

## 7. Augusto CORRADETTI - Sull' introduzione di metodi genetici per la determinazione delle specie negli anofelini.

Dopo la scoperta del meccanismo di trasmissione della malaria, lo studio della sistematica degli *Anopheles* si è andato sempre più estendendo, fino a costituire uno dei capitoli più vasti e meglio conosciuti dell'intera sistematica dei Ditteri.

Specialmente la difficoltà di risolvere determinati problemi di carattere epidemiologico relativi alla malaria ha costituito uno stimolo allo studio in profondità della sistematica e della biologia degli anofelini. E' così avvenuto che le cognizioni da noi oggi possedute sulle varie specie di anofeli del mondo presentano un valore notevolmente diverso per ciascuna specie. Vi sono infatti specie che essendo importanti vettori di malaria sono state oggetto di ricerche molto approfondite, e specie invece la cui classificazione è basata sullo studio di esemplari scarsi o anche unici catturati nelle varie regioni del mondo da esploratori o da malariologi e successivamente studiati nei Musei zoologici.

In questi ultimi anni gli studi sistematici sugli anofeli si sono andati sempre più approfondendo nella determinazione dei caratteri distintivi delle diverse specie.

Al principio del secolo la classificazione si basava quasi esclusivamente sui principali caratteri morfologici esterni dell'adulto. Si è visto successivamente che tale metodo di classificazione era inadeguato: infatti, per citare un esempio, per lunghi anni numerose specie anofeliche sono andate sotto il nome di *A. funestus*, poichè lo studio morfologico limitato agli adulti non aveva permesso di rilevare sufficienti caratteri differenziali, che si sono rivelati invece di notevole entità allorchè lo studio comparativo si è esteso agli altri stadi della metamorfosi. Appare evidente l'importanza pratica dell'eliminazione di un simile errore, poichè mentre il vero *A. funestus* è un grave vettore di malaria, le specie che con esso venivano confuse sono per la massima parte del tutto innocue.

Oggi pertanto gli studi morfologici e biologici hanno dimostrato che per la classificazione degli anofeli è necessario prendere in considerazione il complesso dei caratteri dell'adulto (compresi faringe e ipopigio maschile), della larva, della ninfa, e dell'uovo.

Di conseguenza la validità sistematica delle specie non determinate sulla base dei caratteri di tutti gli stadi è soggetta a revisione.

Come prova della verità di questo asserto riporterò il caso dell'*A. garnhami* anofelino da me (1) recentemente studiato nella zona di Dessié.

Questa specie presenta tali varianti morfologiche nelle larve, nelle ninfe, e negli adulti, da rendere giustificata la distinzione di almeno due specie, se le osservazioni non fossero state eseguite su materiale allevato dalla larva e seguito negli stadi successivi. Con le ricerche così compiute ho potuto appurare che non esiste una fissa legge di dipendenza di un carattere dell'adulto da un determinato carattere larvale o ninfale, ma che tutte le varianti sono indipendenti tra loro. Di conseguenza le varianti morfologiche osservate sono da considerarsi fenotipiche e pertanto non si può assegnare ad esse un definito valore sistematico.

Ciò dimostra che nel campo degli *Anopheles* lo studio morfologico è da solo talvolta insufficiente a determinare la classificazione, poichè in generale i morfologi usano dare tanta maggiore importanza a un carattere distintivo tra due specie, quanto più grande è la divergenza che in rapporto a quel carattere le due specie presentano.

L'esperienza dell'*A. garnhami* mi ha dimostrato che l'applicazione di questo criterio potrebbe condurre nel campo degli *Anopheles* a gravi errori di valutazione. Infatti se, nel caso dell'*A. garnhami* non si fossero seguiti i vari stadi di sviluppo degli individui separati, ma ci si fosse contentati dello studio morfologico delle larve, ninfe e adulti catturati, difficilmente si sarebbe eliminato il dubbio della pluralità delle specie in esame.

Da questo esempio appare dimostrata la necessità di assicurarsi che i caratteri distintivi tra due specie anofeliche sieno *genotipici*, prima di assegnare un valore sistematico ai caratteri stessi.

Ma mentre problemi come quelli presentati dall'*A. funestus* e dall'*A. garnhami* hanno potuto essere risolti con la estensione dello studio morfologico a tutti gli stadi della metamorfosi, e quindi in pratica dal semplice allevamento, l'esperienza ha dimostrato che nel campo degli *Anopheles* possono presentarsi problemi che non risultano solubili per questa via, e per i quali è necessaria l'applicazione di metodi genetici. E' questo il caso delle specie che al-

l'esame morfologico appaiono molto affini tra loro e che in realtà risultano al controllo genetico nettamente separate.

