

**Isolamento geografico e variazioni morfometriche  
nei soldati di *Kaloterme flavicollis* Fabr.  
(Isoptera: Kalotermitida)**

L'esistenza di razze geografiche negli Isoptera è nota da lungo tempo e già Snyder (1949) ne elenca numerosi casi; razze geografiche di *Kaloterme flavicollis* Fabr. non sono però state ancora descritte anche se la distribuzione della specie, presente in quasi tutte le regioni costiere del bacino Mediterraneo, rende possibile e probabile la loro costituzione.

Il primo ad avanzare l'ipotesi dell'esistenza di razze geografiche di *K. flavicollis* Fabr. è stato probabilmente Lüscher (1956) per spiegare talune differenze biologiche osservate in popolazioni raccolte in Italia e in Francia; l'osservazione è stata poi ripresa da Lüscher e Springhetti (1960) senza ulteriore approfondimento e citata da Harris (1970). In seguito Springhetti (1967, 1968) ha riconosciuto differenze fisiologiche e comportamentali tra le popolazioni di *K. flavicollis* di differenti regioni italiane: tra l'altro, alcune formano reali di sostituzione con maggior facilità di altre.

Nel presente studio il problema dell'esistenza di razze geografiche in Italia è stato affrontato con i metodi dell'analisi statistica multivariata, che in questi ultimi anni hanno permesso in più casi di individuare differenze anche piccole nella forma e nella grandezza di individui di popolazioni provenienti da aree diverse, e che Stroud (1953) ha usato studiando le affinità tra specie del genere *Kaloterme*.

Come oggetto della ricerca sono stati scelti i soldati, casta ben caratterizzata, che però presenta variazioni molto ampie di grandezza del capo e della mandibola (Springhetti, 1970): i soldati possono infatti differenziarsi sia da stadi larvali sia da stadi ninfali diversi (Grassi e Sandias, 1893; Lüscher, 1952) dai quali dipendono le loro

dimensioni definitive (Grassé e Noirot, 1957); anzi (Silvestroni, 1945) in *Syntermes* la grandezza media dei soldati varia con l'età della colonia, poichè in quelle più vecchie e numerose i soldati si differenziano da stadi più avanzati.

Ci è sembrato quindi che i soldati costituissero un materiale adatto per mettere in evidenza possibili differenze morfometriche tra popolazioni di diversa provenienza geografica, anche perchè le loro dimensioni potrebbero dipendere sia da diverse capacità di accrescimento, sia da preferenza a far differenziare i soldati da stadi differenti.

## MATERIALE E METODI

Sono stati studiati 328 soldati provenienti da 4 regioni d'Italia: 95 dalla Sardegna, 95 dalla Sicilia, 93 dalla Puglia, 45 dalla Campania.

Gli esemplari misurati sono stati presi a caso da più colonie naturali nella stessa regione e subito fissati in alcool: nessuna colonia ha fornito più di 5 esemplari, per evitare che l'età di una colonia influenzasse in modo determinante la media.

Le misurazioni delle strutture sono state fatte «in situ» con l'aiuto di un oculare micrometrico di precisione, e quindi trasformate in mm. E' stata misurata 1) la lunghezza del cranio, dal margine del postclipeo; 2) la larghezza del cranio; 3) la lunghezza della mandibola, dal condilo ventrale all'apice; 4) la lunghezza massima del pronoto; 5) la larghezza del pronoto.

Degli esemplari misurati si è determinato anche il sesso: nei 4 gruppi il rapporto tra maschi e femmine non è mai risultato significativamente diverso da 1:1.

Il confronto dei vettori-media fra i sessi e fra le singole regioni è stato fatto col  $T^2$  di Hotelling, secondo Morrison (1976). L'analisi discriminante multipla (o analisi canonica) fra gli otto gruppi esaminati è stata condotta seguendo le tecniche illustrate da Maxwell (1977). Sulla matrice delle distanze di Mahalanobis (Poole, 1974) è stata eseguita l'analisi a cluster con il metodo UPGMA secondo Sneath e Sokal (1973).

L'elaborazione statistica è stata fatta al Centro di Calcolo dell'Università di Ferrara, collegato al CINECA di Cisalecchio (Bo).

