

## **Contributo alla biogeografia degli Zigenidi delle Alpi Liguri (Lepidoptera: Zygaenidae) \***

### INTRODUZIONE

Gli *Zygaenidae* rappresentano uno dei gruppi di Lepidotteri eterocerici meglio conosciuti, sia a livello sistematico, sia dal punto di vista della loro distribuzione geografica.

Ciò è soprattutto vero per quanto riguarda le *Zygaeninae*, che costituiscono un gruppo di insetti certamente cospicui, sia per la loro colorazione, sia molto spesso per la loro abbondanza. Le *Adscitinae* sono certo meno conosciute, soprattutto come conseguenza del fatto che è praticamente impossibile riconoscere esternamente le varie specie, se non su base strettamente locale. Per quanto la loro tassonomia, almeno a livello europeo, non riservi probabilmente grandi sorprese, si hanno ancora molti punti oscuri per ciò che riguarda la loro distribuzione, anche a livello macrogeografico. Si pensi, ad esempio, ad *Adscita albanica*, la cui presenza nelle Alpi è stata scoperta solo nel 1960 (Dannehl 1960), o ad *A. statices*, solo recentemente rinvenuta in Italia.

Un problema tutto particolare, per quanto non esclusivo di questo gruppo di Lepidotteri, è rappresentato dalla notevolissima frammentazione delle varie specie di *Zygaenidae* in «razze geografiche» molto spesso facilmente identificabili anche a livello di piccole serie di esemplari. Gruppi di queste «razze» talvolta definiti molto nettamente in rapporto a quelli circostanti, sono stati interpretati in modo molto variabile secondo gli autori, da vere sottospecie distinte (Alberti 1958), fino ad essere totalmente ignorati (Reiss & Tremewan 1967).

Ciò riflette evidentemente la tendenza dei singoli autori a prendere in considerazione soprattutto la variazione geografica su

---

(\*) Lavoro realizzato nell'ambito del programma MPI 40% «Biogeografia del Mediterraneo Occidentale e del «Gruppo nazionale di Biologia Naturalistica» del C.N.R..

larga scala, come nel primo caso, o soprattutto quella microgeografica, come nel secondo. Esistono poi autori i quali, o non conformandosi in questo caso in senso stretto alle regole del codice di nomenclatura, o prendendo in considerazione categorie sottospecifiche a cui non viene dato vero valore tassonomico (come i «rasenkreis»), tendono a considerare entrambi i livelli della variazione. E' questo ad esempio il caso delle «citraspécie» di Dujardin (1965), intesa dal suo autore come entità a solo valore evolucionistico e a sua volta divisa in sottospecie, o anche della «eserge» di Roger Verity, almeno in certi periodi che hanno contraddistinto l'evoluzione del pensiero di questo autore nel campo della tassonomia.

Gli aspetti nomenclatoriali di tale situazione sono comunque intricatissimi ed uno studio completo sulla «disponibilità» e «validità» dei nomi di gruppo specie esistenti in questo genere, ai sensi del vigente Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica, non può certo essere intrapreso in questa sede.

Basti pensare, a titolo di esempio, che per la sola *Zygaena carniolica*, Reiss & Tremewan (1967) elencano ben 114 nomi di gruppo specie da essi considerati tassonomicamente validi per identificare altrettante sottospecie; 100 ne indicano per *Zygaena filipendulae*; 84 per *Zygaena loti*; 61 per *Zygaena transalpina*, ecc. Come è stato dimostrato in un nostro recente lavoro (Balletto & Kudrna 1984), grandissima parte di questi nomi è stata originariamente pubblicata in modo non conforme ai requisiti del Codice di nomenclatura (pubblicazioni in quadrimio, ecc.). Per ognuno di essi sarebbe quindi necessario compiere uno studio approfondito su quale autore ne abbia per primo effettuato la validazione. Anche questo studio, tuttavia, non si presenta facile, se si considera che i requisiti necessari perchè un tale atto di validazione sia nomenclatorialmente effettivo non sono certo espressi con chiarezza, nè sul vigente codice, nè sul «draft» ormai in circolazione, ma mai definitivamente approvato, fin dal 1977. Ne consegue che qualsiasi citazione in trinomio di un nome precedentemente non disponibile, compiuta da chiunque su qualunque specie di periodico può *soggettivamente* essere considerata una validazione.

Se noi tratteremo, in qualche misura e prevalentemente entro i limiti geografici che questo lavoro si prescrive, tali fenomeni di variazione, è perchè appare ormai evidente che la variabilità micro-

geografica rappresenta un fenomeno molto più significativo dal punto di vista della biologia evoluzionistica che da quello puramente tassonomico (cfr. White 1978, Lamotte 1954, Lamotte & Guerrucci 1970; Nevo & Bar 1976; ecc.).

I lavori recenti di Thorpe (1983, 1984) hanno poi mostrato come tale variabilità geografica e microgeografica possa essere molto validamente impiegata anche allo scopo di evidenziare quali siano stati i principali flussi migratori instaurati dalle varie specie nel corso dei periodi geologici, quale la loro direzione e le loro eventuali convergenze, portando, in tal modo, un importante contributo sia alle conoscenze sulla speciazione, sia a quelle sulla biogeografia storica e dinamica. Il fatto che tali fenomeni possano o meno essere interpretati su base cladistica rappresenta poi un altro aspetto (Nelson & Platnick 1981). Quello che ci preme qui sottolineare è che al di là della probabile inutilità di riconoscere ranghi tassonomici propri per la variabilità sub- o infraspecifica, tale variabilità esiste, tanto a livello della morfologia esterna quanto a quello, poniamo, dei polimorfismi enzimatici. Il fatto, poi, che molto spesso possa non esserci completa sovrapposibilità geografica fra le diverse categorie di polimorfismo o a limite anche entro la stessa categoria, può essere riconducibile a fenomeni di selezione su singoli caratteri in assenza di linkage. E' fuori di dubbio che in molti casi, comunque, tali polimorfismi possono ingenerare difficoltà a livello interpretativo, ma negarli o ignorarli non risolve certo la situazione ed ingenera, d'altro canto, una notevole perdita nel contenuto di informazione.

Speriamo quindi potrà esserci perdonato se nel corso della trattazione che seguirà si farà riferimento a questi complessi fenotipici microgeografici identificandoli appunto come «fenotipi». I nomi che li designano saranno quindi sempre riportati fra apici, quando esistenti, o negli altri casi ci si varrà a questo scopo di lettere alfabetiche (fenotipo «A», ecc.). Intendiamo in tal modo eludere deliberatamente ogni implicazione nomenclatoriale, ma anche tassonomica.

Chi avesse, peraltro, interesse ad approfondire questi aspetti da un punto di vista bibliografico potrà fare riferimento al già citato lavoro di Reiss & Tremewan (1967), per il genere *Zygaena* e di Verity (1946) per le *Adscita*.

## PARTE FAUNISTICA

FAMIGLIA ZYGAENIDAE Boisduval, 1829

SOTTOFAMIGLIA ZYGAENINAE Boisduval, 1829

Genere *Zygaena*

Fabricius, 1775 - Systema Entomologiae, :550.

Specie Tipo: *Sphinx filipendulae* Linné, 1758 - Systema Naturae, ed. 10, :494, per designazione di Latreille 1810 - Considérations générales, :441.*Zygaena* (*Mesembrinus*) *cynarae* Esper, 1789*Sphinx cynarae* Esper, 1789 - Die Schmetterlinge, Suppl., 2 (2) :2 Pl. 37 fig. 2-4

Specie a geonemia Euromediorussa, diffusa dalla bassa valle del Rodano (Ste Baume) al versante orientale degli Urali e dall'Italia centrale (Sibillini) alla Germania Sud-occidentale (fig. 1). Nel suo ampio areale essa costituisce tre grandi complessi di forme geografiche, spesso trattati come rassenkreis dagli autori di lingua tedesca (cfr. Rauch 1977).

Il gruppo di popolazioni orientali, diffuse dalla Polonia e dall'Ungheria, agli Urali, è caratterizzato dalla debolissima squamatura delle ali e dalla piccola estensione delle aree rosse (*cynarae* Esper). Il gruppo medioeuropeo, caratterizzato da grande estensione delle aree rosse, aree nere con squamatura relativamente compatta e bordo nero delle ali posteriori esilissimo (*Zygaena cynarae franconica* Holik, 1936).

Il gruppo di popolazioni meridionali, infine, a diffusione Mediterranea-centro-settentrionale, hanno caratteristiche melaniche, con bordo nero delle ali posteriori ampio e squamatura nera più compatta (*Zygaena cynarae turatii* Standfuss, 1892).

Fra queste ultime popolazioni quelle in cui si ha maggiore estensione delle aree melaniche sono diffuse fra la Toscana centrale (Pian di Mugnone: «tusca»), fino ad Antibes (A.M.) («curtyi»). Tre di tali fenotipi sono presenti in Liguria: («turatii», «strongyla» e «ceriana»). Di questi, «strongyla» rappresenta il fenotipo caratteristico delle popolazioni situate a Nord della displuviale appenninica ed è relativamente meno melanico degli altri due. Il fenotipo «ceriana» è certamente il più melanico, se si esclude il fenotipo «eurogramma», descritto ex errore dal Col-de-Vence e la cui località esatta è per il momento sconosciuta (Dujardin in litt.). *Z. cynarae* è specie sorella di *Z. centaureae* Fisher, 1832 a geonemia limitata alla Russia meridionale e Ucraina.

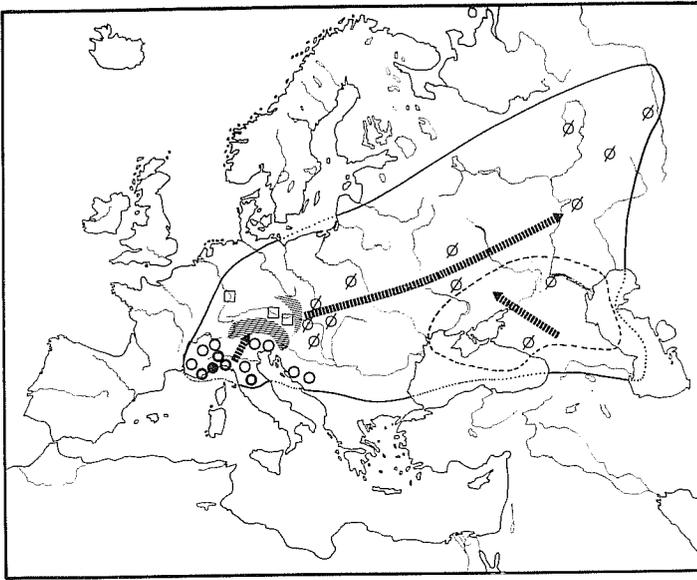


FIG. 1 - Geonemia di *Zygaena cynarae* (linea continua) e della specie sorella *Zygaena centaureae* (linea tratteggiata).

