotto due a diversi. Mediante la *probabilità di transvariazione* tra le distribuzio vari caratteri nella popolazione imaginale e larvale si è costruita una dei caratteri secondo il loro grado di stabilità; mediante il t di Stu e l'analisi della varianza si è cercato di stabilire a quale livello della i caratteri cessano di essere rappresentativi della specie, per diveni ratteristici del solo xenofenotipo.

Sono stati individuati tre gruppi di caratteri di *P. marottai* co verso grado di stabilità. All'apice della scala si trovano i caratteri oocisti (lunghezza, larghezza, indice); seguono i valori degli indici tivi ai trofozoiti; all'infimo grado sono tutti i valori delle dimensio neari dei trofozoiti o dei loro prodotti ed i valori delle dimensioni gamontocisti. Le costanti di accrescimento relativo dei trofozoiti e l rispondenti equazioni di regressione si inseriscono tra il primo secondo gruppo. Tutti i valori medi relativi ai caratteri del 2° e c gruppo sono statisticamente diversi per i due xenofenotipi.

Per gli altri caratteri non suscettibili di una trattazione statisti è solo potuto segnalare l'esistenza di caratteri piuttosto *stabili*, co morfologia dell'epimerite e della gamontocisti, e caratteri piuttosto *l*

(*) Desidero esprimere la mia gratitudine al Prof. A. Buzzati-Traverso, tore dell'Istituto di Genetica dell'Università di Pavia, ed al Prof. C. Gini, Di dell'Istituto di Statistica dell'Università di Roma, per la lettura del manoscri il loro benevolo apprezzamento.

come la forma della ventosa di accoppiamento nei satelliti, lo spessore del sarcocito deutomeritico, il numero di sporidutti.

L'autore pone in rilievo l'importanza dei reperti, discutendo le conseguenze che debbono dedursi per la sistematica delle Policistidee ed, in genere, per la sistematica parassitologica.

Résumé. — En infectant des larves indemnes de *Scaurus striatus* avec des oöcystes de *P. marottai*, provenant de gamontocystes émis par des adultes de *S. striatus*, on a obtenu une population de parasites (*population* ou *xénophénotype larval*) très différente de celle des parents (*population* ou *xénophénotype imaginal*). Les mêmes différences ont été constatées dans deux autres populations de *P. marottai*, trouvées chez des adultes et des larves de *S. striatus*, provenant des environs de Rome. Ces quatre populations ont été utilisées pour une étude statistique du *degré de stabilité* de certains caractères, dans le but d'établir leur *valeur taxonomique*.

L'analyse statistique a été effectuée sur des caractères quantitatifs mesurables et sur des caractères qualitatifs exprimés par des chiffres; on a cependant cherché à évaluer approximativement aussi le comportement de certains caractères morphologiques.

Le degré de stabilité des caractères a été analysée sous deux aspects différents. Au moyen de la *probabilité de transvariation* parmi les distributions des différents caractères dans la population imaginale et larvale, on a établi une échelle des caractères selon leur degré de stabilité; au moyen du t de « Student » et de l'analyse de la variance, on a cherché à établir à quel niveau de l'échelle les caractères cessent d'être représentatifs de l'espèce pour devenir caractéristiques du xénophénotype seulement .

On a individué trois groupes de caractères de *P. marottai* ayant un degré de stabilité différent. En haut de l'échelle se trouvent les caractères des oöcystes (longueur, largeur, index); ensuite les valeurs des index relatifs aux trophozoïtes; au degré le plus infime se trouvent les valeurs des dimensions linéaires des trophozoïtes et des gamontocystes. Les constantes de croissance relative des trophozoïtes et les équations de régression correspondantes s'insèrent entre le premier et le second groupe. Toutes les valeurs moyennes relatives aux caractères du 2° et du 3° groupe sont statistiquement diverses pour les deux xénophénotypes.

Pour les autres caractères non susceptibles d'une analyse statistique, on a seulement pu signaler l'existence des caractères plutôt *stables*, comme la morphologie de l'épimérite et des gamontocystes, et des carac-

tères plutôt *instables*, comme la forme de la ventouse d'accouplement chez les satellites, l'épaisseur du sarcocyte déutomériticque, le nombre des sporoducts.

L'auteur met en relief l'importance des observations rapportées, en commentant les conséquences que l'on doit déduire pour la systématique des *Polycystidaea* et, en général, pour la systématique parasitologique.

Summary. — By infecting uncontaminated *Scaurus striatus* larvae with oöcysts of the gregarine, *Protomagalhaensia marottai*, developed in *S. striatus* adults, the author obtained a population of this parasite (*larval population* or *larval xenophenotype*) which showed to be widely different from the parental one (*imaginal population* or *imaginal xenophenotype*). Identical differences were noted in two other populations of *P. marottai* developed respectively in adults and larvae of *S. striatus*, collected in the field.

Data derived from these four populations of the parasite were statistically analysed in order to determine the *degree of stability* of some characters and their *taxonomic value*. The statistical analysis was carried out on measurable quantitative characters and on qualitative characters numerically expressed; however, in addition the author has sought to evaluate approximately the behaviour of some morphological characters.

The degree of stability of the characters has been analysed under two different aspects. (1) Through the Gini's *probability of transvariation* between the distributions of the same character respectively in the imaginal and larval xenophenotype, the author was able to determine a scale of the characters on the basis of their degree of stability; (2) through the Student's *t* and the analysis of variance he attempted to estimate at which level of the scale the characters cease to be representative of the species and become characteristic of the xenophenotype only.

As a result, three groups of characters having a different degree of stability can be recognized in *P. marottai*: (1) oöcysts' dimensions (length, width and their ratio) at the apex of the scale; (2) ratios of various parts of trophozoites at the second step; and (3) linear measurements of trophozoites and gamontocysts at the lowest step of the scale. Growth constants of trophozoites and the corresponding equations of regression insert themself between the first and second group. All the means of the two xenophenotypes realted to the characters of the second and the third group of characters (retained by the taxonomists as characteristic of the species) are statistically different.

A different degree of stability can be detected also in other characters which cannot be subjected to a statistical analysis. Thus, the morphology of the epimerite and of the gamontocyst appear to be a rather stable character; on the contrary, the form of the anterior end of protomerite in the satellite and the thickness of sarcocyte are not identical in the two xenophenotypes.

The author emphasizes the importance of his findings and discusses the deductions which may be drawn for the taxonomy of *Polycystidaea* and for the sistematics of the parasites in general.

Zusammenfassung. — Verf. infizierte unbeschädigte Larven von *Scaurus striatus* mit oöcysten von *Protomagalhaensia marottai*, die von aus erwachsenen Käfern hervorgegangenen Gamontencysten stammten, und hat so einen Parasitenstam erhalten (Larven-population oder Larven-xenophaenotyp) der sehr verschieden von dem parentalen Population ist (Imaginale Population oder Xenophaenotyp). Die gleichen Unterschiede wurden auch bei zwei anderen Populationen von *P. marottai* festgestellt, die in der Natur bei erwachsenen Käfern und Larven von *Scaurus striatus* gefunden wurden. Diese vier Populationen wurden zu einer statistischen Untersuchung über den Beständigkeitsgrad einiger Charakteristika benutzt zu dem Zwecke, ihren taxonomischen Wert festzustellen.

Si è soliti distinguere i caratteri in *ereditabili* (o genotipici, o stabili) e *non ereditabili* (o fenotipici, o labili). Tale distinzione ha una giustificazione didattica ed è molto utile, ma, a rigore, non è esatta. In primo luogo le due categorie non rappresenterebbero, se mai, che le classi estreme di una serie che ammette tutte le graduazioni intermedie. In secondo luogo, ciò che a noi appare di un organismo (o *fenotipo*), ed ogni carattere in esso distinguibile, rappresenta, in ogni caso, la risultante di due *componenti*, *ereditaria* l'una (controllo genico), *non ereditaria* l'altra (influenza dei fattori ambientali). Ciò che effettivamente può variare da un carattere all'altro è solo l'intensità relativa delle due componenti. Lo studio genetico ha infatti dimostrato che i fattori ereditari (o *geni*) non determinano univocamente il fenotipo in ogni suo particolare, ma definiscono soltanto la *norma di reazione* dell'organismo, e cioè, le modalità secondo cui esso potrà reagire, durante lo sviluppo, alle varie condizioni ambientali. Orbene, l'ampiezza delle oscillazioni di tali modalità può

essere piccola o grande, a seconda che il controllo genico sia rigido blando. Di conseguenza i diversi caratteri di un organismo ci apparirà no possedere un *grado maggiore o minore di stabilità* nei confronti fattori ambientali. Ed è appunto questo differente grado di stabilità è aggredibile per via sperimentale e determinabile.

Consideriamo un *carattere di popolazione*, o, in altri termini, le m dalità secondo cui uno stesso carattere suole presentarsi negli indivi di una popolazione. Qualunque sia la natura del carattere preso in esa (o morfologico, o biochimico, o fisiologico), esso ci apparirà *variabile*. la popolazione è scelta a caso in natura, le differenze rilevabili da un dividuo all'altro, relative al carattere considerato, avranno in genere, u duplice origine: il diverso patrimonio ereditario di ciascun individu le differenti combinazioni di fattori ambientali che su ciascuno di e hanno agito. Nessuna analisi statistica ci permetterebbe, in questa cir stanza, di stabilire quanto della variabilità sia attribuibile alla etero neità del patrimonio ereditario e quanto invece alla differente azione fattori ambientali. E' tuttavia concepibile come, in adatte condizioni s rimentali, l'intera variabilità possa venire ulteriormente analizzata, modo da permettere una valutazione attendibile delle due componenti, *variabilità ereditaria* (o genotipica) e la *variabilità non ereditaria* (o notipica) e come, dal raffronto tra le due componenti, si possa risalire a determinazione del grado di stabilità dei vari caratteri. Sono a tutti no ad esempio, le ricerche [1] effettuate sulle differenze rilevabili tra nu rose coppie di gemelli monocoriali e bicoriali, sviluppatisi in condizi ambientali identiche e diverse, le quali permisero di costruire una sc di alcuni caratteri umani secondo il loro grado di stabilità. Una conc rassegna dei vari metodi statistici utilizzati a questo scopo è stata fatta Gini [2] al quale autore si deve la proposta di due nuovi metodi. Altre cerche, invece, potrebbero essere solo in parte riferite a questo ordine idee, in quanto la valutazione della componente fenotipica, nella va bilità totale, è solo una condizione preliminare per una più profo analisi della variabilità genotipica, condotta con altri intendimenti. T sono, ad esempio, gli studi sull'eredità dei caratteri continui, recen mente affrontati dai Genetisti, mediante l'analisi della varianza e co rianza [3].