TABELLA 1 - Valore medio (mm,  $\pm$  D.S.) dei caratteri morfometrici dei soldati di *K. flavicollis*.

|                              | CAMPANIA                      | PUGLIA                        | SARDEGNA                      | SICILIA                       |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Lunghezza cranio N           | $\delta = 18 - \text{♀} = 27$ | $\delta = 50 - \text{♀} = 43$ | $\delta = 58 - \text{♀} = 37$ | $\delta = 52 - \text{♀} = 43$ |
| Maschi                       | $2.35 \pm 0.29$               | $2.43 \pm 0.26$               | $2.34 \pm 0.20$               | $2.49 \pm 0.27$               |
| Femmine                      | $2.30 \pm 0.16$               | $2.48 \pm 0.26$               | $2.37 \pm 0.17$               | $2.58 \pm 0.27$               |
| Larghezza cranio             |                               |                               |                               |                               |
| Maschi                       | $1.56 \pm 0.13$               | $1.63 \pm 0.12$               | $1.55 \pm 0.11$               | $1.65 \pm 0.15$               |
| Femmine                      | $1.56 \pm 0.08$               | $1.65 \pm 0.12$               | $1.54 \pm 0.09$               | $1.70 \pm 0.16$               |
| Lunghezza pronoto            |                               |                               |                               |                               |
| Maschi                       | $1.00 \pm 0.19$               | $1.04 \pm 0.13$               | $1.00 \pm 0.13$               | $1.11 \pm 0.15$               |
| Femmine                      | $1.01 \pm 0.12$               | $1.08 \pm 0.15$               | $1.00 \pm 0.11$               | $1.16 \pm 0.14$               |
| Larghezza pronoto            |                               |                               |                               |                               |
| Maschi                       | $1.61 \pm 0.20$               | $1.68 \pm 0.17$               | $1.64 \pm 0.17$               | $1.78 \pm 0.25$               |
| Femmine                      | $1.61 \pm 0.13$               | $1.72 \pm 0.20$               | $1.63 \pm 0.18$               | $1.89 \pm 0.29$               |
| Lunghezza mandibola sinistra |                               |                               |                               |                               |
| Maschi                       | $1.56 \pm 0.12$               | $1.58 \pm 0.11$               | $1.52 \pm 0.09$               | $1.60 \pm 0.14$               |
| Femmine                      | $1.52 \pm 0.09$               | $1.60 \pm 0.11$               | $1.51 \pm 0.08$               | $1.67 \pm 0.13$               |

## RISULTATI

### a) *Differenze tra sessi nei soldati delle singole regioni*

I valori medi dei cinque caratteri morfometrici esaminati, separatamente per i maschi e per le femmine delle quattro regioni, sono riportati nella tabella 1.

Nessuno dei parametri considerati ha misure significativamente diverse negli individui dei due sessi entro la stessa popolazione. Neanche il confronto multivariato fra i vettori media, fatto mediante il  $T^2$  di Hotelling, mette in evidenza differenze fra i maschi e le femmine all'interno della stessa regione: i due sessi non possono perciò essere discriminati neppure dall'insieme delle misure considerate.

### b) *Differenze tra i soldati di regioni diverse*

Differenze statisticamente significative, si riscontrano invece fra gli animali delle diverse regioni. Il livello di significatività delle differenze risultanti da questi confronti è riportato nella tabella 2: una stella sta ad indicare che la differenza è significativa con probabilità inferiore al 5%; due stelle per  $P < .01$  e tre stelle per  $P < .001$ . Nessuno dei cinque caratteri biometrici esaminati contribuisce in maniera predominante a differenziare i gruppi: la diversità riscontrata, è il risultato della somma di differenze minime non significative per i singoli parametri.

Con l'analisi canonica (che è un ampliamento dell'analisi discriminante lineare quando i gruppi da considerare sono più di due) si è cercato di individuare una o più funzioni delle variabili originali che rendono possibile la classificazione degli individui nei gruppi di appartenenza minimizzando l'errore di attribuzione.

Solo le prime due radici latenti sono statisticamente significative, per cui usando i corrispondenti vettori latenti si sono calcolate due variabili canoniche: la media  $\pm$  D.S. delle due variabili per ogni gruppo è indicata nella tabella 3. Nonostante che la prima variabile spieghi il 58,3% della devianza totale, e la seconda il 26,1% (per un totale dell'84,4%), come si vede nella figura 1 non è possibile distinguere in maniera soddisfacente gli 8 gruppi



esaminati. Lo stesso risultato si è ottenuto usando per gruppi le quattro regioni (sessi congiunti).