*Cerchi*: popolazioni più o meno melaniche, secondo l'intensità del simbolo, facenti capo al complesso sudeuropeo.

*Quadrati*: popolazioni del complesso medioeuropeo.

*Cerchi spaccati*: popolazioni del complesso centrorussico.

*Frecce*: interpretazione biogeografica (ricolonizzazione postglaciale).

*Aree tratteggiate*: zone di transizione primaria.

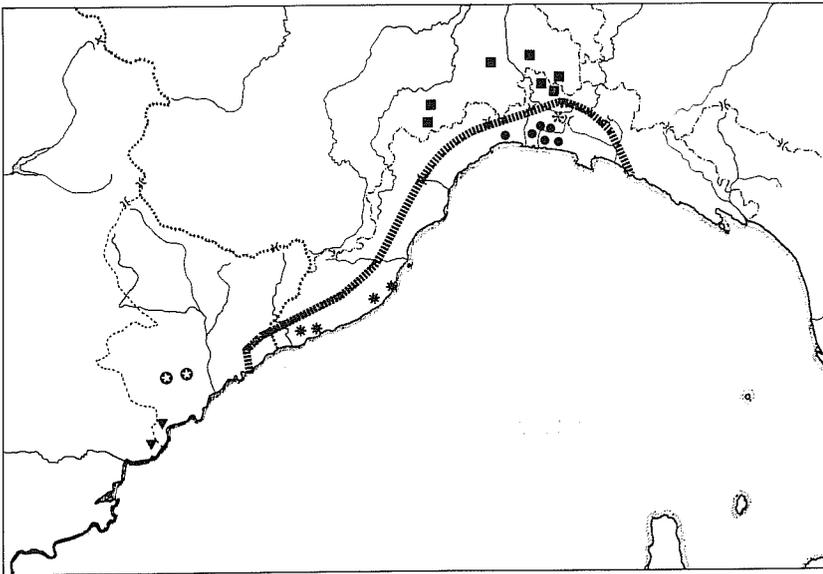


FIG. 1a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena cynarae* in Liguria e regioni adiacenti.

*Dischi neri*: fenotipo «turatii».

*Asterischi a sei punte*: fenotipo «humilis»

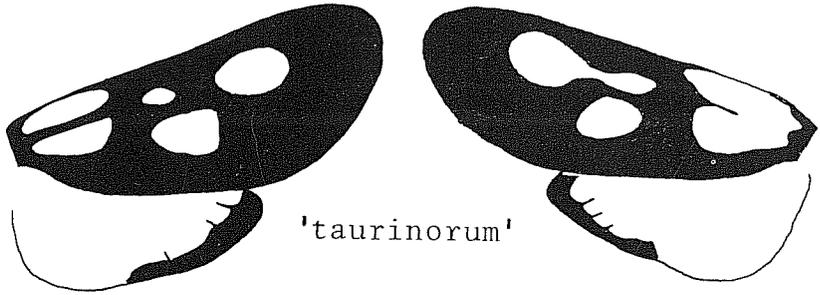
*Quadrati*: fenotipo «strongyla»

*Asterischi*: fenotipo «ceriana»

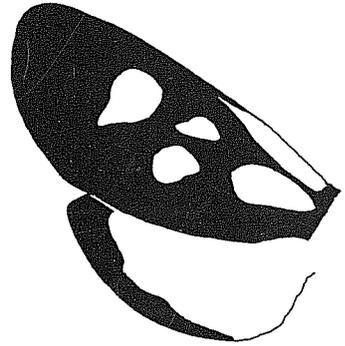
*Stelle*: fenotipo «eurogramma»

*Triangoli neri*: fenotipo «curtyi»

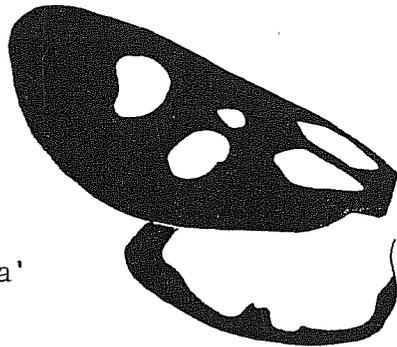
Zona di massimo melanismo compresa fra la fascia tratteggiata e il mare.



'taurinorum'



"Capo Mele"



'ceriana'

Fig. 1b

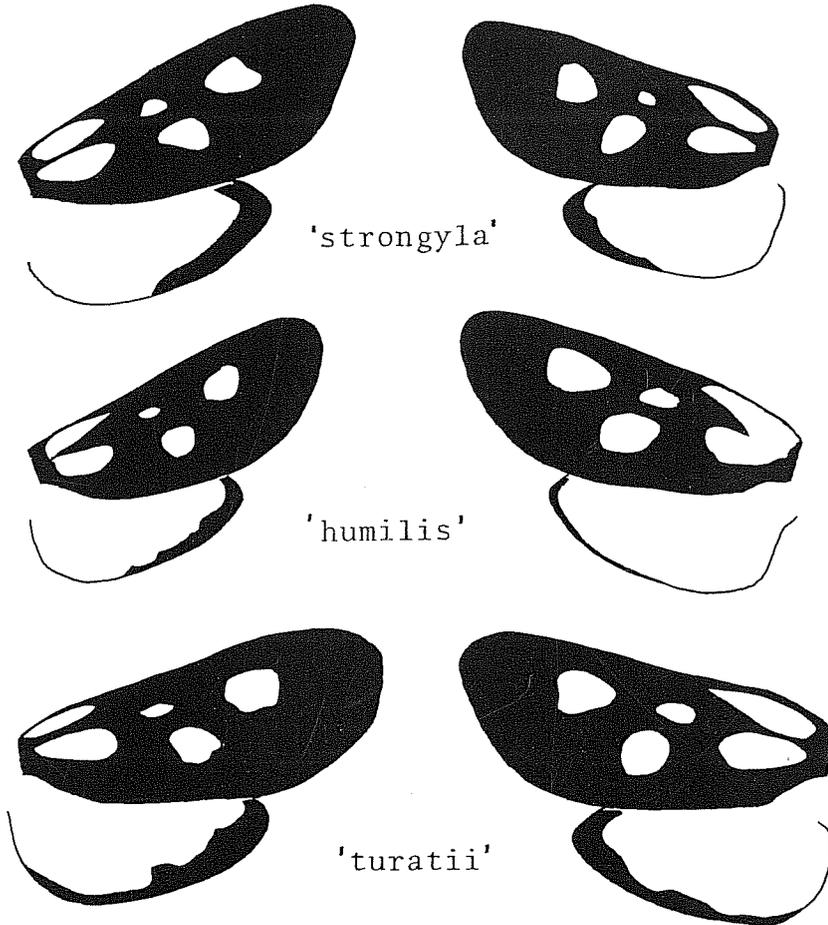


Fig. 1b

FIG. 1b - Principali fenotipi di *Zygaena cynarae* rinvenibili in Liguria e regioni limitrofe.

(a sinistra: maschi, a destra: femmine).

*Zygaena (Mesembrinus) sarpedon* Huebner, 1790

*Sph.* [*inx*] *sarpedon* Huebner, 1790 - Beitr. z. Gesch. Schmett., 2: 85  
Pl. 1, fig. C

Specie a geonemia S. W. Atlanto-Mediterranea, diffusa in tutta la Penisola iberica, la Francia meridionale, la Val Susa, e la Liguria litoranea occidentale, fino al Capo Mele (limite orientale) (fig. 2).

In Liguria è presente con tre sole popolazioni abbastanza largamente allopatriche, di cui una, presso Ventimiglia (Casteldappio: fenotipo «leuzensis»), una presso Imperia (Cipressa: fenotipo «A») ed una terza presso Marina d'Andora (fenotipo «andorica»). Un'altra popolazione, la sola per ora conosciuta per il Piemonte meridionale (Colle di Nava) è imperfettamente nota ma sembra anch'essa rientrare nel fenotipo «leuzensis». Fra questi il fenotipo «andorica», e in modo leggermente minore quello indicato come «A», rappresenta certamente quello maggiormente melanico noto per la specie.

*Zygaena sarpedon* è vicariante geografica di *Zygaena punctum* Ochsenheimer, 1808 dalla quale si distingue per caratteri dei genitali maschili. La geonemia di quest'ultima è E. Mediterraneo-Anatolica.

*Zygaena favonia* Freyer, 1845 rappresenta un'altra specie sorella vicariante, dell'Algeria e del Marocco.

*Zygaena (Mesembrinus) vesubiana* le Charles, 1933

*Zygaena brizae* var. *vesubiana* le Charles, 1933 - Bull. Soc. ent. Fr. 38: 253

Specie solo recentemente separata da *Zygaena brizae* (*Sphinx brizae* Esper, 1797), endemica dei Balcani, rappresenta il solo endemismo ristretto delle Alpi Liguri presente nella Famiglia *Zygaenidae*, assieme a *Zygaena gallica* Oberthuer, 1898, che è però limitata al solo versante francese.

La sua diffusione è infatti ristretta alle Alpes-Maritimes, Basse-Alpes e parte delle Hautes-Alpes (Dufay 1960), mentre, sul versante italiano, essa penetra solo fino a Valdieri (CN) (Gallo 1973) e ai dintorni di Pigna (IM) (Cassulo 1980), nell'estremo ponente ligure. Data anche la sua piccola geonemia, questa specie mostra scarsa variabilità geografica. Un piccolo gruppo di popolazioni limitate alle parti più Nord-occidentali del suo areale, sono state tuttavia descritte come fenotipo leggermente melanizzante («droitica»).