Con la presente ricerca si vuol portare un primo contributo sp mentale allo studio del *grado di stabilità* dei caratteri nelle Policistîd allo scopo di precisare il *significato sistematico* dei caratteri stessi. Il p

---

[1] Verschuer, O. von: Verh Ges. Phys. Anthrop., *6*, 1 (1932).
[2] Ann. Eug., *10*, 42 (1940).
[3] Mather, K.: Biometrical genetics, Methuen, London (1949), pag. 52.

blema della determinazione del grado di stabilità dei caratteri verrà aggredito con nuovo procedimento che ritengo possa essere utilizzato con vantaggio anche in altri casi. La specie scelta è una Policistidea della famiglia *Gregarinidae*, *Protomagalhaensia marottai*, parassita intestinale di un Tenebrionide, *Scaurus striatus*, da me recentemente descritta (4) e che è già stata oggetto di due studi sull'accrescimento relativo (5).

NATURA E TRATTAMENTO DEL MATERIALE UTILIZZATO.

Nel corso dell'anno 1950, furono catturati nelle adiacenze dell'Istituto Superiore di Sanità circa 400 adulti di *Scaurus striatus*, parzialmente infetti da *P. marottai* (6). Gli insetti vennero mantenuti, per qualche tempo, in gabbia di allevamento per la raccolta delle gamentocisti del parassita, e successivamente sacrificati per l'esame e la misurazione dei trofozoiti dei vari stadi presenti nell'intestino. Le gamontocisti, deposte dagli insetti con le feci, furono nettate, misurate in soluzione fisiologica, sterilizzate con rapido bagno in alcool a 90°, ed infine, deposte in capsule Petri sterilizzate, vennero messe a sporificare in termostato a 32°.

Con le oocisti provenienti da una quarantina di gamontocisti, scelte a caso tra quelle di mole maggiore, si infettarono, in quattro successive riprese, delle larve indenni di *S. striatus* allevate in laboratorio. Le larve, mantenute in un terrario, furono esaminate 11 mesi dopo, quando già i parassiti, sperimentalmente introdotti, avevano potuto spontaneamente propagarsi da una larva all'altra. Una sessantina di queste larve, prelevate dal terrario, deposero qualche centinaio di gamontocisti del parassita che furono fatte sporificare nelle identiche condizioni di cui sopra. Le stesse larve furono in seguito sacrificate per l'esame e la misurazione dei trofozoiti presenti nel loro intestino.

Si dispone così di gamontocisti, oocisti e trofozoiti (epicitozoici, enterozoici solitari, enterozoici biassociati) di due distinte popolazioni di uno stesso parassita, la prima sviluppatasi negli adulti, la seconda nelle larve di uno stesso ospite, *Scaurus striatus*. Inoltre i parassiti delle larve appartengono alle successive generazioni, non meglio precisabili, di individui scelti a caso tra i parassiti degli adulti. E' importante segnalare, una volta per tutte, che l'infezione nelle larve era più intensa che negli adulti. Vale a dire, le due popolazioni si differenziano per almeno due circostanze: il diverso stadio dell'ospite ed il diverso grado di intensità

(4) Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 465 (1952).
(5) Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 476 (1952); Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 1143 (1952).
(6) Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 476 (1952).

di infezione. Le eventuali differenze, rilevabili nelle due popolazioni, potrebbero essere quindi attribuite a cause concomitanti la prima circostanza, o la seconda, od all'azione combinata dei due gruppi di cause. Per la natura del problema che qui si vuole affrontare non interessa però tanto lo studio delle cause, quanto l'analisi degli effetti, ed è a questi esclusivamente che il presente lavoro è dedicato. Le espressioni « popolazione

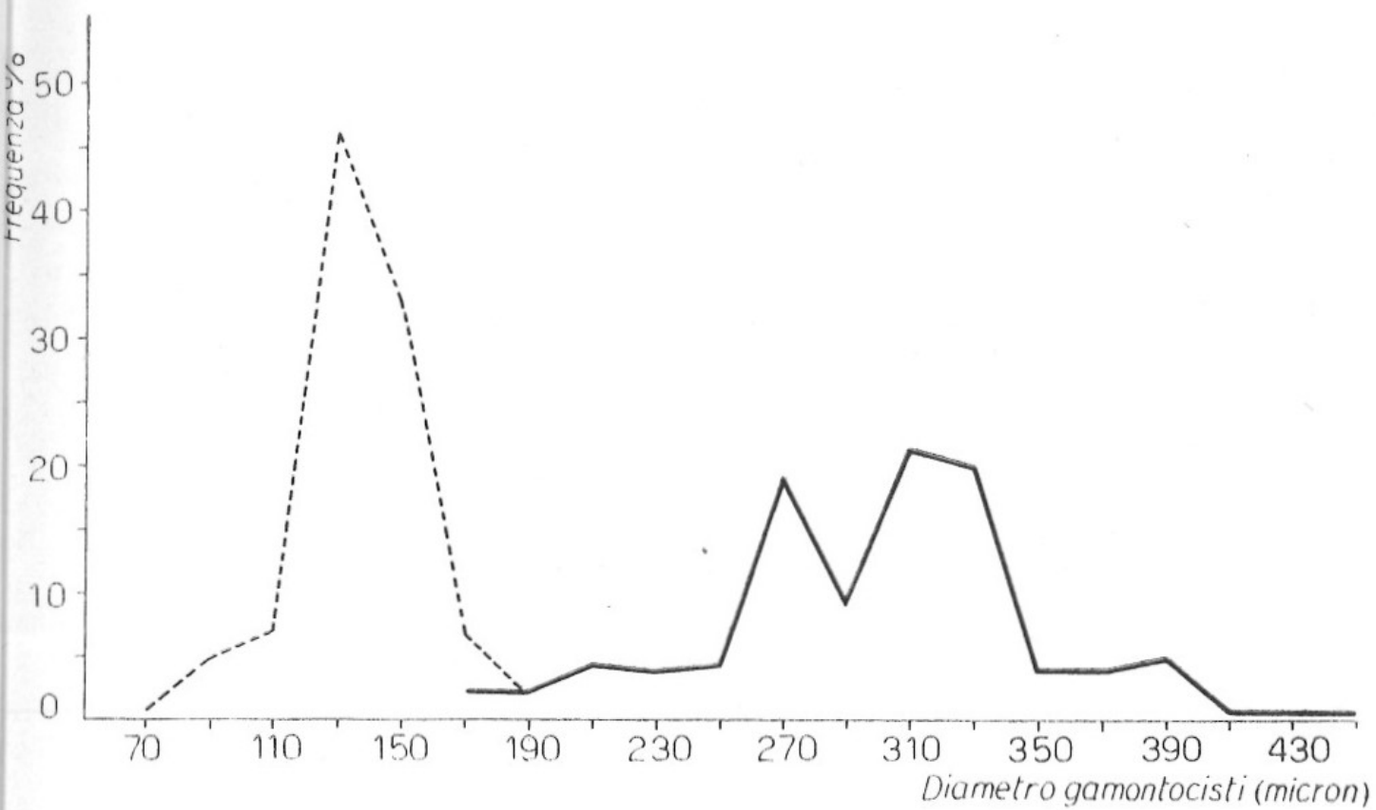


Fig. 1. - Diagramma della distribuzione di frequenza dei diametri (in micron) in 140 gamontocisti della popolazione imaginale « Ist. Sup. Sanità » (linea continua) e 150 gamontocisti della corrispondente popolazione larvale (linea spezzata).

o xenofenotipo imaginale » e « popolazione o xenofenotipo larvale » con cui d'ora in avanti indicheremo i parassiti sviluppatisi rispettivamente negli ospiti adulti e negli ospiti larve, vogliono perciò significare, in modo generico, *popolazioni cresciute in differenti condizioni ambientali*, senza nessuna pretesa di voler chiamare in causa l'uno piuttosto che l'altro dei vari fattori che hanno agito nei due ambienti.

Per la popolazione imaginale sono state misurate 140 gamontocisti, deposte da individui diversi, nel corso di un anno. La forma della gamontocisti è tendenzialmente sferica ed, in genere, poco si discosta da questa. Nelle gamontocisti di forma ellissoidale furono misurati i due assi, maggiore e minore, della sezione normale all'asse ottico e calcolato il loro valore medio. Le misure furono effettuate con oculare micrometrico: appros-

nazione nella misura a meno di 2 micron. I diametri furono sempre surati, escludendo l'alone gelatinoso periferico. Scelte 12 gamontoci- a caso, tra quelle di differente mole, furono fatte sporificare con par- olari accorgimenti descritti altrove (7). Dai filamenti oocistici emessi ciascuna gamontocisti furono scelte a caso e misurate 50 oocisti, con totale di 600 oocisti per l'intera popolazione. Per ogni oocisti furono ese due misure, lunghezza e larghezza, e fu calcolato il loro rapporto dice oocistico = larghezza : lunghezza). Le misure, particolarmente licate, furono eseguite alla camera lucida, secondo il metodo già utiliz- o per gli Stilocefalidi (8). Approssimazione nelle misure a meno di 0,2 cron. Per la popolazione larvale furono misurate 150 gamontocisti e 0 oocisti con le stesse modalità e nelle identiche condizioni della popo- ione imaginale. Sulle misure dei trofozoiti appartenenti alle due popo- ioni si è riferito in altro lavoro (9). Per la popolazione imaginale si di- one di 273 trofozoiti di cui 63 enterozoici solitari, 105 primiti e 105 sa- liti; per la popolazione larvale di 374 trofozoiti di cui 82 enterozoici itari, 146 primiti e 146 satelliti. Di ciascun trofozoite furono prese le guenti misure: LT, lunghezza totale, LP, lunghezza del protomerite, P, larghezza del protomerite, LD, lunghezza del deutomerite, WD, ghezza del deutomerite. Tutti i calcoli statistici relativi alle prime dieci belle sono eseguiti su grandezze isolate, senza previo raggruppamento classi.