L'applicazione di metodi genetici di studio negli anofeli è stata da me (2) iniziata nel 1934 per il caso dell'*A. maculipennis* che, come è noto, è il principale vettore di malaria d'Europa. Riferirò brevemente sulle ricerche compiute da me e da altri autori per dimostrare l'importanza pratica dei risultati a cui conducono tali studi.

In Europa il problema dell'anofelismo senza malaria è stato per lunghi anni considerato un problema insolubile, perchè tanto nelle zone malariche che in quelle indenni si rinveniva apparentemente sempre un'unica specie di *Anopheles*, l'*A. maculipennis*. A nulla valse il fatto che Falleroni (3) segnalasse l'esistenza di varianti nelle uova deposte da diverse femmine di *A. maculipennis* e che su quella base distinguesse tre varietà: dagli entomologi e dai malariologi non fu data sufficiente importanza a tali caratteri che furono senz'altro considerati come variazioni o come anomalie. Soltanto nel 1933 Missiroli, Hackett e Martini (4), partendo da uno studio condotto con criteri epidemiologici, giunsero ad osservare che nelle zone non malariche le femmine di *A. maculipennis* non deponevano mai alcuni tipi di uova che erano invece frequentemente deposti dall'*A. maculipennis* delle zone malariche. Questi autori distinsero così sulla base delle differenze morfologiche delle uova dapprima cinque e poi sei « razze ». Lo studio dei caratteri morfologici differenziali tra le varie razze fu contemporaneamente esteso alle larve dalla La Face (5) che mise in evidenza alcune differenze nelle setole dei vari tergiti addominali.

Tuttavia il complesso dei caratteri morfologici e biologici differenziali sarebbe stato con ogni probabilità insufficiente a dare il valore di specie alle razze di *A. maculipennis*, se non fosse stato compiuto un complesso di studi genetici, che hanno dimostrato l'esistenza di fenomeni che rendono indubbia la distinzione specifica.

Le ricerche compiute parallelamente da me (6) (7) in Italia e da Swellengrebel e collaboratori (8) in Olanda hanno messo in evidenza che negli incroci tra maschi di *A. maculipennis* var. *atro-parvus* e femmine delle diverse razze si ottenevano ibridi che dimostravano i seguenti fenomeni:

1) nell'incrocio tra *labranchiae* e *atroparvus* i maschi ibridi presentavano testicoli atrofici in alta percentuale (90% nei miei esperimenti e 86% in quelli degli AA. olandesi). Nè a me nè agli AA. olandesi è stato possibile ottenere una seconda generazione incrociando tra loro gli ibridi di prima generazione;

2) nell'incrocio tra *messeae* e *atroparvus*, compiuto dai soli AA. olandesi, si ebbe sterilità completa, in quanto le larve derivate dall'incrocio morirono tutte prima di raggiungere la maturità e molte uova non schiusero affatto;

3) nell'incrocio tra *melanoon* e *atroparvus* tanto io che gli AA. olandesi ottenemmo ibridi i cui maschi presentavano tutti testicoli atrofici e le femmine ovaie atrofiche nel 50%;

4) nell'incrocio tra *maculipennis* (tipico) e *atroparvus* si ebbero tutti i maschi con testicoli atrofici e la quasi totalità delle femmine con ovaie atrofiche;

5) nell'incrocio tra *sacharovi* (*elutus*) e *atroparvus* furono ottenuti ibridi di cui solo una percentuale minima riuscì a raggiungere lo stadio di immagine. Tutte le immagini ottenute, dapprima da me (9) e poi da Bates (10) risultarono di sesso maschile e tutte dimostrarono completa atrofia dei testicoli.

Come si vede, dai risultati ottenuti nei prodotti degli incroci appare dimostrata l'esistenza di quei fenomeni ai quali il Ghigi ha dato il nome di gonomonotelidia incompleta. Questi fatti dimostrano con evidenza la scarsissima o nulla affinità gametica tra i progenitori, il che è espressione della loro appartenenza almeno a specie diverse. Come mi fa osservare il prof. Ghigi in una comunicazione personale, fatti analoghi a quelli rilevati negli incroci eseguiti da me e dagli AA. olandesi si verificano, negli uccelli e nei mammiferi, nei prodotti dell'incrocio tra forme che vengono classificate non solo come specie diverse, ma addirittura come generi diversi (\*).