*Zygaena (Mesembrinus) erythra* Huebner, [1806]

[*Sphinx*] *erythrus* Huebner, 1806 - Samml. europ. Schmett., 2, (Sphinges)  
Pl. 18, fig. 87

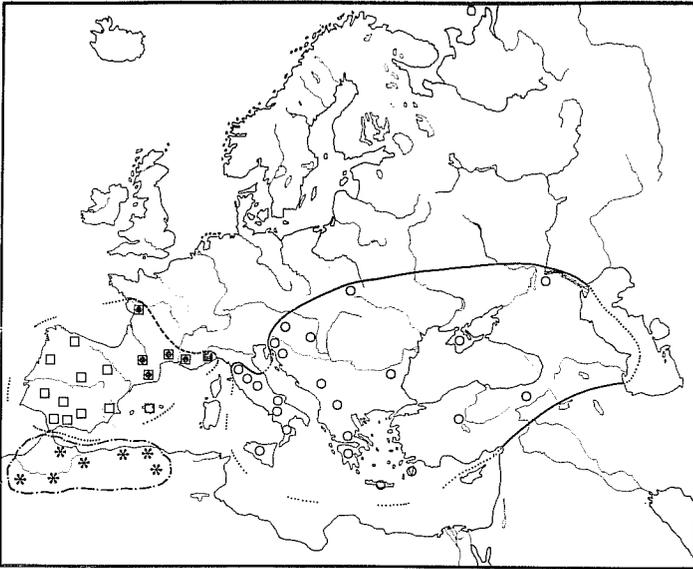


FIG. 2 - Geonemia di *Zygaena sarpedon* (linea tratteggiata) e delle specie vicarianti *Zygaena punctum* (linea unita), e *Zygaena favonia* (linea tratteggiata e punteggiata).

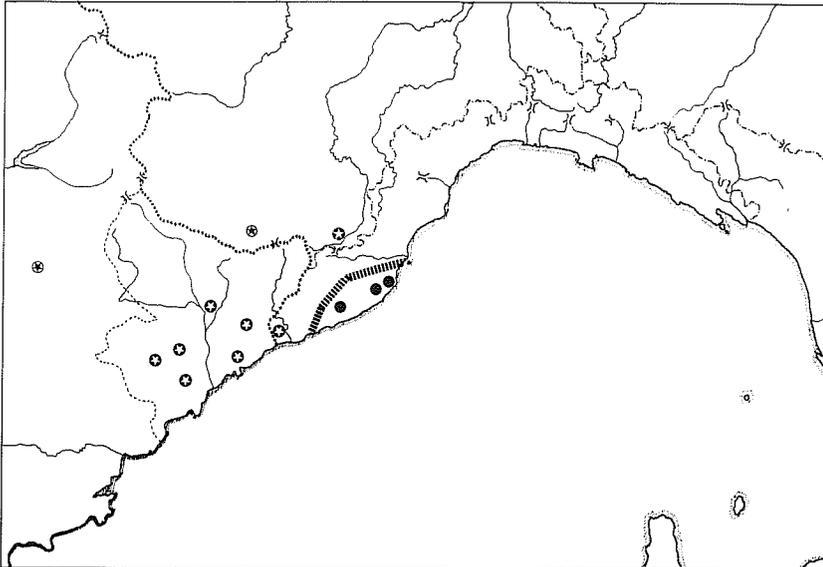
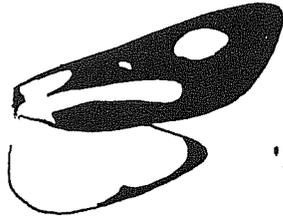
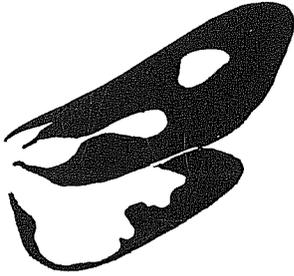


FIG. 2a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena sarpedon* in Liguria e regioni adiacenti.

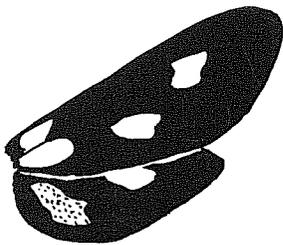
- Dischi neri*: fenotipo «andorica»
- Stelle bianche*: fenotipo «leuzensis»
- Stella nera*: fenotipo «xerophila»



'xerophila'



'leuzensis'



'andorica'

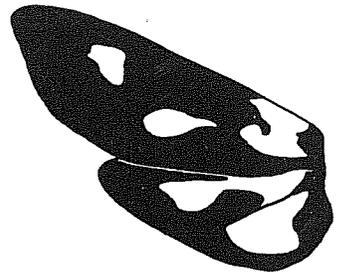


FIG. 2b - Principali fenotipi di *Zygaena sarpedon* rinvenibili in Liguria e regioni adiacenti.

Specie che può essere praticamente considerata endemica italiana, essendo diffusa dalla Sicilia alla zona di Digne (B. A.) («dujardini»), alle colline di Torino («miserrima») ed alla bassa Val di Susa («pedemontana»). Verso i limiti Nord-occidentali del suo areale essa diventa progressivamente meno abbondante, frammentandosi in una serie di popolazioni abbastanza largamente allopatriche. In Liguria, ad esempio, essa vive solo nel Genovesato («genoata») e nell'estremo ponente («actae»). Quest'ultimo complesso di popolazioni rappresenta anche il fenotipo più melanico conosciuto per la specie.

*Zygaena (Mesembrinus) purpuralis* Bruennich, 1763

*Sphinx purpuralis* Bruennich, 1763 - in: Pontoppidan, Danske Atlas, 1:686, Pl. 30

Specie a geonomia Euro-Centroasiatica, diffusa dai Pirenei al Tian-Shan, e dalla Calabria, Anatolia ed Iran, fino alla Scozia meridionale. E' caratterizzata da scarsa variabilità macrogeografica e anche i suoi fenotipi locali, per quanto sempre riconoscibili, mancano spesso di caratteristiche particolarmente vistose (fig. 3).

In Liguria è diffusa con quattro fenotipi (da Est a Ovest: «rocciana», «A», «B», «colmianica»), mentre uno molto simile a quest'ultimo («parvalpina») abita le finitime zone del Cuneese. Il fenotipo caratterizzato dalla maggiore estensione delle parti nere è quello qui indicato come «B», seguito da «colmianica» che è però molto più diafana. In entrambi i casi, tuttavia, il melanismo è qui appena accennato, interessando esso quasi soltanto lo spessore del margine nero presso l'apice dell'ala posteriore.

Dal punto di vista nomenclatoriale occorre tuttavia notare che l'applicabilità del nome «rocciana» al fenotipo di *Zygaena purpuralis* delle popolazioni del Genovesato, è stata recentemente contestata da Naumann et al. (1983). Questi autori ritengono infatti che tale nome debba essere sinonimo di «viridescens», fenotipo dell'affine *Zygaena minos*.

Poichè le conclusioni di Naumann et al., lasciano, in questo caso particolare, qualche perplessità, preferiamo, al momento attenerci al senso «classico» del nome «rocciana» (loc. typ. Genova), dato anche il significato non nomenclatoriale che abbiamo ritenuto di dare a questi fenotipi (si veda all'introduzione di questo lavoro). Alternativamente, comunque, le popolazioni di *Zygaena purpuralis* del genovesato potrebbero benissimo essere qui indicate come fenotipo «C».

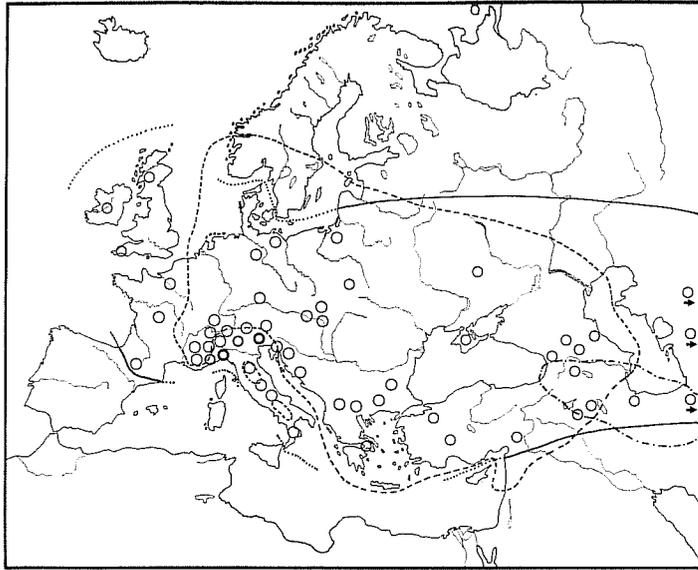


FIG. 3 - Geonemia di *Zygaena purpuralis* (linea continua), di *Zygaena minos* (linea tratteggiata) e di *Zygaena smirnovi* (linea tratteggiata e punteggiata).

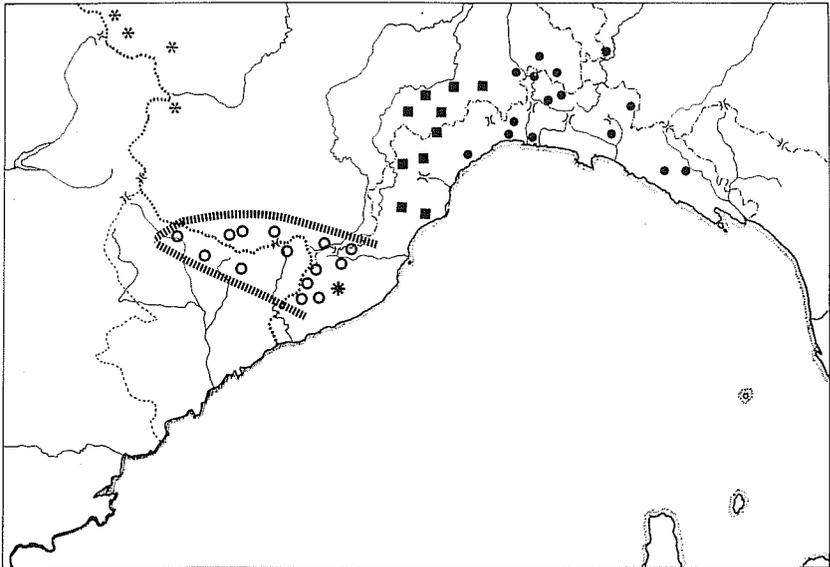


FIG. 3a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena purpuralis* in Liguria e regioni adiacenti.

*Dischi neri*: fenotipo «rocciana»

*Quadrati*: fenotipo «A».

*Asterischi a sei punte*: fenotipo «intrepida»

*Cerchi*: fenotipo «parvalpina» e «colmianica».

*Asterisco*: fenotipo «B».