RIABILITA' FENOTIPICA E VARIABILITA' GENOTIPICA IN « P. MAROTTAI ».

Vogliamo anzitutto dimostrare che la conoscenza del grado di stabi- à dei caratteri non ha un interesse puramente teorico; ma, per quanto uarda almeno le Policistidee, è di fondamentale importanza ai fini di a scelta appropriata dei caratteri tassonomici.

Ci limiteremo, in questa prima fase della presente ricerca, all'analisi due soli caratteri: il diametro delle gamontocisti e la lunghezza delle isti; entrambi, da tempo, utilizzati dai Sistematici del gruppo come atteri tassonomici, nelle diagnosi di specie.

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportate le costanti statistiche delle distri- zioni di frequenza dei due caratteri considerati, nella popolazione ima- iale ed in quella larvale. Nelle tabelle 3 e 4 si fa il confronto statistico

---

Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 465 (1952).
Riv. Parass. *11*, 113 (1950).
Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 1143 (1952).

tra i rispettivi valori medi per le due popolazioni. I grafici delle figg. 1 e 2 permettono una visione intuitiva dei risultati.

Le differenze tra i valori medi delle lunghezze delle oocisti (tabella 3)

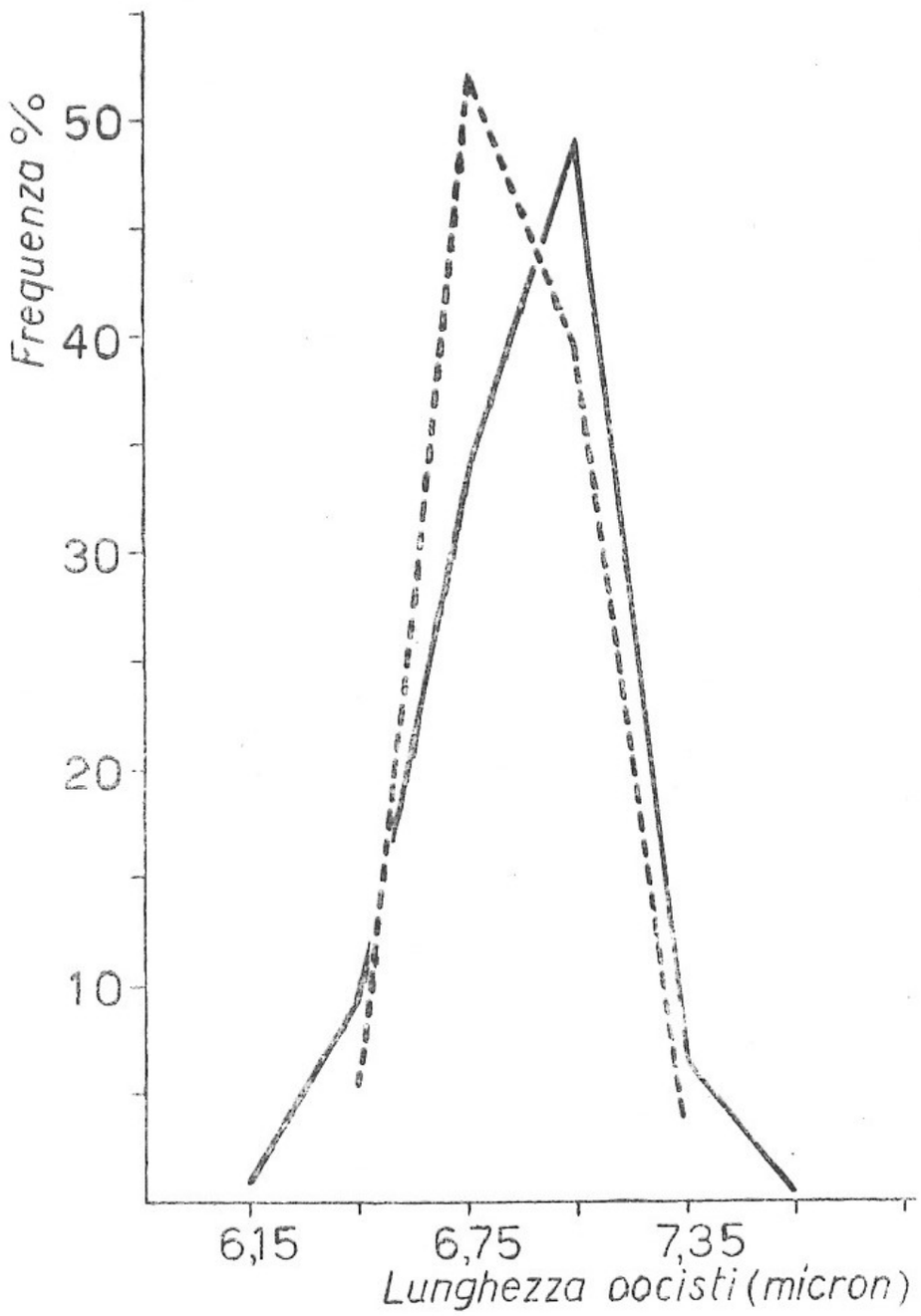


Fig. 2. - Diagramma della distribuzione di frequenza delle lunghezze (in micron) in 600 oocisti della popolazione imaginale « Ist. Sup. Sanità » (linea continua) e 600 oocisti della corrispondente popolazione larvale (linea spezzata).

non superano quelle prevedibili in conseguenza della casualità della distribuzione; al contrario, le differenze tra i valori medi dei diametri delle gamontocisti (tabella 4) sono significative e vanno attribuite a cause sistematiche.

Come si è detto, le gamontocisti utilizzate per l'infezione sperimen-

tale delle larve erano state scelte, per comodità tecniche, tra quelle di mole maggiore emesse dagli adulti; le gamontocisti raccolte dalle larve, invece, sono tutte molto più piccole. Questa circostanza esclude evidentemente la possibilità che il fenomeno sia dovuto ad una qualche selezione operatasi a carico del carattere, diametro gamontocistico. Ma è anche poco probabile che si possa pensare ad un caso di regressione, nel senso di Galton. I diametri gamontocistici della popolazione larvale si distribuiscono infatti al di sotto dei *minusvarianti* della curva di frequenza relativa alle gamontocisti della intera popolazione imaginale, le quali provengono da circa 400 adulti raccolti da una stessa località, ma in periodi diversi, nel corso di un anno. La spiegazione più attendibile quindi è che il nuovo ambiente larvale ha profondamente modificato la manifestazione del carattere, diametro gamontocistico; mentre la sua azione sulla lunghezza delle oocisti è praticamente trascurabile. In somma, la lunghezza delle oocisti si comporta come un carattere piuttosto stabile; il diametro delle gamontocisti, al contrario, come un carattere piuttosto labile.

L'importanza del reperto mi ha indotto comunque a ricercarne una convalida. Nel maggio del 1952, in località Acqua Santa, alla periferia di Roma, furono catturati 153 adulti di *S. striatus*. Alla stessa epoca e nella stessa località, sotto una pietra che nascondeva una trentina di adulti, furono raccolte, scavando nel terriccio sottostante, 28 larve dello stesso Tenebrionide. Adulti e larve risultarono infetti da *P. marottai*. L'infezione nelle larve, anche in questo caso, era più intensa che negli adulti. Furono raccolte e misurate 117 gamontocisti dai 153 adulti e 83 dalle larve. Scelte 12 gamontocisti di diversa mole per ciascuna popolazione furono fatte sporificare. Infine con le identiche modalità sopra descritte si misurarono, sia per la popolazione larvale che per quella imaginale 600 oocisti. Le costanti statistiche delle distribuzioni di frequenza per i due caratteri nelle rispettive popolazioni sono riprodotte nelle tabelle 6 e 7.

Disponiamo ora di quattro popolazioni, due per ciascun ambiente (ospite adulto, ospite larva). Quello che a noi, in sostanza, interessa sapere è se i nuovi dati confermano, o meno, quanto è già stato dimostrato per le due popolazioni sopra esaminate. Se non che, questa volta, non ci sono noti, come nel caso precedente, i rapporti intercorrenti tra la popolazione imaginale e quella larvale, per cui è indispensabile conoscere fino a che punto la nuova popolazione imaginale sia paragonabile a quella già esaminata, ed altrettanto dicasi per le due popolazioni larvali. I due problemi possono essere risolti contemporaneamente mediante l'analisi della varianza.

Nella tabella 8 si fa l'analisi della varianza per i diametri gamonto-

cistici; nella tabella 9 quella per le lunghezze oocistiche. Per entrambi i caratteri i dati sono ripartiti in due gruppi (classificazione maggiore) in rapporto ai due diversi ambienti (adulti, larve), ciascuno dei quali è suddiviso in due sottogruppi (classificazione minore) corrispondenti alle po-

Tabella 1.

Costanti statistiche della distribuzione di frequenza dei diametri (in micron) in 140 gamontocisti della popolazione imaginale « Ist. Sup. Sanità » e 150 gamontocisti della corrispondente popolazione larvale.

Popolazione	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$s \pm s_s$	C. V. $\pm s_{C.V.}$
Imaginale	299 ± 4,31	51,0 ± 3,05	17,1 ± 1.04
Larvale	138 ± 1,51	18,5 ± 1,07	13,4 ± 0,80

Tabella 2.