(\*) Colgo l'occasione per ringraziare il prof. Ghigi di queste sue considerazioni, come di altre che mi hanno indotto a modificare l'interpretazione relativa ai risultati ottenuti nelle uova deposte da femmine delle  $F_1$  (*labranchiae* x *atroparvus*). Tali risultati sono da considerarsi come espressione di una variabilità molto notevole, analoga a quella di altri *incroci interspecifici*, nei quali si trova nella  $F_1$

I fatti esposti illustrano come nel caso dell'*A. maculipennis* lo studio morfologico risultato insufficiente a distinguere tra loro sei diverse specie sia stato utilmente integrato dallo studio genetico che ha permesso di dare una dimostrazione della validità specifica dei caratteri differenziali, arrecando così un contributo alla soluzione del problema dell'anofelismo senza malaria nell'intero continente europeo.

Quanto si è esposto dimostra la necessità di controllare con metodi genetici la validità dei caratteri distintivi delle specie anofeliche, al fine di separare da un lato i caratteri fenotipici, evidentemente non validi per la classificazione, dai caratteri genotipici, e dall'altro al fine di valutare sulla base di incroci l'affinità gametica di specie morfologicamente vicine.

Questi concetti conducono naturalmente a far dedurre la necessità di rivedere su base genetica alcuni punti controversi o dubbi della classificazione degli anofeli. Al tempo stesso appare opportuno segnalare ai malariologi l'applicazione di un metodo di indagine, che, come nel caso dell'*A. maculipennis*, può contribuire alla soluzione di problemi epidemiologici di primaria importanza.

#### RIASSUNTO

Si espongono alcuni fatti che inducono a ritenere necessaria l'introduzione di metodi genetici per la soluzione di particolari problemi di sistematica degli anofelini che possono assumere notevole importanza pratica nei riguardi dell'epidemiologia della malaria.

Roma - Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di malariologia

---

tutta una serie di forme che va da individui simili a uno dei genitori, a individui intermedi, fino a individui simili all'altro genitore.

Secondo Montalenti (11), la variabilità della  $F_1$  negli incroci interspecifici potrebbe derivare dal fatto che i genitori si comportino come eterozigoti per questi caratteri, poichè se fossero omozigoti il fenotipo della  $F_1$  sarebbe uniforme. Nel caso specifico dell'incrocio *labranchiae* x *atroparvus* il fatto di aver trovato per certi caratteri delle uova deposte dalla  $F_1$  una dominanza dell'*atroparvus* in proporzioni non lontane da 3 : 1 confermerebbe che i genitori si sieno comportati come eterozigoti per i caratteri in questione.

BIBLIOGRAFIA

- (1). CORRADETTI A., « Note sull'*Anopheles garnhami* d'Abissinia », Riv. Parassitol., 4, 141-146. (1940).
  - (2). CORRADETTI A., « Sul comportamento sessuale dell'*Anopheles maculipennis* var. *labranchiae* », Riv. Malar., 13, 191-193. (1934).
  - (3). FALLERONI D., « Fauna anofelica e suo habitat (paludi, risaie, canali) », Riv. Malar. 5, 553-593. (1926).
  - (4). MISSIROLI A., HACKETT L. W. e MARTINI E., « Le razze di *Anopheles maculipennis* e la loro importanza nella distribuzione della malaria », Riv. Mal., 12, 1-56. (1933).
  - (5). LA FACE L., « Sull'esistenza di razze diverse di *Anopheles maculipennis* », Riv. Malar., 10, 673-683. (1931).
  - (6). CORRADETTI A., « Ricerche sugli incroci tra le varietà di *Anopheles maculipennis* », Riv. Malar. 13, 707-720. (1934).
  - (7). CORRADETTI A., « Revisione critica degli studi sul comportamento sessuale e sugli incroci tra le diverse varietà di *Anopheles maculipennis* », Riv. Parass. 1, 329-341. (1937).
  - (8). DE BUCK A., SCHOUTE E. e SWELLENGREBEL N. H., « Crossbreeding experiments with dutch and foreign races of *Anopheles maculipennis* », Riv. Malar., 237-263. (1934).
  - (9). CORRADETTI A., « Sui caratteri morfologici degli ibridi derivati dall'incrocio tra *Anopheles maculipennis* var. *elutus* e *Anopheles maculipennis* var. *atroparvus* », Riv. Malar., 16, 42-45. (1937).
  - (10). BATES M., « Hybridization experiments with *Anopheles maculipennis* », Amer. J. Hyg., 29, Sect. C, 1-6 (1939).
  - (11) MONTALENTI, « Elementi di genetica », Bologna, Cappelli.
-