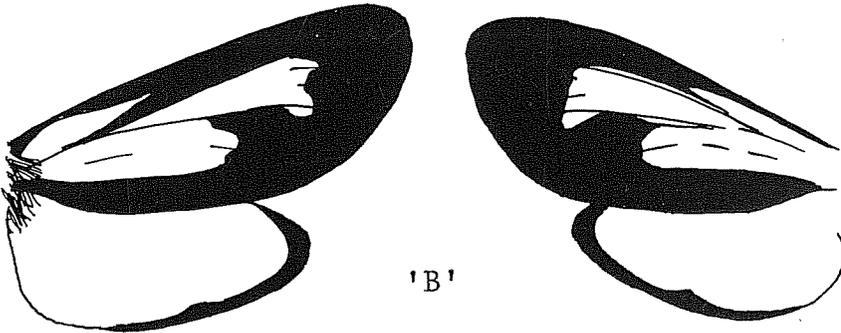
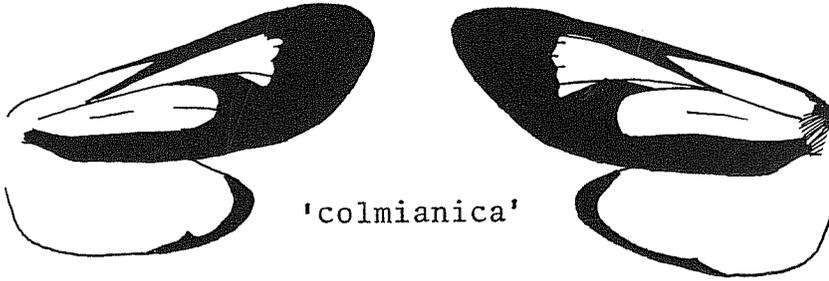
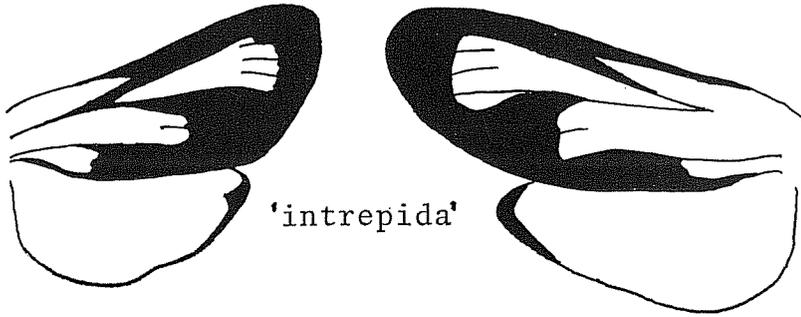


Fig. 3b

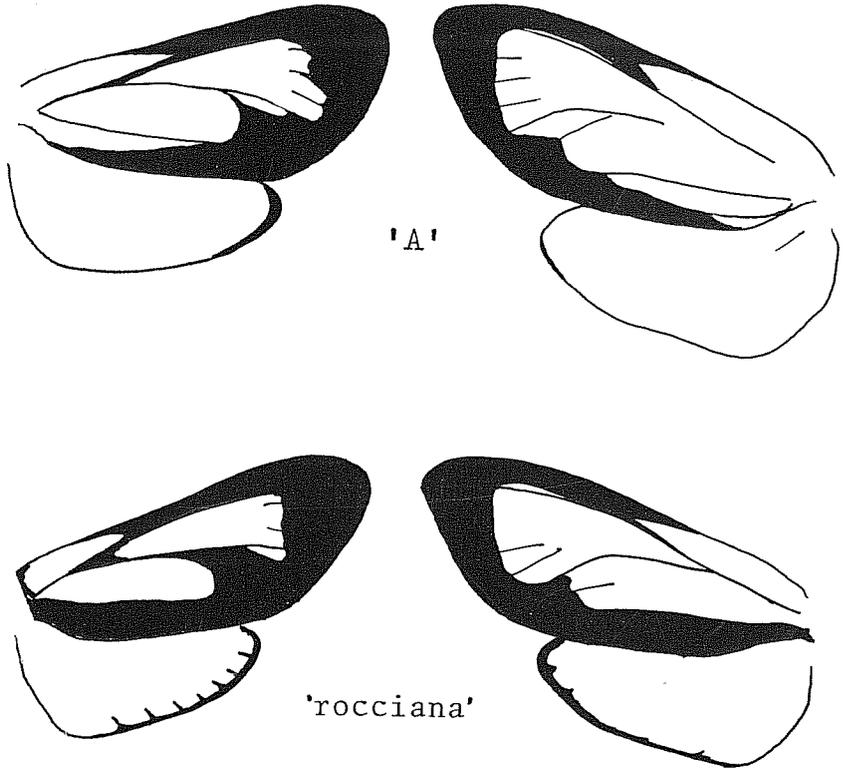


Fig. 3b

FIG. 3b - Principali fenotipi di *Zygæna purpuralis* rinvenibili in Liguria e zone limitrofe.

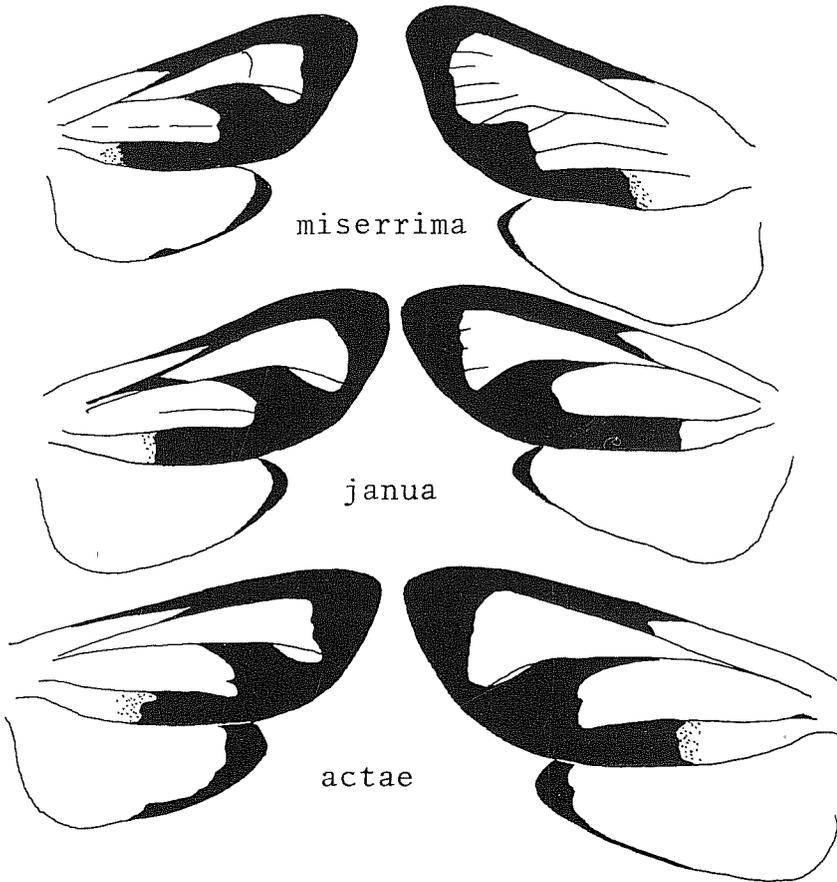


FIG. 3c - Principali fenotipi di *Zygæna erythra* rinvenuti in Liguria e zone limitrofe.

*Zygaena (Mesembrinus) minus* [Denis & Schiffermueller], 1775 (\*)

*Sphinx minus* [Denis & Schiffermueller], 1775 - Ank. syst. Werke Schmett. Wiener Geg., :45

*Zygaena purpuralis* var. *diaphana* Staudinger, 1882 - Berl. ent. Z., 31:31

Specie a geonemia Medioeuropea-Centrорussico-Anatolica, diffusa dalla Francia meridionale alla Norvegia, alla Penisola balcanica ed al Mar Caspio. La sua presenza in Italia è stata scoperta solo di recente (Naumann et al., 1983) ed è nota, fino ad ora, solo per le Alpi Liguri (Garessio: fenotipo «viridescens»), la zona del Lago di Garda ed il Veronese, oltre ad alcune località appenniniche dell'Abruzzo, Molise e Lucania (M.te Pollino) (fig. 3).

La geonemia di questa specie è peraltro ancora in fase di revisione (Naumann 1982, 1982a, 1982b, 1982c, 1983, 1983a, 1983b; Naumann et al. 1983). Non è poi da escludere che certe popolazioni ora attribuite a questa specie, dell'Appennino centromeridionale ad esempio, possano in futuro essere ascritte ad una specie distinta.

*Zygaena minus* rappresenta una specie sorella di *Zygaena smirnovi* (*Zygaena smirnovi* Christoph [=Kristof], 1884), secondo altri trattata anche come sua sottospecie estrema della regione caucasica.

*Zygaena (Agrumenia) fausta* Linné, 1767

*Sphinx fausta* Linné, 1767 - Systema Naturae, ed. XII, 1 (2) :807

Specie a geonemia CSW-europea, diffusa quasi sempre con colonie isolate, dalla Germania centrale (Jena) alle pendici settentrionali delle Alpi ed alla Spagna centrale e Meridionale. In Italia questa specie penetra solo a livello della Val di Susa e della riviera ligure, ove raggiunge il suo limite orientale presso il Capo di Noli. Una colonia citata un tempo per il genovesato (Pegli: Turati 1884) sembra essersi estinta a causa della sempre crescente antropizzazione lungo la fascia costiera. Nonostante il numero abbastanza notevole di nomi dati a «razze locali» di questa specie (oltre 20) si tratta di una entità scarsamente variabile la quale non presenta che piccolissime variazioni in senso melanico (Val Susa, Catalogna, Andalusia). *Z. fausta* è vicariante della specie sorella *Z. algira* Boisduval, 1834 della zona magrebina, e di *Z. faustina* Ochseneimer, 1808 della Spagna meridionale.

---

(\*) Per una discussione sulla nomenclatura di questa specie si veda in nota sotto *Zygaena osterodensis* Reiss, 1926 a pag. 20.

*Zygaena (Agrumenia) hilaris* Ochsenheimer, 1808

*Zyg [aena] hilaris* Ochsenheimer, 1808 - Schmett. Eur., 2:101

Specie a geonemia S.W. Atlanto-Mediterranea, diffusa in tutta la Penisola Iberica, la Francia meridionale e l'Italia Nord-occidentale. In quest'ultima regione è nota per la Val di Susa, e la Liguria, fino al genovesato («milae», «borberae»).

Le massime variazioni in senso melanico sono manifestate, anche in questo caso, lungo la costa del Golfo di Genova (fenotipi «milae» e «superononidis»); si tratta comunque di una tendenza non così spiccata come quella riscontrabile in altre specie.