Costanti stastiche della distribuzione di frequenza delle lunghezze (in micron) in 600 oocisti della popolazione imagine « Ist. Sup. Sanità » e 600 oocisti della corrispondente popolazione larvale.

Popolazione	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$s \pm s_s$	C. V. $\pm s_{C.V.}$
Imaginale	6,86 ± 0,009	0,223 ± 0,006	3,25 ± 0,09
Larvale	6,84 ± 0,007	0,176 ± 0,005	2,57 ± 0,07

Tabella 3.

Saggio della significatività delle differenze tra i valori medi dei diametri gamontocistici per le due popolazioni, imaginale e larvale, « Ist. Sup. Sanità » mediante il *t* di « STUDENT ».

Popolazione	*n*	Media (in micron)	Somme quadrati
Imaginale . . .	140	299	363050
Larvale . . .	150	138	48987
		Differenza = 161	Somma = 412037
t = 69,069 gradi di libertà = 288, $P < 0,01$			

polazioni delle due località (Ist. Sup. Sanità, Acqua Santa). La somma *totale* dei quadrati relativa all'intero universo (variazione totale) è stata scomposta in tre parti, quella associata agli *ambienti* (variazione tra gli ambienti), quella associata alle *popolazioni* (variazione negli ambienti), ed, infine, quella associata agli *individui* (variazione nelle popolazioni). Dividendo le somme dei quadrati per i corrispondenti gradi di libertà si ottengono tre stime della varianza generale (varianze empiriche o quadrati medi), basate rispettivamente sugli ambienti, sulle popolazioni, sugli individui. Ne derivano, di conseguenza, due ipotesi di differenze nulle: quella per la quale le medie relative ai due ambienti sono variazioni accidentali della media dell'universo, controllata dal primo valore di F (rapporto di varianze), e quella per la quale le medie relative alle popolazioni dello stesso ambiente sono variazioni accidentali della media dell'universo, controllata dal secondo valore di F.

Ed ecco i risultati: le due popolazioni imaginali debbono considerarsi due campioni dello stesso universo e cosí pure, tra loro, le due popolazioni larvali sia per il primo che per il secondo carattere; al contrario, dal confronto relativo alla classificazione maggiore (gli ambienti) si deduce che, mentre i parassiti appaiono omogenei per quanto riguarda le variazioni della lunghezza delle oocisti, essi risultano sicuramente eterogenei relativamente al diametro delle gamontocisti. I nuovi dati confermano dunque in pieno, avvalorandoli, i risultati ottenuti con le due prime popolazioni. Nella variabilità del diametro gamontocistico. la varianza empirica, associata agli ambienti, dev'essere considerata come una stima della varianza dell'universo, maggiorata di una componente, significativamente diversa da zero, non dovuta a cause accidentali, e che nel nostro caso particolare è di natura tipicamente fenotipica.

Tentiamo ora, proseguendo nella indagine, di gettare uno sguardo sulla composizione genotipica del materiale in esame. Della lunghezza delle oocisti possiamo intanto affermare che si tratta di un carattere assai meno variabile del diametro gamontocistico (come appare dal confronto tra i valori dei coefficienti di variazione nelle tabelle 1, 2, 6, 7) e di gran lunga meno sensibile di questo all'azione dei fattori ambientali. Ma questa, sia pur scarsa variabilità, è essa stessa fenotipica, o non piuttosto di origine genotipica? Come si ricorda, in ciascuna delle quattro popolazioni, le 600 oocisti misurate costituiscono l'insieme di 12 distinti campioni di 50 oocisti ciascuno, provenienti da 12 gamontocisti di differente volume. I singoli individui di ogni campione sono gli zigoti derivati dalle fecondazioni tra differenti gameti prodotti da una stessa coppia parentale. Per ogni popolazione noi disponiamo, cioè, di 12 figliate di 12 distinte coppie

Tabella 4.

Saggio della significatività delle differenze tra i valori medi delle lunghezze oocistiche per le due popolazioni, imaginale e larvale, « Ist. Sup. Sanità » mediante il t di « STUDENT ».

Popolazione	n	Media (in micron)	Somme quadrati
Imaginale . . .	600	6,86	29,90
Larvale . . .	600	6,84	17,66
		Differenza = 0,02	Somma = 47,56
t = 1,738 gradi di libertà = 1198, $P > 0,5$			

Tabella 5.

Saggio della significatività delle differenze tra i valori medi dell'indice deutomeritico nei primiti delle due popolazioni, imaginale e larvale, « Ist. Sup. Sanità » mediante il t di « STUDENT ».

Popolazione	n	Media	Somme quadrati
Imaginale . . .	105	0.193	0,125275
Larvale . . .	146	0.325	1,119978
		Differenza = 0,132	Somma = 1,245253
t = 15,31, gradi di libertà = 249, $P < 0,01$			

parentali. Come si comporta la variabilità della lunghezza oocistica da una figliata all'altra?

Poichè relativamente al carattere in questione, le quattro popolazioni sono risultate, dalla precedente analisi, perfettamente equivalenti (vale a dire, le differenze tra loro sono solo dovute a cause accidentali e non sistematiche), potremo limitarci, semplificando i calcoli, ad una sola di esse. Nella tabella 9 si fa l'analisi della varianza della lunghezza delle oocisti per la popolazione imaginale « Ist. Sup. Sanità », per sapere se le medie dei singoli campioni differiscano tra loro significativamente. La risposta è affermativa: i valori medi delle lunghezze oocistiche, per le singole figliate, debbono ritenersi provenire da differenti universi.

Le oocisti si formano all'interno delle gamontocisti, dopo che queste sono state emesse dagli ospiti. Nel nostro caso particolare, l'*ambiente esterno* in cui le oocisti si sono formate era uniforme (temperatura e umidità costanti e identiche nei 12 casi); non altrettanto però può dirsi per l'*ambiente interno*. C'è una cospicua differenza di mole nelle gamontocisti delle 12 coppie parentali alla quale, con ogni verosimiglianza, è associata una differente composizione biochimica. Lo studio dell'accrescimento relativo nella specie in esame ([10]) ha dimostrato che, per quanto almeno si riferisce all'accrescimento morfologico, l'allometria prevale sulla isometria; ed è molto probabile, in analogia a quanto si verifica nei Metazoi, che anche per l'aumento dei vari componenti biochimici si verifichi lo stesso fatto. Sebbene manchino dati precisi in proposito, alcuni indizi rendono plausibile tale supposizione. Chiunque, studiando le Policistidee, non sia solito limitarsi all'esame di un paio di trofozoiti, ha notato infatti come, durante l'accrescimento, l'endocito, ad esempio, muti di consistenza e densità; come le granulazioni che lo compongono, visibili anche *in vivo*, cambino forma e dimensioni; come infine le affinità tintoriali verso i comuni coloranti biologici, in seno agli individui di una stessa specie, possano apparire diverse a seconda dello stadio di accrescimento raggiunto dai trofozoiti. Se quindi le differenze riscontrate nei valori medi delle lunghezze oocistiche delle singole figliate fossero correlate alla mole delle gamontocisti parentali potremmo anche supporre trattarsi di differenze fenotipiche; ma se ciò non si verifica, dobbiamo concludere che le differenze, in prevalenza almeno, sono di origine genotipica.

Nella tabella 11 sono messi a confronto i valori dei diametri delle gamontocisti parentali (X) con i valori medi delle lunghezze di 50 oocisti delle figliate corrispondenti (Y). Sono stati utilizzati i dati di tutte le 48 figliate complessivamente esaminate. Il valore del coefficiente di correlazione, r, non è significativamente diverso da zero: la correlazione è dunque nulla. A quanto risulta, la lunghezza delle oocisti non risente neppure delle eventuali differenze dell'ambiente gamontocistico. Si tratta, dunque, evidentemente di un carattere regolato da un rigoroso controllo genico; e le differenze tra le singole figliate, rivelate dall'analisi della varianza della tabella 9, sono solo imputabili a differenze nel patrimonio ereditario.

Concludendo, in *P. marottai* esistono caratteri (lunghezza oocisti) rigorosamente controllati da fattori genotipici, ed altri invece (diametro gamontocisti) sensibilissimi all'azione dei fattori ambientali. L'intensità

([10]) Filipponi A.: Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 476 (1952); Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 1143 (1952).

Tabella 6.

Costanti statistiche della distribuzione di frequenza dei diametri (in micron) in 117 gamontocisti della popolazione imaginale « Acqua Santa » e 83 gamontocisti della corrispondente popolazione larvale.

Popolazione	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$s \pm s_s$	C. V. $\pm s_{C.V.}$
Imaginale	307 ± 4,16	45,0 ± 2,94	14,7 ± 0,98
Larvale	147 ± 2,07	18,7 ± 1,46	12,7 ± 1,00

Tabella 7.

Costanti statistiche della distribuzione di frequenza delle lunghezze (in micron) in 600 oocisti della popolazione imaginale « Acqua Santa » e 600 oocisti della corrispondente popolazione larvale.

Popolazione	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$s \pm s_s$	C. V. $\pm s_{C.V.}$
Imaginale	6.88 ± 0,008	0,198 ± 0,06	2,88 ± 0,08
Larvale	6,81 ± 0,009	0,216 ± 0,06	3,17 ± 0,09

della componente fenotipica, in questo secondo caso, è tale, che se noi avessimo assunto *a priori* il diametro gamontocistico come carattere tassonomico specifico, avremmo potuto assegnare la popolazione larvale ad una nuova specie, e, si noti bene, confortando tale assegnazione con tutte le garanzie di una convalida statistica. Il tentativo di determinare il grado di stabilità dei vari caratteri appare, quindi, non solo giustificato, ma, nel nostro caso, indispensabile. Le quattro popolazioni oggetto di studio, non sono geneticamente omogenee. Ciò era ovvio *a priori* solo che si tenesse presente il modo di scelta dei singoli individui che le compongono; è stato di fatto dimostrato per la lunghezza oocistica; e può essere ammesso, senza eccessivi rischi, per l'insieme degli altri caratteri. Tuttavia i risultati ottenuti dall'analisi statistica della distribuzione complessiva delle lunghezze oocistiche fanno presumere che nelle quattro popolazioni ed in particolare nelle prime due (imaginale e larvale « Ist. Sup. Sanità ») sulle quali principalmente si baserà la nostra successiva indagine, l'eterogeneità del patrimonio ereditario si equivalga, nel senso che possiamo considerare le popolazioni, *grosso modo*, eterogenee in egual misura.