TABELLA 3 - Valore medio ( $\pm$  D.S.) degli otto gruppi sui primi due assi canonici.

|          |   | 1° Asse<br>(58.3%) | 2° Asse<br>(26.1%) |
|----------|---|--------------------|--------------------|
| CAMPANIA | ♂ | -1.31 $\pm$ 0.09   | 0.35 $\pm$ 0.06    |
| CAMPANIA | ♀ | -1.29 $\pm$ 0.07   | 0.36 $\pm$ 0.05    |
| PUGLIA   | ♂ | -1.33 $\pm$ 0.08   | 0.37 $\pm$ 0.06    |
| PUGLIA   | ♀ | -1.34 $\pm$ 0.09   | 0.35 $\pm$ 0.07    |
| SARDEGNA | ♂ | -1.27 $\pm$ 0.08   | 0.32 $\pm$ 0.05    |
| SARDEGNA | ♀ | -1.25 $\pm$ 0.06   | 0.32 $\pm$ 0.07    |
| SICILIA  | ♂ | -1.34 $\pm$ 0.11   | 0.32 $\pm$ 0.06    |
| SICILIA  | ♀ | -1.40 $\pm$ 0.11   | 0.31 $\pm$ 0.09    |

Il asse canonico (26.0%)

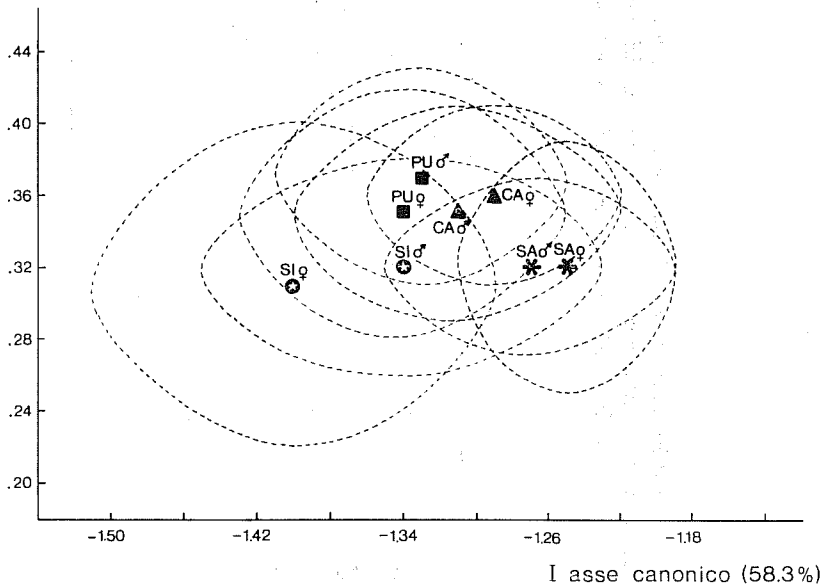


FIG. 1 - Rappresentazione degli otto gruppi di termiti sui primi due assi canonici. (Pu = Puglia; Ca = Campania; Si = Sicilia; Sa = Sardegna).

Questa analisi, quindi, non fornisce informazioni supplementari utilizzabili.

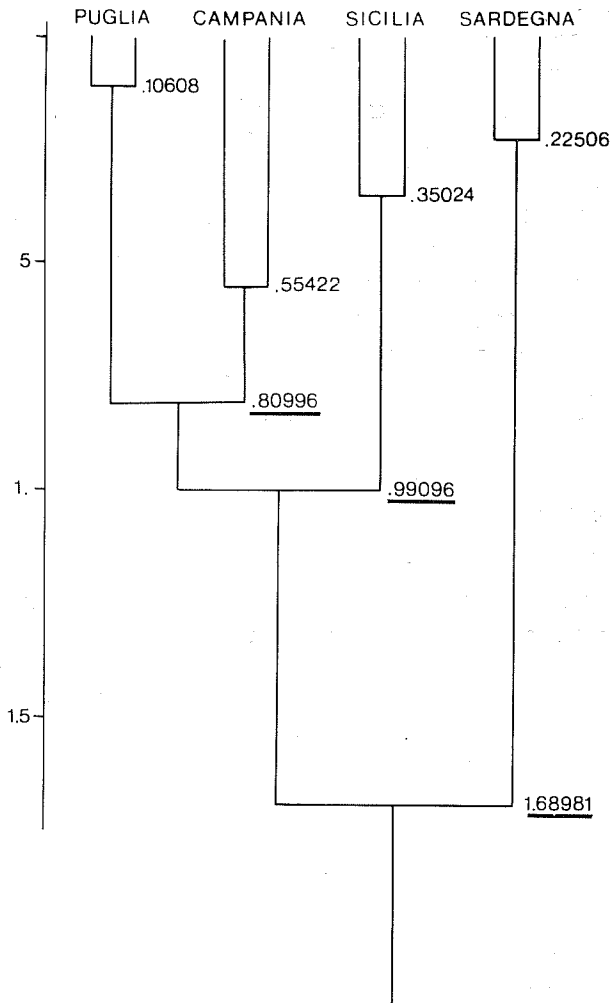


FIG. 2 - Analisi a clusters sulla matrice delle distanze di Mahalanobis fra gli otto gruppi di soldati.