*Zygaena (Agrumenia) occitanica* de Villers, 1789

*Sphinx occitanica* de Villers, 1789 - Caroli Linnei Entomol., 2:114, Pl. 4, (fig. 21)

Un'altra specie a diffusione S.W. Atlanto-Mediterranea, seppure a geonemia un po' più ristretta di quella di *Z. fausta*. Abita le parti orientali della Penisola Iberica, dalla zona di Burgos all'Andalusia, la Francia meridionale e la Liguria costiera. Il suo limite nord-orientale è situato nel Finalese, presso Feglino. Tutte le popolazioni della fascia costiera del Golfo di Genova, fin oltre il Torrente Loup (A.M.) sono fra di loro molto simili, praticamente indistinguibili a livello morfologico, nonostante siano disponibili non meno di tre diversi nomi per designarle («tourettica», «praematura» e «merulae»). Queste stesse popolazioni rappresentano anche le più melaniche conosciute per tale specie.

*Zygaena (Agrumenia) carniolica* Scopoli, 1763

*Sphinx carniolica* Scopoli, 1763 - Ent. carniol., :189, fig. 478

Specie a geonemia di tipo Euro-Turanico-Anatolico, certamente caratterizzata da una forte variabilità fenotipica a livello di singole popolazioni, favorita anche dalla sua tendenza a formare demi geograficamente isolati piuttosto che complessi di popolazioni continue. La classificazione a livello macrogeografico della variabilità di questa specie non è però facile e diversi autori ne hanno spesso dato interpretazioni differenti. Ciò dipende essenzialmente dal fatto che i diversi caratteri morfologici spesso non mostrano concordanza di variazione su scala geografica. Reiss (1930) riconosceva tre «rassenkomplexen», di cui uno prevalentemente CSW -europeo, uno balcanico e uno anatolico. Dabrowski (1977, 1982) riconosce invece in questa specie quattro diversi «complexen», di cui uno sudeuropeo, uno centroeuropeo, uno esteuropeo ed uno anatolico.

A nostro parere, tuttavia, è meglio riconoscere i gruppi seguenti, correggendo anche alcuni errori nomenclatoriali (fig. 4).

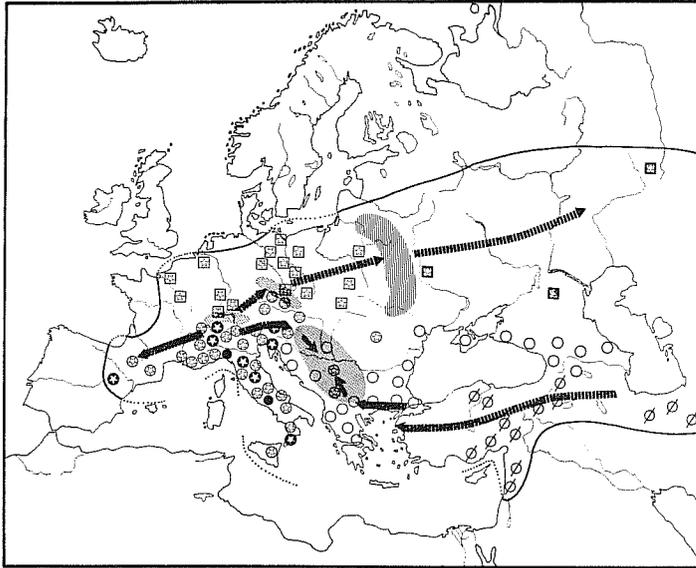


Fig. 4 - Geonemia di *Zygaena carniolica*

*Cerchi*: gruppo sudeuropeo, con due sottoinsiemi:

*Cerchi con stella*: popolazioni ad addome non cingolato (gradi crescenti di melanismo secondo la sequenza: stella su fondo bianco, stella su fondo nero, disco nero).

*Cerchi vuoti*: popolazioni ad addome cingolato.

*Cerchi barrati*: gruppo anatolico.

*Quadrati con stella*: gruppo medioeuropeo

*Quadrati pesanti con stella*: gruppo mediorussico

*Frecce*: interpretazione biogeografica (ricolonizzazione postglaciale)

*Aree a tratteggio rado*: zone di transizione primaria.

*Aree a tratteggio fine*: zone di transizione secondaria.

Al complesso sudeuropeo, che si estende lungo la costa settentrionale del Mar Nero, fino al Caucaso, spetterebbero popolazioni caratterizzate dall'aver le macchie rosse dell'ala anteriore normalmente circondate di bianco in modo abbastanza cospicuo. Tale complesso, tuttavia, si presenta formato da due sottoinsiemi, di cui uno Sudest-europeo ad addome quasi sempre cingolato di rosso, ed uno Sudovest-europeo in cui questa caratteristica normalmente non si manifesta. Al primo di questi competerebbe il nome di *carniolica* (*Sphinx carniolica* Scopoli, 1763), mentre

al secondo si applicherebbe il nome di *bedysari* (*Sphinx bedysari* Huebner, 1796).

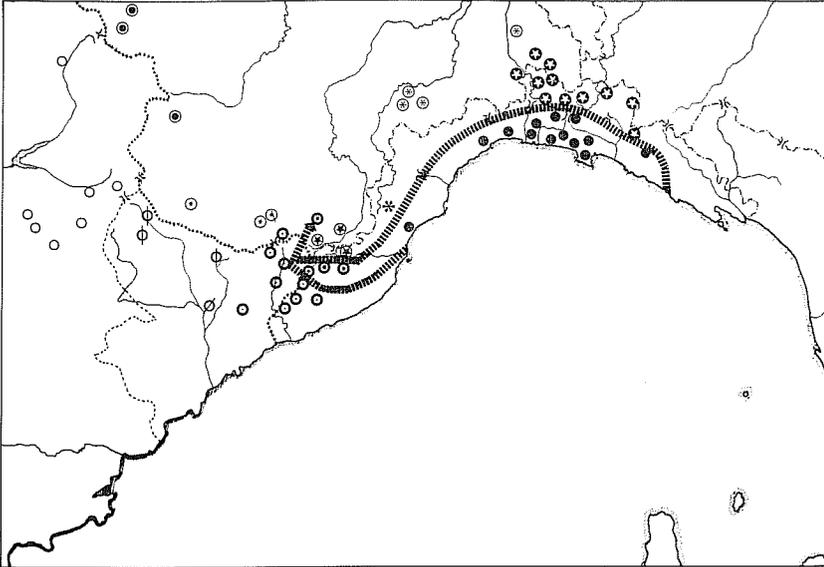


FIG. 4a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena carniolica* in Liguria e regioni adiacenti.

- a) popolazioni melaniche (gruppo «roccii»):
  - Dischi neri: fenotipo «roccii»
  - Cerchi pesanti con asterisco: fenotipo «subincerta»
  - Asterisco: fenotipo «A»
- b) popolazioni non melaniche (gruppo «padana»):
  - Cerchi con stella bianca: fenotipo «incerta»
  - Cerchi con stella nera: fenotipo «tanara»
  - Cerchi pesanti: fenotipo «roja»
  - Cerchi leggeri con asterisco piccolo: fenotipo «gessa»
  - Cerchi leggeri con asterisco grande: fenotipo «padana»
  - Cerchi con punto centrale: fenotipo «piemonticola»
- c) popolazioni eritroidi (gruppo «diniensis»):
  - Cerchi con barra verticale: fenotipo «dinioides»
  - Cerchi con barra obliqua: fenotipo «miniorubens»
  - Cerchi leggeri senza barra: fenotipo «diniensis»

Il complesso medioeuropeo (*Zygaena onobrychis berlinensis* Lederer, 1853) presenta ali anteriori con macchie rosse con margine bianco sottilissimo, addome con cingolo rosso e rovescio dell'ala anteriore con un'ampia spolveratura verdastra. L'assenza di quest'ultimo carattere vale