GLI INDICI DI TRANSVARIAZIONE COME MISURA DEL GRADO DI STABILITÀ DEI CARATTERI.

E' noto il concetto di transvariazione introdotto nella metodologia statistica dal GINI fin dal 1916 (11). Dei vari indici di transvariazione proposti ci limiteremo a considerarne uno, la probabilità di transvariazione, sia per l'estrema facilità del suo calcolo, sia perchè, nel nostro caso, anche da solo, può fornirci sufficienti indicazioni.

Si abbiano due gruppi di frequenze di uno stesso carattere: un gruppo K di N_k grandezze x_{ki} ed un gruppo H di N_h grandezze x_{hi} Siano M_k e M_h le mediane delle due distribuzioni, essendo $M_k > M_h$. Questa diseguaglianza è compatibile con due ipotesi: confrontando ciascuno degli elementi del gruppo K con tutti gli elementi del gruppo H, in tutti gli $N_k N_h$ risultati si avvera sempre la diseguaglianza $x_{ki} > x_{hi}$; oppure può verificarsi a volte la diseguaglianza $x_{ki} < x_{hi}$. Nel primo caso il campo di variazione del gruppo K rimane completamente esterno a quello del gruppo H; nel secondo caso, invece, i due campi si sovrappongono in parte più o meno ampiamente. Si chiama *area di transvariazione* quella comune alle due distribuzioni date; ed ogni differenza di segno contraria a quello della differenza $M_k - M_h$ rappresenta una *transvariazione* tra il gruppo K ed il gruppo H rispetto alla mediana. La *probabilità di transvariazione* è data dal rapporto tra il numero effettivo delle transvariazioni tra i due gruppi rispetto alla mediana ed il massimo che tale numero può raggiungere, nell'ipotesi di una traslazione operata su una delle variabili, in modo da realizzare la coincidenza delle mediane. Il suo valore è dato da

$$P_t = 2 \frac{s_{kh} + s'_{kh}/2}{N_k N_h}$$

in cui s_{kh} è il numero delle differenze negative (e cioè di segno contrario a quello delle corrispondenti mediane), s'_{kh} il numero delle differenze nulle (metà delle quali si considerano positive e metà negative) e $N_k N_h$ è il numero delle differenze $x_{ki} - x_{hi}$. Quando i due gruppi danno luogo a curve simmetriche il numero di transvariazioni è sempre minore o tutto al più eguale al numero massimo; per cui la probabilità di transvariazione avrà come valore massimo l'unità, oscillando il suo valore da 0 a 1.

La probabilità di transvariazione rappresenta la probabilità che due osservazioni, scelte a caso, una in ciascun gruppo differiscano in senso opposto a quello secondo cui differiscono le mediane del carattere nei due

(11) Riv. Statist., *52*, gennaio (1916).

gruppi, ragguagliata questa probabilità al valore massimo che essa può raggiungere (che per le distribuzioni approssimativamente simmetriche si assume eguale ad 1/2). Essa fu proposta dal Gini, insieme ad altri indi-

Tabella 8.

Analisi della varianza dei diametri gamontocistici in quattro popolazioni di *P. marottai* di cui due imaginali e due larvali.

Origine variazione	Somme dei quadrati	Gradi di libertà	Varianze empiriche	Rapporto di varianze (F)	Probabilità
Ambienti . .	3180631	1	3180631	730,42 *	0,05-0,01
Popolazioni .	8709	2	4354,5	0,13	> 0,05
Individui . .	17172785	486	35334,9		
Totale	20362125	488			

Tabella 9.

Analisi della varianza delle lunghezze oocistiche in quattro popolazioni di *P. marottai* di cui due imaginali e due larvali.

Origine variazione	Somme dei quadrati	Gradi di libertà	Varianze empiriche	Rapporto di varianze (F)	Probabilità
Ambienti . .	1,42	1	1,42	10,14	> 0,05
Popolazioni .	0,28	2	0,14	3,39	> 0,05
Individui . .	99	2396	0,04		
Totale	100,70	2399			

Tabella 10.

Analisi della varianza delle lunghezze oocistiche in 12 distinte figliate di 50 individui ciascuna, di *P. marottai* relative alla popolazione imaginale « Ist. Sup. Sanità ».

Origine variazione	Somme dei quadrati	Gradi di libertà	Varianze empiriche	Rapporto di varianze (F)	Probabilità
Totale	29,90	599			
tra gruppi . .	15,86	11	1,4418	60,33 *	< 0,01
nei gruppi . .	14,04	588	0,0239		

ci di transvariazione, come un mezzo di misura della *tipicità della differenza* tra i valori medi. Vale a dire, note le distribuzioni di uno stesso carattere nei due gruppi, gli indici di transvariazione ci permettono di stabilire fino a qual punto le medie del carattere dato differiscano tra loro, in modo da rappresentare quanto avviene per i singoli casi.

L'applicazione che qui se ne vuol fare è di altra natura ed ecco i concetti da cui si parte. Supponiamo di disporre di una popolazione di individui di nota composizione genica, omozigoti per tutte le coppie di alleli interessati al controllo di un dato carattere che si vuol analizzare. I singoli individui inoltre si siano sviluppati in condizioni ambientali, sperimentalmente regolate, in modo da renderle, al massimo, costanti e identiche per tutti gli individui. Se procediamo a valutare l'intensità del carattere in questione con sufficiente approssimazione, constateremo anche in questo caso, delle differenze tra i singoli valori. Con tutte le migliori intenzioni infatti non riusceremo mai ad eliminare completamente le cause di variazioni accidentali associate ad ogni esperimento. Incrociamo tra loro gli individui della popolazione analizzata che chiameremo parentale, P; costringiamo gli individui della popolazione filiale, F, a svilupparsi in un ambiente del tutto identico al precedente e misuriamo negli individui della F l'intensità dello stesso carattere. Se si rappresentano geometricamente i due gruppi di frequenze mediante lo stesso asse delle ascisse il campo di variazione del gruppo F tenderà a sovrapporsi al campo di variazione del gruppo P, l'area di transvariazione tenderà al suo valore massimo e la probabilità di transvariazione tra i due gruppi sarà assai vicina all'unità.

Supponiamo ora di ripetere l'esperienza con una semplice variante. Durante lo sviluppo degli individui della F, modifichiamo l'intensità di uno dei fattori che condizionano l'ambiente (mantenendo, ad esempio, costantemente più bassa la temperatura) e lasciamo invariati gli altri. Due ipotesi sono prevedibili: o la temperatura non ha alcuna influenza sul carattere esaminato, ed allora il campo di variazione del gruppo F tenderà a sovrapporsi a quello del gruppo P, come nel caso precedentemente considerato; o la temperatura ha una sua azione sul carattere, accelerandone, ad esempio, lo sviluppo, ed allora il campo di variazione del gruppo F subirà una traslazione verso sinistra: le due mediane si distanzieranno, l'area di transvariazione e la probabilità di transvariazione assumeranno valori tanto più piccoli per quanto più basso è il grado di stabilità del carattere. Nell'una e nell'altra alternativa, la probabilità di transvariazione tra il gruppo parentale e il gruppo filiale rispetto alla mediana ci misurerà il grado di stabilità del carattere di fronte alla tem-

Tabella 11.

Tabella di correlazione della doppia distribuzione dei diametri delle gamontocisti (X) e del valore medio della lunghezza di 50 oocisti emesse da ciascuna gamontocisti (Y). Coefficiente di correlazione corrispondente e saggio della significatività della sua differenza da 0

X = diametro gamontocisti.

Y = media lunghezza oocisti

	110	150	190	230	270	310	350	390	430	Totali
7,05		1			1	1		1	1	5
6,95	1	2	1	2	2	1	3	1		13
6,85	2	9			1	3	1			16
6,75	1	3		1		1	1	1		8
6,65		3							1	4
6,55	1					1				2
Totali	5	18	1	3	4	7	6	2	2	48

r = 0,229, gradi libertà = 46, t = 1,596, P = 0,2-0,1

Tabella 12.

Probabilità di transvariazione relativa alla lunghezza delle oocisti tra le popolazioni, imaginale e larvale « Ist. Sup. Sanità ».

Lunghezza oocisti	Frequenza p. imaginale f_i	Frequenza p. larvale φ_i	Frequenze cumulate Φ_i	$f_i \Phi_{i+1}$	$f_i \varphi_i$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
6,0 - 6,3	5	—		3000	—
6,3 - 6,6	57	32	600	32376	1824
6,6 - 6,9	204	310	568	52632	63240
6,9 - 7,2	294	236	258	6468	69384
7,2 - 7,5	87	22	22	—	814
7.5 - 7,8	3	—		—	—
Totali	600	600		94476	135262

Probabilità di transvariazione = 0,901

peratura, corrispondendo a valori più elevati di probabilità un maggior grado di stabilità.

Da questa schematizzazione, volutamente semplicistica, si intravvede intanto la possibilità di un impiego degli indici di transvariazione in problemi di natura fenogenetica, permettendoci essi di analizzare quantitativamente l'intensità di azione di singoli fattori ambientali sulla manifestazione di un dato carattere. Ma quando si voglia determinare il grado di stabilità di un carattere, come sondaggio preventivo per una scelta di caratteri tassonomici, l'impiego di tali indici può fornirci utili orientamenti anche nel caso di materiale per il quale ci sia praticamente preclusa la possibilità di un'analisi genetica.