Un risultato migliore si è ottenuto con l'analisi dei clusters, condotta sulla matrice delle distanze generalizzate di Mahalanobis ( $D^2$ ) riportate in tab. 2. Il clustering (fig. 2) dà una rappresentazione

sintetica della matrice delle distanze sotto forma di dendrogramma: sono segnate in neretto le distanze che superano il limite di significatività.

Come era da aspettarsi, dato che non vi sono distanze significative tra i maschi e le femmine di una stessa regione, i primi clusters sono individuati dai due sessi della stessa regione.

In termini di distanze di Mahalanobis i soldati tra loro più simili sono quelli della Puglia e della Campania. A questo primo cluster si avvicinano quelli della Sicilia, mentre quelli della Sardegna presentano le maggiori differenze con i soldati delle altre tre regioni.

Come si è detto, nessuno dei parametri morfometrici esaminati spiega da solo tali differenze. Né informazioni migliori in tale senso si sono ricavate dall'esame dei rapporti allometrici fra le misure del cranio, del pronoto e della mandibola sinistra: tali rapporti presentano infatti valore statisticamente non differente nei soldati di tutte le regioni.

### c) *Confronto globale tra maschi e femmine*

Poichè all'interno delle singole regioni i maschi e le femmine non differiscono, si è provato a confrontare globalmente tutti i maschi contro tutte le femmine, mediante l'analisi discriminante lineare. Il risultato conferma che non è possibile separare i due gruppi (pressoché il 50% degli animali resta misclassificato) anche se i valori medi dei parametri misurati nelle femmine sono sempre superiori, ma non significativamente, a quelli misurati nei maschi.

Fra i confronti dei rapporti allometrici ve ne è uno solo che risulta statisticamente significativo. Nelle femmine, il rapporto fra la lunghezza del pronoto e la sua larghezza ( $b = .864 \pm .034$ ) ha valore statisticamente superiore a quello dei maschi ( $b = .705 \pm .026$ ), indicando con ciò che a parità di allungamento, nelle femmine il pronoto si allarga più che nei maschi.

## CONCLUSIONI

Maschi e femmine dei soldati di *Kaloterme flavicollis* Fabr. non possono essere distinti in base ai caratteri morfometrici qui considerati, nè presi singolarmente nè presi globalmente; una sola differenza è stata individuata: un diverso rapporto allometrico tra



lunghezza e larghezza del pronoto. Perciò i due sessi possono essere distinti solo in base alla forma e alla grandezza del 7° sternite (piastra genitale).

Nessuno dei caratteri considerati permette di riconoscere da quale regione d'Italia i soldati provengono: tuttavia i soldati delle 4 regioni non sono eguali: differiscono per un insieme di differenze molto piccole che possono essere riconosciute solo con metodi statistici relativamente complessi. L'analisi a cluster mette in evidenza differenze minori tra i soldati di Puglia e Campania, maggiori rispetto a quello della Sicilia e ancora maggiori rispetto a quelli della Sardegna. Le differenze morfologiche sembrano così coordinate con le distanze geografiche, le barriere interposte tra le regioni e le reali difficoltà di superarle.

Nell'Appennino meridionale la specie non è segnalata al di sopra dei 450 m s.m. ed il crinale dei monti tra Puglia e Campania supera generalmente tale livello; benchè il *K. flavicollis* sia cattivo volatore, la barriera dell'Appennino non è probabilmente per esso insormontabile. I tratti di mare che separano la penisola dalla Sicilia e dalla Sardegna sono invece barriere più difficilmente valicabili. E' proprio rispetto a queste popolazioni che i soldati di Puglia differiscono di più.

Le differenze anche piccole, osservate tra i soldati delle quattro regioni italiane, sono probabilmente il risultato di deboli differenziazioni locali, favorite da un certo isolamento geografico.

Poichè *K. flavicollis* è segnalato anche in Dalmazia e Grecia (Weidner, 1955), a Tunisi e a Tripoli (Harris, 1970), in Spagna e sulle coste francesi del Mediterraneo (Verron, 1965), si potrebbe ipotizzare una influenza delle popolazioni esterne su quelle italiane viciniori.