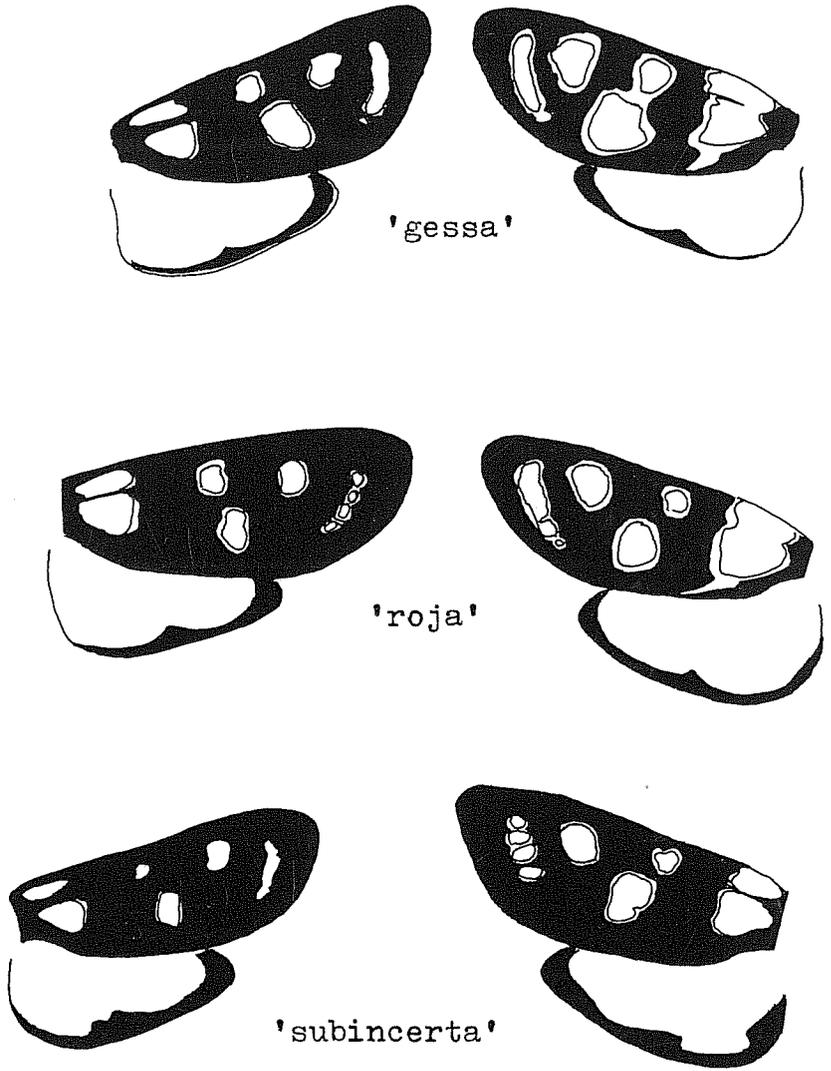


Fig. 4b

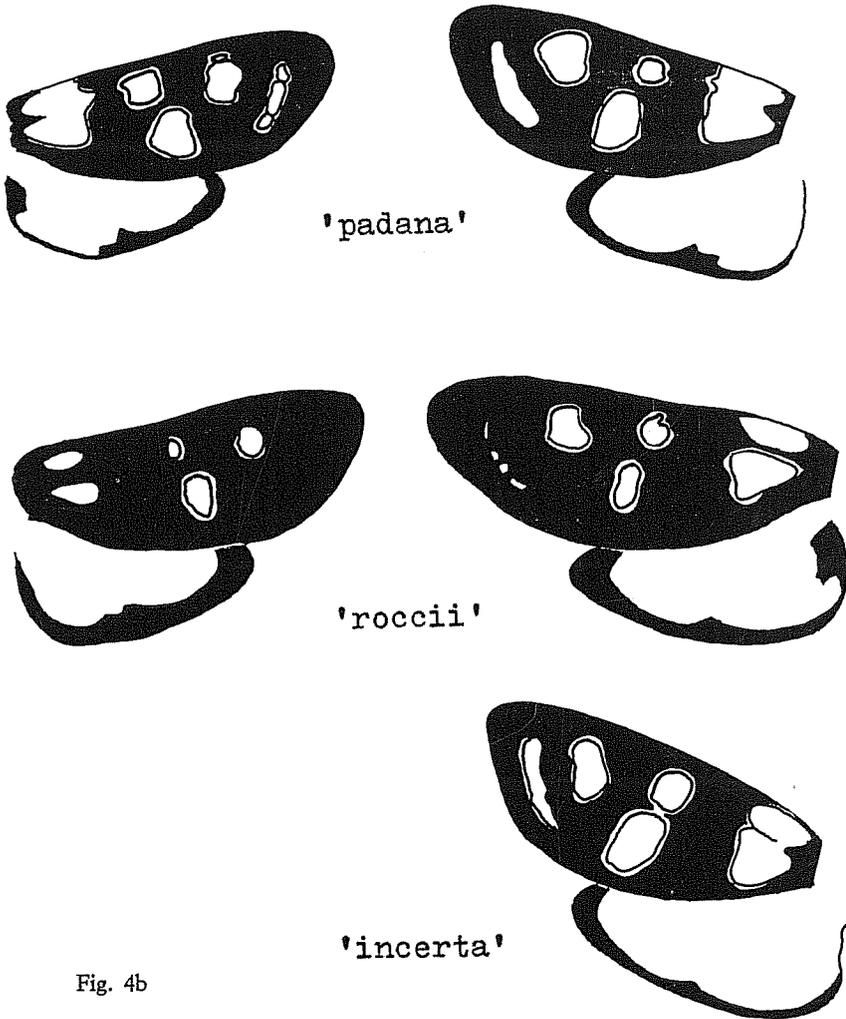


Fig. 4b

FIG. 4b - Principali fenotipi di *Zygaena carniolica* presenti in Liguria e regioni finitime.

invece a distinguere il gruppo di popolazioni Est-europee (*Zygaena carniolica rueckbeili* Shelyuzhko, 1919). Il complesso anatolico (*Zygaena carniolica taurica* Staudinger, 1878), certamente costituisce quello con caratteristiche più divergenti, data la grandissima estensione della spolveratura di squame bianche su entrambe le superfici dell'ala anteriore.

Le popolazioni italiane fanno quindi parte del complesso Sud-ovest-europeo (*bedysari*), assieme a quelle della Francia meridionale, della zona pirenaica ed alle poche conosciute per la Penisola iberica orientale. Anche in questo caso le popolazioni più melaniche sono generalmente distribuite lungo il versante tirrenico dell'Italia peninsulare («aspromontica», «formidacola», «florentina», «eminens», «roccii»), più o meno inframmezzate di popolazioni non o scarsamente melaniche (es. «dulcis»). Popolazioni melaniche sono note anche per la bassa Val di Susa («riparia»). Fra queste, tuttavia, le popolazioni più melaniche in assoluto sono quelle della Liguria littoranea centro-orientale («roccii»). Procedendo verso ponente, infatti, questa specie si allontana dalle regioni costiere e si rinviene solo in prossimità dello spartiacque con popolazioni ancora abbastanza melaniche («subincerta»). Sul versante padano si hanno invece popolazioni non melaniche riferibili al complesso di forme della valle del Po («incerta», «padana»). Nella Liguria occidentale, infine, queste ultime penetrano profondamente nelle valli («tanara», «gessa») e superato lo spartiacque al Colle di Tenda, raggiungono le alte valli del Roia, del Nervia e dell'Argentina («roia»).

*Zygaena (Agrumenia) loti* Denis & Schiffermueller, 1775

*Sphinx loti* [Denis & Schiffermueller], 1775 - Ank. syst. Werkes Schmett. Wiener-geg., :45

Specie a geonemia Euro-Iranica, diffusa dalla Spagna centrale attraverso l'Europa centrale, Scozia e Svezia meridionale, fino all'Asia minore e all'Iran (fig. 5).

Si tratta certamente di una specie filogeneticamente abbastanza isolata, caratterizzata da ampia variabilità fenotipica a livello popolazionale, con formazione di numerosi demi isolati facilmente riconoscibili fra di loro. La variabilità a livello macrogeografico appare invece abbastanza continua e non pare sia possibile identificare al suo interno l'esistenza di grandi gruppi di popolazioni, allo stesso modo, ad esempio, che si è visto per *Z. purpuralis*.

La caratteristica geografica più cospicua di questa specie è quindi, come in altri casi, rappresentata dal melanismo che si manifesta nelle popolazioni diffuse lungo il Golfo di Genova, a cominciare già dalla Toscana («tuscomodica», «cicaleti»), al genovesato («ligustica») e al

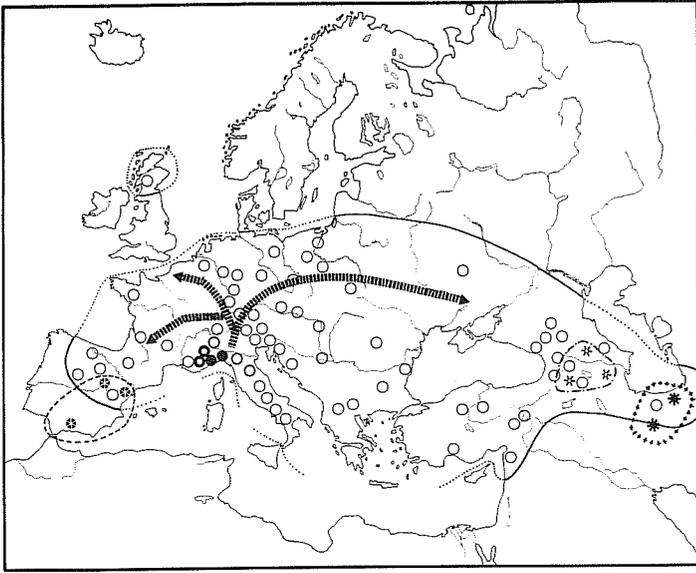


FIG. 5 - Geonemia di *Zygaena loti* (linea continua) e delle vicarianti *Zygaena ignifera* (linea tratteggiata), *Zygaena armena* (linea tratteggiata e punteggiata) e *Zygaena ecki* (linea a crocette).

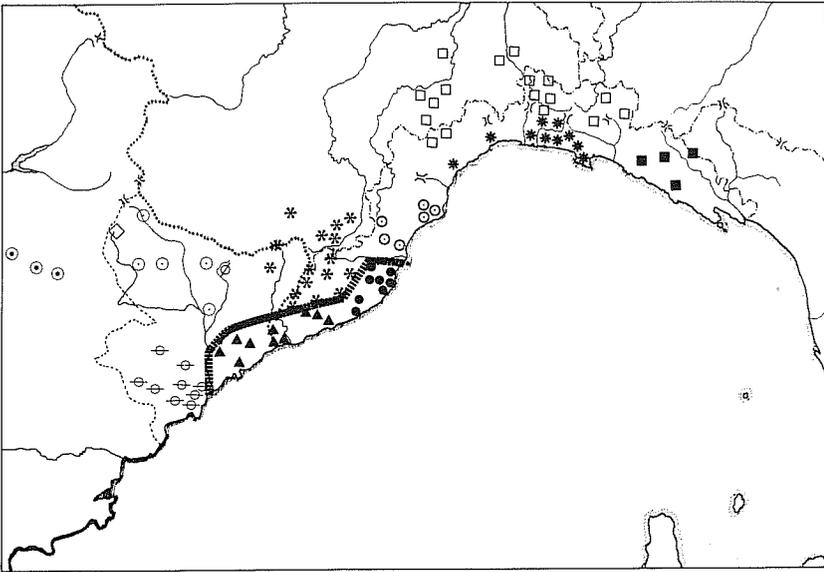
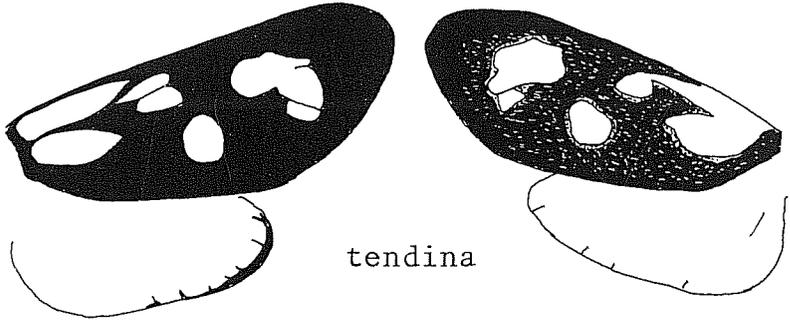
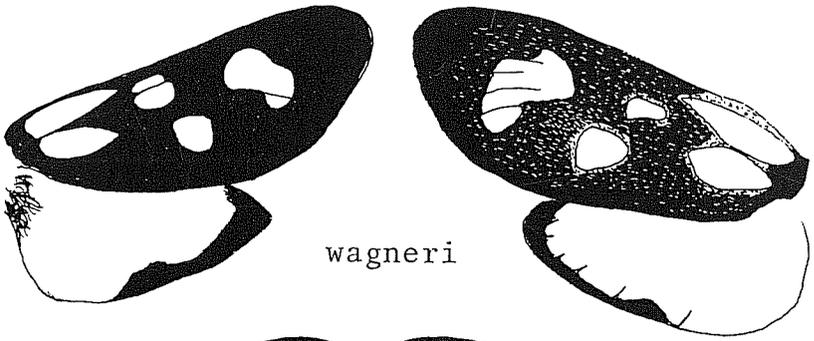


FIG. 5a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena loti* in Liguria e regioni adiacenti.