Si abbia una popolazione P i cui individui siano stati scelti a caso in natura. Il genotipo dei singoli individui sarà verisimilmente diverso. Si ottenga dalla P, per allevamento di massa, una popolazione F. Anche i nuovi individui ottenuti saranno genotipicamente eterogenei. La frequenza dei singoli geni nelle due popolazioni tenderà a mantenersi costante; ma, se non fosse possibile accertarsene, non potremmo mai sapere entro quali limiti. Si supponga infine, analogamente all'esempio precedente, di aver sottoposto durante lo sviluppo gli individui della F a condizioni ambientali diverse da quelle della P. Scelto uno stesso carattere per le due popolazioni, mettiamo a confronto le due distribuzioni di frequenza mediante la probabilità di transvariazione. Lievi spostamenti dell'indice dal suo valore massimo non permettono questa volta una interpretazione univoca: essi potranno evidentemente attribuirsi sia ad un'influenza dei fattori ambientali sull'intensità del carattere, sia ad una diversa composizione genica della F. Ma se estendiamo il confronto a più caratteri, ed alcuni di questi fossero molto sensibili all'influenza ambientale, mentre altri poco o affatto, come si è visto avvenire in *P. marottai* la probabilità di transvariazione riacquisterà il suo valore classificatorio, mettendoci in evidenza i differenti gradi di stabilità dei vari caratteri. In definitiva, operando su popolazioni parentali e filiali ottenute per allevamento di massa, gli indici di transvariazione sono ancora in grado di valutarci il grado di stabilità dei caratteri, sebbene con minore precisione. Questo inconveniente peraltro non è pregiudiziale ai fini propostici, e ciò apparirà ancor meglio nel paragrafo successivo.

Diverso grado di stabilità nei caratteri di « P. marottai ».

Le popolazioni imaginale e larvale « Ist. Sup. Sanità », già in parte esaminate sono, nel nostro caso, abbastanza omologabili rispettivamente

Tabella 13.

Probabilità di transvariazione relativa all'indice deutomeritico dei primiti tra le popolazioni, imaginale e larvale « Ist. Sup. Sanità ».

Indice deutomeritico	Frequenza p. larvale f_i	Frequenza p. imaginale φ_i	Frequenze cumulate Φ_i	$f_i \Phi_{i+1}$	$f_i \varphi_i$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0,100 - 0,150	—	10	105	—	—
0,150 - 0.200	—	53	95	—	—
0,200 - 0,250	19	33	42	171	627
0,250 - 0,300	47	8	9	47	376
0,300 - 0,350	41	1	1	—	41
0,350 - 0,400	16	—		—	—
0,400 - 0,450	12	—		—	—
0,450 - 0,500	4	—		—	—
0,500 - 0,550	3	—		—	—
0,550 - 0,600	2	—		—	—
0,600 - 0,650	0	—		—	—
0,650 - 0,700	1	—		—	—
0,700 - 0,750	1	—		—	—
Totali	146	105		218	1044
Probablità di transvariazione = 0,097.					

ad una P e ad una F derivata dalla prima per allevamento di massa. Calcoliamone la probabilità di transvariazione per una serie di caratteri.

Sono stati presi in considerazione caratteri relativi alle oocisti, gamontocisti e trofozoiti. Tre caratteri per le oocisti: lunghezza, larghezza, indice oocistico. Un carattere per le gamontocisti, il diametro (esclusivo dell'alone gelatinoso). Quattro caratteri per i trofozoiti, tutti limitati ai soli trofozoiti enterozoici biassociati e scelti a rappresentare tre diversi tipi di caratteri, le grandezze lineari e i due diversi modi di raffrontarle e cioè, il loro prodotto (raffronto dimensionale) ed il loro rapporto (raffronto morfologico). Per il primo tipo si sono scelti i valori di LT nei primiti e nei satelli; per il secondo tipo i valori di LP.WP (che rappresenta una valutazione, sia pur grossolana, dell'area di una sezione longitudinale del protomerite) nei soli primiti; per il terzo i valori dell'indice deutomeritico, WD/LD, nei soli primiti. Abbiamo dunque com-

plessivamente 8 caratteri in cui sono rappresentati tutti i tipi di caratteri misurabili utilizzati di solito nelle diagnosi delle Policistidee.

Nel testo, tabelle 12, 13, 14, sono riportati i calcoli per soli tre caratteri. Per facilitare il calcolo della probabilità di transvariazione si è seguito il procedimento suggerito da Gini e Livada ([12]). In ogni tabella la colonna (1) dà gli intervalli di classe, la colonna (2) le frequenze f della distribuzione del gruppo K (quello con mediana maggiore), la colonna (3) le frequenze φ_i del gruppo H, la colonna (4) dà le frequenze cumulate Φ_i della (2) cominciando dalle intensità più alte, la colonna (5) i prodotti $f_i \Phi_{i+1}$, la colonna (6) i prodotti $f_i \varphi_i$. La somma degli elementi della colonna (5) è il valore s_{kh} : la somma degli elementi della colonna (6) è s'_{kh}. I valori della probabilità di transvariazione per gli otto caratteri considerati sono riprodotti nella tabella 15, colonna (1).

Se noi avessimo operato su popolazioni geneticamente omogenee per tutti gli otto caratteri, la colonna (1) della tabella 15 ci rappresenterebbe, nello stesso ordine e senza alcuna restrizione, la *scala di quei caratteri secondo il loro grado di stabilità*. Invece, nel nostro caso, le due popolazioni sono geneticamente eterogenee; possiamo tuttavia, come si è visto considerarle, con buona approssimazione, eterogenee in egual misura e ciò è da ritenersi valevole per tutti i caratteri. Se quindi lievi differenze nei valori della probabilità di transvariazione potrebbero essere addebitate a variabilità genotipica, non altrettanto può supporsi per differenze assai rilevanti. Osservando ora la tabella 15 si riesce agevolmente a identificare tre gruppi di caratteri a comportamento nettamente diverso. In un primo gruppo (1°, 2°, 3° carattere) il valore della probabilità di transvariazione è dell'ordine dei decimi; in un secondo (4° carattere) è dell'ordine dei centesimi; in un terzo (5°, 6°, 7°, 8° carattere) è dell'ordine dei millesimi. Nella colonna (2) della stessa tabella sono affiancati alcuni valori della probabilità di transvariazione desunti dal confronto tra popolazione imaginale e popolazione larvale « Acqua Santa ». I valori sono alquanto diversi, ma l'ordine di grandezza resta inalterato. Non c'è dubbio quindi che almeno i tre gruppi corrispondano realmente a tre diversi gradi di stabilità.

Il nesso esistente tra *grado di stabilità* di un carattere ed il suo *significato sistematico* è abbastanza ovvio. Il grado di stabilità di un

---

([12]) Atti VI Riunione Soc. It. Statist., Roma (1953), pag. 346.

Tabella 14.

Probabilità di transvariazione relativa ai diametri delle gamontocisti tra le popolazioni, imaginale e larvale, « Ist. Sup. Sanità ».

Diametro gamontocisti	Frequenza p. imaginale f_i	Frequenza p. larvale φ_i	Frequenze cumulate Φ_i	$f_i \Phi_{i+1}$	$f_i \varphi_i$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
60 - 80	—	1	150	—	—
80 - 100	—	7	149	—	—
100 - 120	—	10	142	—	—
120 - 140	—	69	132	—	—
140 - 160	—	50	63	—	—
160 - 180	3	10	13	9	30
180 - 200	3	3	3	—	9
200 - 220	6	—		—	—
220 - 240	5	—		—	—
240 - 260	6	—		—	—
260 - 280	26	—		—	—
280 - 300	13	—		—	—
300 - 320	30	—		—	—
320 - 340	28	—		—	—
340 - 360	5	—		—	—
360 - 380	5	—		—	—
380 - 400	7	—		—	—
400 - 420	1	—		—	—
420 - 440	1	—		—	—
440 - 460	1	—		—	—
Totali	140	150		9	39
Probabilità di transvariazione = 0,003.					

carattere (da non confondersi con il *grado di variabilità* da cui esso è concettualmente e praticamente distinguibile) ci misura, in sostanza, la sua *ereditabilità* che è uno dei requisiti fondamentali per un carattere tassonomico. E' logico, allora, che dovendo scegliere dei caratteri tassonomici per definire la specie esaminata, i caratteri del primo gruppo saranno più raccomandabili di quelli del secondo gruppo e questi più raccomandabili di quelli del terzo gruppo. Ma i caratteri del primo

gruppo sono raccomandabili in senso assoluto e non soltanto relativo. I valori della probabilità di transvariazione corrispondenti sono molto vicini a quelli che sarebbero da attendersi nel caso di massima stabilità. Inoltre per ciascuno dei tre caratteri, le distribuzioni relative alle quattro popolazioni studiate differiscono solo per cause accidentali (vedi tabella 3 e 9) e, cioè, le costanti statistiche derivate da uno qualunque dei quattro campioni potrebbero essere assunte con eguale diritto, a rappresentare l'intera specie. Ben altrimenti avviene nel caso dei caratteri degli altri due gruppi. A valori bassi della probabilità di transvariazione corrispondono aree di transvariazione molto piccole, vale a dire i campi di transvariazione dei due gruppi tendono a disporsi uno esterno all'altro. E' molto facile che in simili circostanze i valori medi delle due distribuzioni possano risultare statisticamente diverse. Nel nostro caso ciò si verifica effettivamente sia per tutti i caratteri del terzo gruppo (vedi tabella 4 e 8), che per quello del secondo (vedi tabella 5). Di conseguenza i valori medi relativi a tali caratteri, desunti da campioni di un unico xenofenotipo sono caratteristici dello xenofenotipo, non della specie.