Non esistono però dati biometrici relativi a tali popolazioni, per cui è augurabile una estensione del presente lavoro, allo scopo di verificare la validità di questa ultima ipotesi.

## SUMMARY

328 soldiers of *K. flavicollis* Fabr. from 4 Italian regions, Campania and Puglia (Southern Italy), Sicily and Sardinia, were studied.

Sex was determined and 5 biometric measurements were made: cranial length and width, length of the left mandible, length and width of the pronotum (in situ). The groups of soldiers (males and females of each region, 8 groups in total) were examined by a comparing the mean vectors with Hotelling's  $T^2$ , by multiple discriminant analysis and by cluster analysis on generalized distance matrix (Mahalanobis'  $D^2$ ).

Males and females do not differ within the population of each region, whereas statistically significant differences were found between the soldier groups of the various regions, even if none of the considered characters contributed in a prevailing degree to the difference.

The groups of soldiers from the continental regions, Puglia and Campania, are phenotypically the most similar; the Sicily group is like them and near in terms of  $D^2$ , while the Sardinia soldiers draw more away from the groups of the other three regions.

The similarities of the examined populations clearly reflect a geographical distance gradient; thus an influence of the geographical distribution on external morphology seems ascertained in the *K. flavicollis* Fabr.

## BIBLIOGRAFIA

- GRASSE' P.P. e NOIROT CH., 1957 - La société de *Calotermes flavicollis* (Insectes, Isoptère) de sa fondation au premier essaimage. - C.R. Acad. Sci. Paris, **245**, pp. 1789-1795.
- GRASSI B., SANDIAS A., 1893 - Costituzione e sviluppo della società dei termitidi. - Atti Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, **4** (6-7), pp. 1-150.
- HARRIS W.V., 1970 - Termites of the palearctic region. - In: KRISHNA K. e WEESNER F.M. (ed), Biology of termites, 2nd, pp. 295-313. Academic Press, N.Y.
- LÜSCHER M., 1956. - Hemmende und fördernde Faktoren bei der Entstehung der Ersatzgeschlechtstiere bei der Termiten *Kalotermes flavicollis* Fabr. - Rev. Suisse Zool., **63** (13), pp. 261-267.
- LÜSCHER M., 1952 - Untersuchungen über das individuelle Wachstum bei der Termiten *Kalotermes flavicollis* Fabr. - Biol. Zentralblatt, **71**, pp. 529-543.
- LÜSCHER M. e SPRINGHETTI A., 1960 - Untersuchungen über die Bedeutung der *Corpora allata* für die Differenzierung der Kasten bei der Termiten *Kalotermes flavicollis* Fabr. - J. Ins. Physiol., **5**, pp. 190-212.
- MAXWELL A.E., 1977 - Multivariate analysis in Behavioural Research. - Chapman and Hall, London, 164 pp.
- MORRISON D.F., 1976 - Metodi di analisi statistica multivariata. - C.E.A. Milano, 343 pp.
- POOLE R.W., 1974 - An introduction to quantitative ecology. - McGraw-Hill, Kogakusha, 532 pp.

- SILVESTRI F., 1945 - Nuovo concetto di fasi corrispondenti all'età della colonia negli individui di una stessa specie componenti una colonia di termiti e descrizione di due specie nuove di *Syntermes*. - Boll. Lab. Ent. agr. Portici, **6**, pp. 1-14.
- SNEATH, P.H.A. e SOKAL R.R., 1973 - Numerical taxonomy - W.H. FREEMAN & C., San Francisco, 573 pp.
- SPRINGHETTI A., 1967 - Incroci tra reali di alcune popolazioni italiane di *Kaloterme flavicollis* Fabr. - Ann. Univ. Ferrara, Biol. An., **3**, pp. 11-17.
- SPRINGHETTI A., 1968 - Produzione di reali di sostituzione in popolazioni di differenti regioni italiane di *Kaloterme flavicollis* Fabr. - Arch. Zool. It., **53**, pp. 1-10.
- STROUD C.P., 1953 - An application of factor analysis to the systematics of *Kaloterme*. - Syst. Zool., **2**, pp. 76-92.
- VERRON, A., 1965 - La répartition des termites français dans le département des Pyrénées-orientales. - Compt. rend. V<sup>e</sup> Congr. UIEIS Toulouse, pp. 177-186.
- WEIDNER H., 1955 - Die Verbreitung der Isoptera in Südosteuropa. - Fragm. Balcanica, **1**, pp. 157-164.