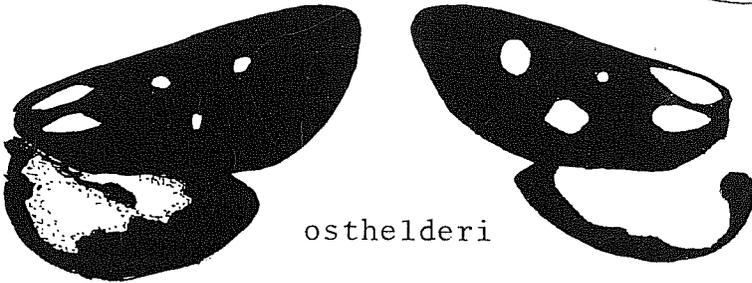
- Quadrati neri: fenotipo «A»
- Asterischi: fenotipo «ligustica»
- Quadrati: fenotipo «propinqua»
- Cerchi pesanti: fenotipo «vozea»
- Asterischi a sei punte: fenotipo «tendina»
- Dischi neri: fenotipo «osthelderi»
- Triangoli neri: fenotipo «wagneri»
- Cerchi leggeri: fenotipo «interwagneri»
- Cerchi con barra orizzontale: fenotipo «mesotaenia»
- Cerchi con barra obliqua: fenotipo «hyalowagneri»
- Cerchi puntati: fenotipo «achillalpina»
- Rombi: fenotipo «oreotropha»



tendina



wagneri



osthelderi

Fig. 5b

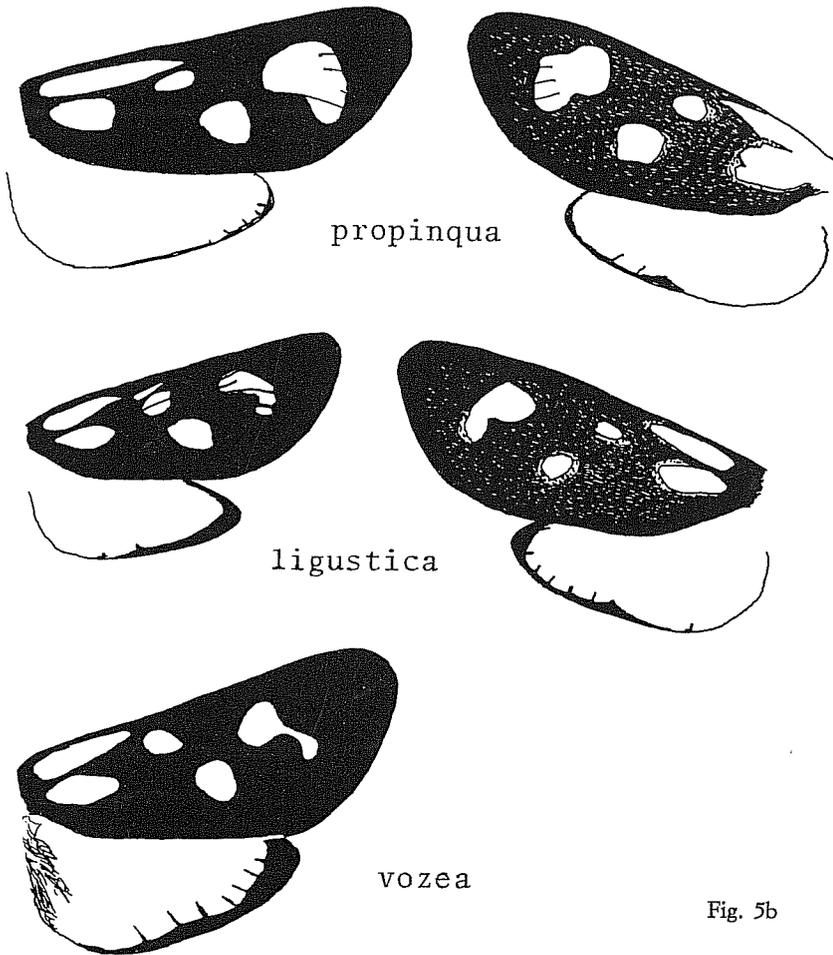


Fig. 5b

FIG. 5b - Principali fenotipi di *Zygaena loti* rinvenibili in Liguria e regioni adiacenti.

Finale («vozea»). Le forme fortemente melaniche, tuttavia, si manifestano bruscamente a ponente del corso dell'Arroscia, in modo particolare col fenotipo «osthelderi» in cui molti esemplari risultano essere totalmente o quasi totalmente anneriti. A ovest dell'Argentina, invece, si hanno popolazioni che pur molto melaniche sono già notevolmente più chiare («wagneri»). Il melanismo termina, anche in questo caso, a cominciare dalla sponda destra del Var («mesotaenia») dove si ha una popolazione che ne mostra gli ultimi residui (Dujardin 1956).

Già a piccola distanza dalla costa, o comunque ad altitudini modeste, risalendo verso la dorsale appenninica, si trovano invece popolazioni non melaniche di chiara affinità pedana («propinqua», «tendina»).

Il passaggio fra le due categorie di fenotipi, molto spesso, si compie bruscamente, senza alcuna transizione, data anche la distribuzione notoriamente discontinua di questa specie. Ciò è particolarmente evidente nel caso delle popolazioni più melaniche («osthelderi» e «wagneri»).

#### *Zygaena (Agrumenia) exulans* Hohenwarth, 1792

*Sphinx exulans* Hohenwarth, 1792 - *in*: Reiner & Hohenwarth, *Botanische Reisen*, : 265, Pl. 6, (fig. 2)

Specie a geonemia Euro-Sibirico-Borealpina costituita da due grandi complessi di popolazioni allopatriche. Il primo di questi, diffuso dalla Norvegia e Svezia settentrionale alla Siberia e alla Mongolia, rappresenta il cosiddetto complesso *vanadis* (*Zygaena vanadis* Dalman, 1816).

Il secondo, cui spetta il nome di *exulans*, è diffuso invece dai Pirenei orientali, Alpi e Gran Sasso, fino ai massicci montuosi più elevati del Montenegro ed Albania.

In Liguria *Z. exulans* è una specie estremamente rara, finora nota con pochissimi esemplari per la sola vetta del M. Saccarello (IM), mentre è più abbondante sull'altro lato del Tanaro, immediatamente più a Nord, sul M. Mongioie. Queste popolazioni, insieme a poche altre sul versante francese (alta Vésubie: «bourgognei»; Authion e Valle Meraviglie: «stenostigma») rappresentano le più meridionali e melaniche dell'arco alpino.

La posizione tassonomica di questa specie non appare completamente sicura: essa veniva infatti inclusa nel sottogenere *Zygaena* da Alberti (1958) e tale assegnazione è stata più recentemente confermata da Angelici et al. (1983) (si veda anche Sbordoni & Forestiero, 1984). Precedentemente essa è stata lungo tempo classificata nel sottogenere monotipico *Lycastes*. Si tratta comunque certo di una specie filogeneticamente abbastanza isolata.

*Zygaena (Zygaena) rhadamanthus* Esper, 1793

*Sphinx rhadamanthus* Esper, 1793 - Die Schmetterlinge, Suppl., 2 (2) :13, Pl. 40, (fig. 1, 2)

Specie SW Atlanto-Mediterranea diffusa in tutta la Penisola Iberica e la Francia meridionale, raggiunge il suo estremo limite Nord nell'Ardèche («cleui») e quello orientale nella Liguria di ponente, segnato dal corso dell'Argentina. Nel suo areale presenta almeno tre diverse popolazioni fortemente melanizzanti: una in Portogallo meridionale («algerbensis»), una in Catalogna («barcina») ed una in Liguria occidentale («stygia»). In quest'ultimo caso il determinismo del fattore melanico sembrerebbe essere legato ad un solo genere dominante; alle quote più elevate, in prossimità del confine francese ed oltre, anche più in basso (Sospel) si rinviene infatti un complesso di popolazioni miste («oxytropiferens»), nelle quali, assieme a molti esemplari melanici si rinvengono piccole percentuali (massimo 25%) di individui indistinguibili dalla cosiddetta «azurea» di Vence.

*Zygaena (Zygaena) oxytropis* Boisduval, 1828

*Zygaena oxytropis* Boisduval, 1828 - Essai Monogr. Zygénides, :89, Pl. 5, (fig. 7)

Specie endemica italiana, diffusa dalla Sicilia alla Liguria occidentale e ai contrafforti meridionali della valle padana. E' caratterizzata da una relativamente scarsa variazione geografica, se si eccettuano le popolazioni a grandi dimensioni della Calabria e della Lucania («bruttiensis», «luccania»), o quelle con forte estensione dei disegni rossi della Campania («laterubra») e della Sicilia («quercii»).

Le popolazioni più melaniche conosciute sono ancora quelle Calabro-Lucane già ricordate, e quella della Liguria di Ponente («acticola»). Non si tratta comunque di un melanismo molto accentuato, essendo esso ristretto, come in altri casi, al solo apice dell'ala posteriore. In Liguria, come peraltro quasi ovunque, non è mai una specie abbondante, nonostante sia presente con numerose colonie, quasi sempre isolate.

Recentemente è stata rinvenuta nel Nizzardo (Dujardin in litt.), dove si sovrappone, come areale, a *Z. rhadamanthus*, con la quale, però non convive mai nello stesso biotopo (differenze ecologiche).

*Zygaena (Zygaena) lavandulae* Esper, 1783

*Sphinx lavandulae* Esper, 1783 - Die Schmetterlinge, 2 :221, Pl. 34, (fig. 2)

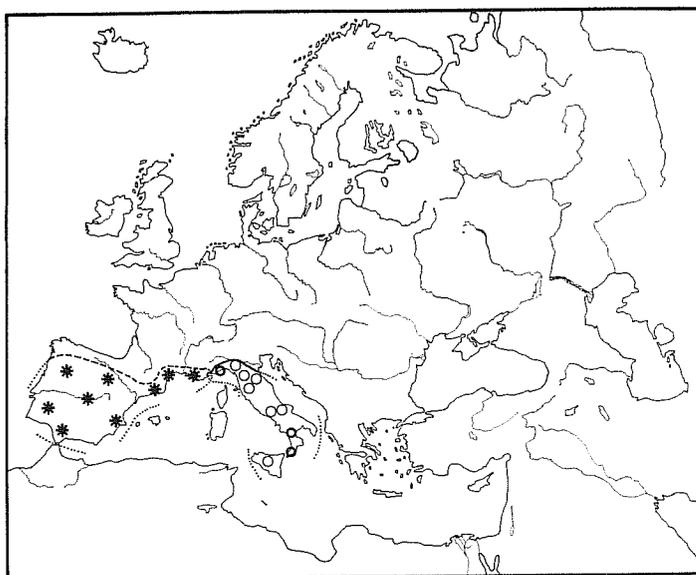


FIG. 6 - Geonemia di *Zygaena rhadamanthus* (linea tratteggiata) e della vicariante *Zygaena oxytropis* (linea continua).