Senza entrare in merito al determinismo dell'interessante fenomeno, ciò che è avvenuto in seno alla popolazione larvale può essere cosí precisato. Fattori per ora non identificati, forse legati all'ambiente larvale, forse connessi con la maggiore intensità di infezione, forse dipendenti da entrambe le cause, hanno profondamente modificato l'accrescimento dei trofozoiti. Il passaggio dallo stadio epicitozoico a quello enterozoico solitario è stato anticipato; altrettanto è avvenuto per il passaggio da questo stadio a quello enterozoico biassociato ed infine per l'incistamento. Ne è derivata la formazione di una popolazione di trofozoiti nani nei confronti di quelli della popolazione imaginale, qualunque sia lo stadio che si considera. Lo stesso fenomeno doveva necessariamente verificarsi per le gamontocisti il cui volume è proporzionale a quello dei due trofozoiti che si incistano. Questo giustifica l'analogia di comportamento tra tutti i caratteri del terzo gruppo della tabella 15. Esso infatti comprende dimensioni di trofozoiti e gamontocisti ed è evidente che qualunque altro dei loro valori dimensionali noi avessimo scelto ci avrebbe mostrato un comportamento identico. Queste considerazioni però non ci danno affatto ragione del comportamento dell'indice deutomeritico (2° gruppo) e di tutti gli altri indici che esso è stato scelto a rappresentare. Rapportando due dimensioni di uno stesso indi-

Tabella 15.

Scala di alcuni caratteri di *P. marottai* secondo il loro grado di stabilità. (1) Valori della probabilità di transvariazione desunti dal confronto tra popolazione imaginale e popolazione larvale « Ist. Sup. Sanità ». (2) Valori della probabilità di transvariazione desunti dal confronto tra popolazione imaginale e popolazione larvale « Acqua Santa ».

N.	Carattere	(1)	(2)
1	Lunghezza oocisti	0.901	0,858
2	Larghezza oocisti	0,575	0,769
3	Indice oocistico	0,554	0,710
4	Indice deutomeritico nei primiti	0,097	—
5	Lunghezza totale nei satelliti	0,007	—
6	Lunghezza totale nei primiti	0,005	—
7	Area protomeritica nei primiti	0,005	—
8	Diametro gamontocisti	0,003	0,002

viduo, l'influenza della mole da questo raggiunta viene eliminata. Da che dipende dunque il rilevante spostamento del campo di variazione dell'indice deutomeritico della popolazione larvale nei confronti di quello della popolazione imaginale? Durante l'accrescimento dei trofozoiti i vari rapporti tra dimensioni si mantengono costanti solo nel caso in cui le due dimensioni messe a confronto posseggono un accrescimento isometrico; non cosí invece se l'accrescimento fosse allometrico. Orbene, per quanto si riferisce a *P. marottai*, è stato dimostrato ([13]) appunto che l'allometria è il caso più frequente. E' logico allora prevedere che comparando, tra le due popolazioni, le distribuzioni di frequenza dei valori dei rapporti, le probabilità di transvariazione corrispondenti tenderanno ad assumere valori tanto più bassi per quanto le costanti di accrescimento, relative alle due dimensioni rapportate, si scosteranno dalla

([13]) Filipponi A.: Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 476 (1952); Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 1143 (1952).

unità. Osservai in altro lavoro ([14]) che nel caso di animali ad accrescimento illimitato e con prevalenza di allometria quali le Policistidee, sarebbe più razionale sostituire ai valori dei rapporti le equazioni di regressione di una delle grandezze, costituenti i termini del rapporto, sull'altra. Infatti le equazioni di regressione permettendoci, del pari dei rapporti, di prevedere il valore di una delle grandezze noto che fosse quello dell'altra, presentano il vantaggio di eliminare le variazioni dovute all'accrescimento differenziale. Potremo ora aggiungere che per la stessa ragione le equazioni di regressione si inserirebbero, nella scala del grado di stabilità, assai più in alto dei relativi rapporti i quali, dai dati della tabella 15, appaiono già intermedi tra i caratteri del 1° e del 3° gruppo. Nel nostro caso particolare però neppure le equazioni di regressione raggiungerebbero il grado di stabilità dei caratteri del 1° gruppo, in quanto, come si è dimostrato altrove ([15]) l'ambiente larvale ha avuto la sua influenza sull'accrescimento differenziale, facendo variare significativamente alcune costanti di accrescimento. Se ne deduce, sempre nel nostro caso, che almeno alcune costanti di accrescimento ed alcune equazioni di regressione appaiono anch'esse caratteristiche del solo xenofenotipo e non della specie.

Tra i caratteri analizzati nella tabella 15 vi sono caratteri quantitativi veri e propri e caratteri qualitativi, numericamente espressi (indice oocistico, indice deutomeritico): orbene sia nella prima che nella seconda categoria figurano caratteri piuttosto stabili e caratteri piuttosto labili. Il che significa che, come la proprietà che i caratteri hanno di variare è comune sia ai caratteri quantitativi che a quelli qualitativi, senza che esista *a priori* alcuna ragione per supporre i primi più variabili dei secondi, altrettanto si verifica per il loro grado di stabilità

Se al posto dei caratteri esaminati e di quelli che essi sono stati scelti a rappresentare, noi ci fossimo rivolti ad altri caratteri, meno rigorosamente classificabili o per i quali non fu possibile raccogliere dati precisi, non avremmo potuto dare una misura esatta del loro grado di stabilità, ma sostanzialmente saremmo giunti alle stesse conclusioni. Per esempio, il tipo strutturale dell'epimerite (tubo conico con dilatazione a bulbo alla base) e della gamontocisti (subsferica, a parete liscia, con alone gelatinoso periferico) si mantiene inalterato nelle due popolazioni. Al contrario sarebbe possibile differenziare le due popolazioni per

---

([14]) Riv. Parass., *12*, 195 (1951).
([15]) Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 1143 (1952).

tutta un'altra serie di caratteri che hanno risentito l'influsso di un precoce arresto nello sviluppo. Ad esempio, la tipica forma a corolla della ventosa di accoppiamento, nel protomerite del satellite, ([16]) non compare affatto nei satelliti della popolazione larvale, in quanto l'incistamento avviene quando la ventosa di accoppiamento ha ancora la forma di cercine, e non si è differenziata la corolla ([17]). Lo spessore del sarcocito deutomeritico, così rilevante in *P. marottai*, si accresce progressivamente e forse con accrescimento allometrico; per cui è ovvio che nella popolazione larvale sia, in media, più esile che nei trofozoiti di quella imaginale. Il numero degli sporidutti, emessi dalle gamontocisti, è, in genere, molto elevato e piuttosto variabile. Sebbene si sia dovuto rinunciare ad un conteggio esatto per tutto il materiale utilizzato nelle misure delle oocisti e nell'infezione sperimentale, sembra, da quanto risulta da pochi casi analizzati, che esista una certa correlazione tra il numero degli sporidutti e la mole della gamontocisti. In tal caso i valori medi del numero degli sporidutti risulterebbero evidentemente diversi per le due popolazioni. Ancora una volta, dunque, appare chiaro che un diverso grado di stabilità può risultare a carico di qualunque tipo di caratteri.

Riepilogo e conclusioni.

Infettando larve indenni di *Scaurus striatus* con oocisti di *P. marottai*, prodotte da gamontocisti emesse da adulti dello stesso Tenebrionide infettatisi in natura, si è ottenuta una popolazione di parassiti (popolazione o xenofenotipo larvale) spiccatamente diversa da quella parentale (popolazione o xenofenotipo imaginale). Avuta conferma dello stesso fenomeno per altre due popolazioni di *P. marottai* trovate in natura rispettivamente in un gruppo di adulti e di larve di *S. striatus*, si è utilizzato il materiale osservato per uno studio accurato del *grado di stabilità* dei singoli caratteri, al fine di vagliare il loro *significato sistematico*.

L'analisi vera e propria è stata effettuata su caratteri quantitativi misurabili e su caratteri qualitativi numericamente espressi, come la forma più o meno allungata del deutomerite rappresentata mediante l'indice deutomeritico. Era logico infatti, volendo raggiungere risultati ine-

---

([16]) e ([17]) Filipponi A.: Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 465 (1952).

quivocabili, partire da caratteri suscettibili di una rigorosa classificazione. Si sono peraltro tenuti presenti anche altri caratteri, limitandoci per questi necessariamente ad una valutazione approssimata del loro comportamento. In ogni caso, comunque, tutti i caratteri presi in considerazione sono stati scelti tra quelli già utilizzati di fatto, più o meno arbitrariamente, dai Sistematici del gruppo come *caratteri tassonomici* nelle diagnosi di specie. Se qualcuno non ci credesse, non ha che da sfogliare i due volumi della Watson ([18]) che rappresentano, a tutt'oggi, il tentativo più completo di sistematica organica delle Policistidee.

Lo studio del *grado di stabilità* dei caratteri, da un punto di vista metodologico, comportava la soluzione di due problemi di natura diversa. Era anzitutto necessario stabilire una *scala dei caratteri secondo il loro grado di stabilità*, comparando direttamente fra loro i dati delle due esperienze (popolazione parentale sviluppatasi nell'ospite adulto, popolazione filiale sviluppatasi nell'ospite larva): e per questo ci si è serviti della *probabilità di transvariazione* tra le distribuzioni del carattere nelle due popolazioni. In secondo luogo occorreva confrontare tra loro i valori medi dei singoli caratteri, per le due popolazioni, al fine di valutare l'attendibilità della loro appartenenza ad un unico universo o a due distinti universi: ed a questo scopo si è utilizzato il testo *t* di « Student ». Mediante il primo confronto si è cercato di definire una gerarchia dei vari caratteri di *P. marottai* secondo il loro *valore ereditario;* con il secondo si è voluto stabilire a quale livello della scala i caratteri cessavano di essere rappresentativi della specie, per divenire caratteristici del solo xenofenotipo.

E' stato così possibile individuare, nei caratteri di *P. marottai*, l'esistenza di tre gruppi di caratteri con grado di stabilità nettamente diverso. All'apice della scala si trovano i caratteri delle oocisti (lunghezza, larghezza, indice oocistico); seguono i valori degli indici relativi ai trofozoiti; all'infimo grado sono tutti i valori delle dimensioni lineari dei trofozoiti o dei loro prodotti ed i valori delle dimensioni delle gamontocisti. Si è anche tentato di interpolare la posizione nella scala del grado di stabilità, delle costanti di accrescimento e delle corrispondenti equazioni di regressione che io stesso avevo precedentemente ([19]) proposto in sostituzione dei rapporti tra le varie dimensioni dei trofozoiti: costanti di accrescimento ed equazioni di regressione si inserirebbero

---

([18]) Illinois Biol. Monogr., 2, (3), (1916); Illinois Biol. Monogr., 7, (1), 1952).
([19]) Riv. Parass., *12*, 195 (1951).

tra il primo ed il secondo gruppo. Infine tra gli altri caratteri che non fu possibile sottoporre ad una trattazione statistica, abbiamo potuto solo segnalare l'esistenza di caratteri piuttosto stabili, come la struttura morfologica dell'epimerite e della gamontocisti, e caratteri piuttosto labili, come la forma della ventosa di accoppiamento dei satelliti, lo spessore del sarcocito deutomeritico, il numero di sporidutti delle gamontocisti.

Ma il risultato più sorprendente di tutta la presente ricerca sta nel fatto che già al livello del secondo gruppo della tabella 15 tutti i caratteri cessano di essere caratteristici della specie. Si tenga ora presente il caso degli adulti e larve di *S. striatus* catturati in natura in località « Acqua Santa » e infetti da *P. marottai*. Allo studio più minuzioso le due popolazioni di parassiti ci sarebbero apparse nettamente differenti per tutto un complesso di caratteri, sia quantitativi che qualitativi, considerati in quel gruppo come caratteri tassonomici specifici. Di conseguenza saremmo stati indotti a creare due diverse specie per due semplici xenofenotipi. Non credo occorrano altri commenti per mettere in rilievo non soltanto l'utilità, ma, in casi come questo almeno, la necessità di vagliare preventivamente il grado di stabilità dei caratteri che si intendono utilizzare a scopi diagnostici.

Che il grado di stabilità possa variare da un carattere all'altro è un fatto generale ed è prevedibile per qualunque gruppo sistematico. Ma quali siano poi in particolare, per ciascun gruppo, i caratteri stabili e quali i caratteri labili, è questione tutt'affatto diversa che va risolta *a posteriori*, su dati di fatto, di volta in volta; e non già decisa arbitrariamente *a priori*. Recentemente Théodoridès ([20]) ha messo in sinonimia *P. marottai*, da me descritta in *Scaurus striatus* ([21]) con *Gregorina cavalierina*, descritta da Blanchard ([22]) in *Dendarus tristis*. Quando si è trovato di fronte ai diversi valori delle dimensioni oocistiche per le due specie (8 μ x 6 μ in *G. cavalierina*), l'A. si è giustificato con due osservazioni: (1) « les variations de dimension des spores... observées par Filipponi tiennent au fait que ce dernier a eu à sa disposition un materiel beaucoup plus abondant que Blanchard » (?!); (2) « chacun de ces auteurs a observé *G. cavalierina* dans un Ténébrionide différent ce qui peut amener quelques différecens dans la morphologie du parasite ». Orbene, i fatti stanno esattamente così: (1) Di 2400 oocisti di *P. marottai*,

---

([20]) Riv. Parass., *13*, 211 (1952).
([21]) Rend. Ist. Sup. Sanità, *15*, 463 (1952).
([22]) C. R. Ass. Fr. Avanc. Sci. 33e Session, Grenoble (1904), pag. 923.

emesse da gamontocisti di differente volume, deposte da adulti e larve di *Scarus striatus*, raccolti in località diverse ed in anni diversi, non c'è n'è una la cui lunghezza raggiunga 8 micron o la cui larghezza raggiunga 6 micron; per cui è altamente improbabile che l'esemplare osservato da Blanchard possa appartenere allo stesso universo da cui provengono i campioni da me osservati. (2) Nel crollo di tanti caratteri, di fronte ad un ambiente diverso, le dimensioni delle oocisti restano solidissime, comparendo all'apice della scala dei valori del grado di stabilità. Che se poi l'A. avesse indagato sperimentalmente cosa accada di fatto ad oocisti di *P. marottai*, ingerite da *Dendarus tristis*, avrebbe potuto constatare un risultato ancor più categorico, in quanto queste vengono senz'altro eliminate con le feci ([23]).

Abbiamo distinto caratteri che individuano la specie e caratteri che individuano soltanto lo xenofenotipo. Ma in un caso limite, come il nostro, in cui effettivamente i caratteri labili sono troppi, non è possibile trascurare del tutto i caratteri distintivi dello xenofenotipo, anche ai fini della diagnosi della specie, purchè lo si faccia con le dovute precauzioni. Mi spiegherò con qualche esempio. Si è visto che la tipica forma a corolla della ventosa di attacco nel protomerite del satellite, a causa del precoce incistamento, non riesce a differenziarsi nei satelliti della popolazione larvale in cui appare come un semplice cercine, del pari di quanto avviene nei satelliti più giovani della popolazione imaginale. Non ritengo tuttavia che questa formazione cessi di essere caratteristica di *P. marottai*. Quando si osserva, ad esempio, nei parassiti di *D. tristis* (*G. cavalierina*) satelliti lunghi circa due millimetri (il doppio degli esemplari massimi della popolazione imaginale di *P. marottai*) con una tipica ventosa a cercine, non c'è più dubbio di trovarsi di fronte ad altro parassita con comportamento differente. Ed ancora, se è vero che le due popolazioni di *P. marottai* sarebbero differenziabili in base allo spessore del sarcocito, è anche vero che non sarabbe mai possibile confondere in base a questo carattere, un individuo di *P. marottai*, qualunque sia la popolazione cui appartenga, da un individuo, ad esempio, di *G. cavalierina*. Sebbene infatti per questa specie Blanchard parli di un sarcocito « d'épaisseur notable », si tratta di un ordine di grandezza di 0,5-1 micron; mentre di individui di *P. marottai* di circa mezzo millimetro di lunghezza è dell'ordine di 10-20 micron.

La scala dei caratteri secondo il loro grado di stabilità, quale appare

---

([23]) Filipponi A.: Riv . Parass., *13*, 217 (1952).

dalla tabella 15 è valida senza dubbio per la specie esaminata ma siamo autorizzati a generalizzarla per tutte le Policistidee? La domanda va ulteriormente precisata. Possiamo cioè domandarci se per ogni specie i singoli caratteri assumerebbero lo stesso valore di quello indicato nella tabella per i corrispondenti caratteri di *P. marottai;* ed in tal caso la risposta è sicuramente negativa. Come nell'ambito di uno stesso gruppo sistematico un carattere può apparire diversamente variabile da specie a specie, altrettanto si verificherà per il suo grado di stabilità. Possiamo invece domandarci se, in ogni caso, i tre gruppi di caratteri identificati nella tabella 15 si succederebbero nello stesso ordine; ed allora la risposta ammette due alternative: o la possibilità di un controllo, da parte di fattori ambientali, sul passaggio da uno stadio trofico all'altro e sull'incistamento è un fenomeno biologico generale per tutte le gregarine, ed allora i tre gruppi si seguiranno sempre nello stesso ordine; o il fenomeno non è generale, ed allora potrà anche avvenire diversamente. Se ora si tiene presente che oltre la metà delle specie di Policistidee descritte sono state differenziate *unicamente* in base a caratteri compresi nel secondo e nel terzo gruppo della tabella 15, si capirà l'importanza capitale per l'intera sistematica delle gregarine di risolvere i quesiti ora posti.

Ammessa l'esistenza di caratteri stabili e caratteri labili presso ogni gruppo sistematico, l'urgenza con cui si prospetta il problema della determinazione del loro grado di stabilità, in funzione di una scelta dei caratteri tassonomici, appare diversa a seconda che si considerino le forme libere o quelle parassite. La ragione è ovvia. Gli individui di una stessa specie parassita che si sviluppano in ospiti diversi vengono di norma a trovarsi in condizioni ambientali del tutto differenti e discontinue, nel senso che nella combinazione dei vari fattori ambientali possono entrare in gioco in un caso elementi del tutto esclusi in un altro. Ciò comporta due conseguenze principali: 1) nelle forme libere la natura piuttosto labile di un carattere ci è di solito segnalata da una maggiore variabilità del carattere stesso, mentre può non avvenire altrettanto per le forme parassite, se ci si limita ad osservare individui provenienti da uno stesso tipo di ospite; 2) nel primo caso un campione sufficientemente grande sarà rappresentativo della specie per tutti i suoi caratteri, nel secondo caso invece un campione di parassiti, per quanto grande, prelevato da ospiti di uno stesso tipo, potrebbe rappresentarci unicamente lo xenofenotipo relativo a quell'ospite per tutta una seria di caratteri labili, come abbiamo visto avvenire in *P. marottai.* Riferen-

doci al caso delle due popolazioni di *P. marottai* trovate in natura, oltre alle rilevanti differenze tra i parassiti delle larve ed i parassiti degli adulti ci avrebbe indubbiamente colpito un altro fatto, e cioè, la evidente correlazione tra tipo di parassita e stadio dell'ospite. Avremmo così potuto fare ad un tempo due scoperte: l'esistenza di due specie di parassiti e la stretta specificità dei parassiti stessi. In altre parole, avremmo potuto interpretare la differenza di ospite (nel caso specifico, il diverso stadio dell'ospite) come una ulteriore conferma della validità delle differenze risultate dallo studio delle due popolazioni di parassiti; mentre, in effetti, era questa la vera ed unica causa che le aveva determinate. Se noi volessimo riportare dalla letteratura delle gregarine ed, in genere, dalla sistematica parassitologica esempi sui quali sarebbe lecito proiettare l'ombra di un dubbio analogo, resteremmo solo imbarazzati nella scelta. Con questo non si ha alcuna intenzione di porre in sinonimia questa o quella specie, sulla base di semplici supposizioni; ma si vuol unicamente affermare che i *fatti* qui dimostrati sollevano *problemi* relativamente a molte altre specie e non solo nella sistematica delle gregarine, ma nella sistematica di tutti i parassiti.

Roma — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di parassitologia.