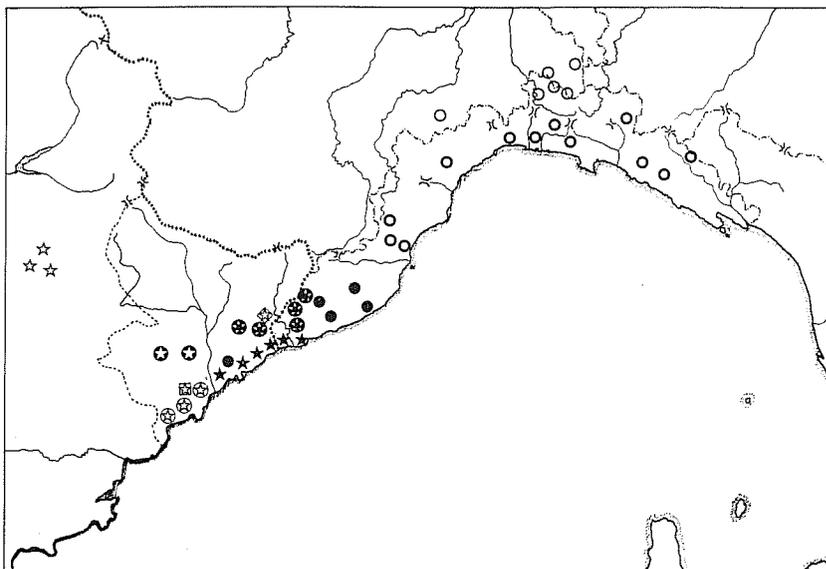


FIG. 6a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena oxytropis* (cerchi) e di *Zygaena rhadamanthus* (stelle) in Liguria e regioni adiacenti.

a) *Zygaena oxytropis*

Cerchi pesanti: fenotipo «oxytropis»

Cerchi leggeri: fenotipo «blanda»

Dischi neri: fenotipo «acticola».

b) *Zygaena rhadamanthus*

Stelle nere: fenotipo «stygia»

Stelle su disco nero (centro nero): fenotipo «oxytropiferens»

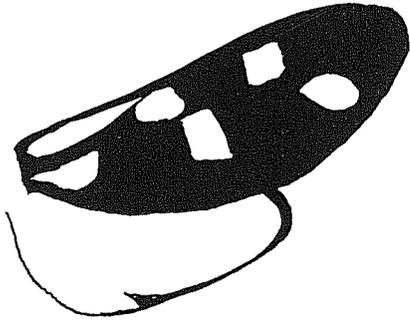
Stelle su disco nero: fenotipo «ochsi»

Stelle in un quadrato: fenotipo «mesolopha»

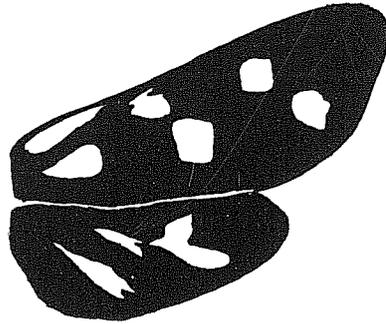
Stelle su disco bianco: fenotipo «azurea»

Stelle in un rombo: fenotipo «azureoides»

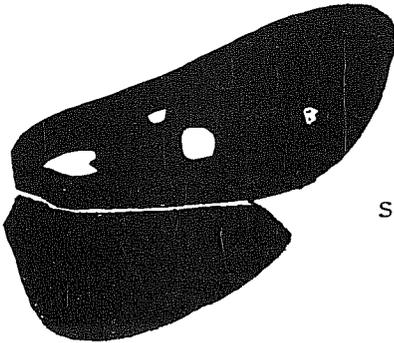
Stelle bianche: fenotipo «grisea»



azurea



oxytropiferens



stygia

FIG. 6b - Principali fenotipi di *Zygaena rhadamanthus* rinvenibili in Liguria e regioni finitime.

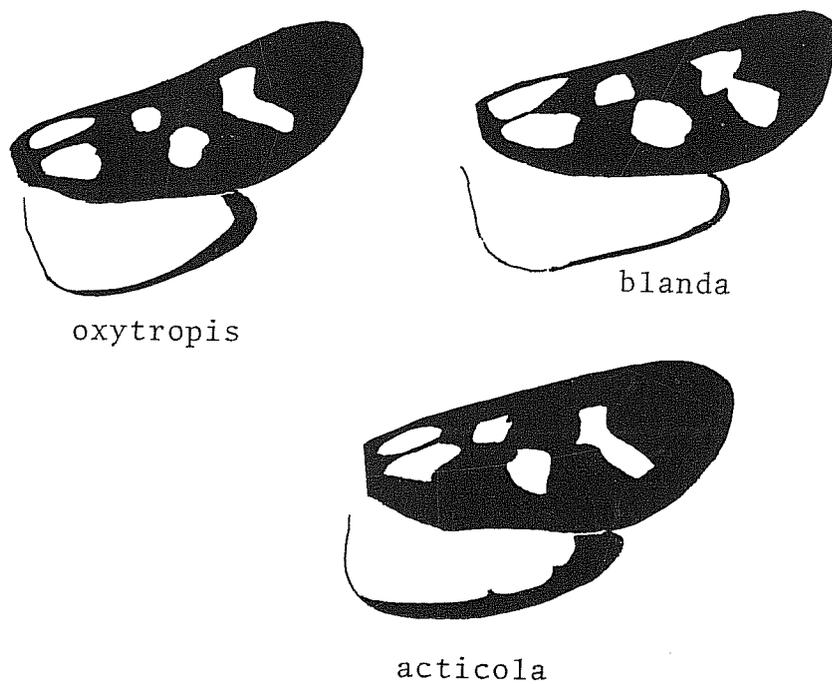


FIG. 6c - Principali fenotipi di *Zygaena oxytropis* rinvenibili in Liguria e regioni finitime.

Un'altra specie a geonemia Atlanto-Mediterranea, nota però anche del Marocco, oltre che della Spagna centrale ed orientale, della Francia meridionale e della Liguria. Il suo estremo limite orientale viene raggiunto nel genovesato, nella zona di Sori (Genova).

Si tratta di una specie sempre fortemente melanica e caratterizzata da variazioni morfologiche quasi trascurabili in tutto il suo areale. Le variazioni di maggiore rilievo sono riscontrabili nella regione di Malaga ed Alicante (Spagna), ove vivono diverse popolazioni caratterizzate da melanismo notevolmente meno accentuato (ali posteriori quasi interamente rosse, anzichè nere, ecc.). Anche in questo caso le popolazioni più melaniche si riscontrano invece nelle Alpes Maritimes francesi (Col de Braus) ed in Liguria occidentale (zona di Ceriana) (morfa «*altalavandulae*»).

*Zygaena (Zygaena) ephialtes* Linné, 1767

*Sphinx ephialtes* Linné, 1767 - Systema Naturae, ed. XII, 1 (2):806

Specie a distribuzione Euro-mediocrussa, diffusa dai Pirenei orientali (e NE della Penisola Iberica) fin quasi agli Urali, attraverso l'Europa centrale, l'Italia peninsulare (fino alla Campania) e la Penisola Balcanica. In questo suo vasto areale possono essere distinti due grandi rassenkreis (fig. 7) identificabili, l'uno col gruppo di popolazioni originariamente denominate *Sphinx peucedani* Esper, 1781 (le cosiddette forme peucedanoidi e diffuse nelle porzioni settentrionali dell'areale della specie; il secondo gruppo, facente capo alla vera *Sphinx ephialtes* di Linné, sono invece caratteristiche della regione mediterranea. Ampie zone di ibridazione, certamente secondaria, fra queste due si rinvencono dai Sudeti alla Stiria e lungo i Carpazi fino alle Alpi Transilvane (Bovey 1941).

Studi genetici condotti sul determinismo di questi fenotipi (Burgeff 1921; Bovey 1934, 1936, 1941, 1942), hanno mostrato che «peucedanoide» domina su «ephaltoide». All'interno dei due tipi principali, inoltre, si rinvencono esemplari a macchie rosse o a macchie gialle e anche in questo caso si è potuto dimostrare che il primo dei due caratteri domina sul secondo in modo completo e senza linkage. Il controllo del numero di punti sull'ala anteriore (5 o 6) è invece poligenico, apparentemente con un meccanismo di soglia. Quando appare il punto numero 6 tutti gli altri tendono ad aumentare di diametro (cfr. anche Robinson 1971).

Poichè il fenotipo ephialtoide è ovviamente di tipo più melanico del peucedanoide, risulta come in molti altri casi, che il fenotipo rinvenibile nel bacino del Mediterraneo è più melanico di quello medioeuropeo.

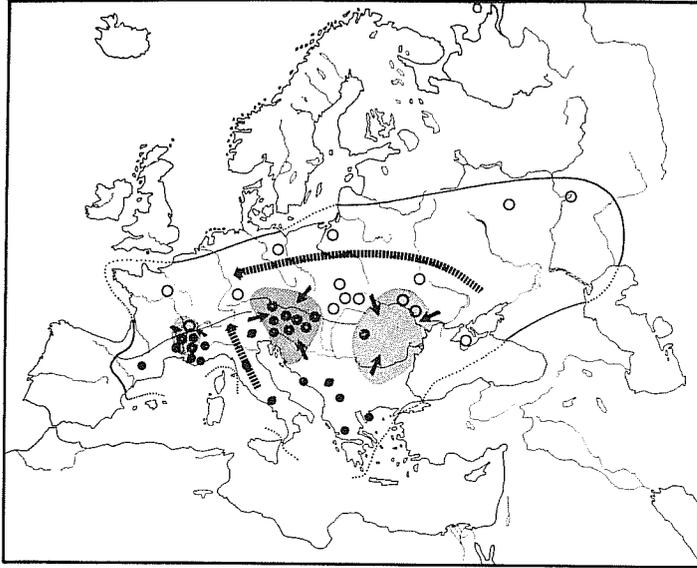


FIG. 7 - Geonemia di *Zygaena ephialtes*.

*Cerchi*: fenotipi peucedanoidi rossi

*Dischi neri*: fenotipi efiatoidi, gialli o rossi (dischi barrati) (solo località tipiche).

*Esagoni*: fenotipi peucedanoidi gialli.

*Aree tratteggiate*: zone di ibridazione (transizione secondaria)

*Frecce*: interpretazione biogeografica.

*Aree tratteggiate*: zone di integradazione secondaria.

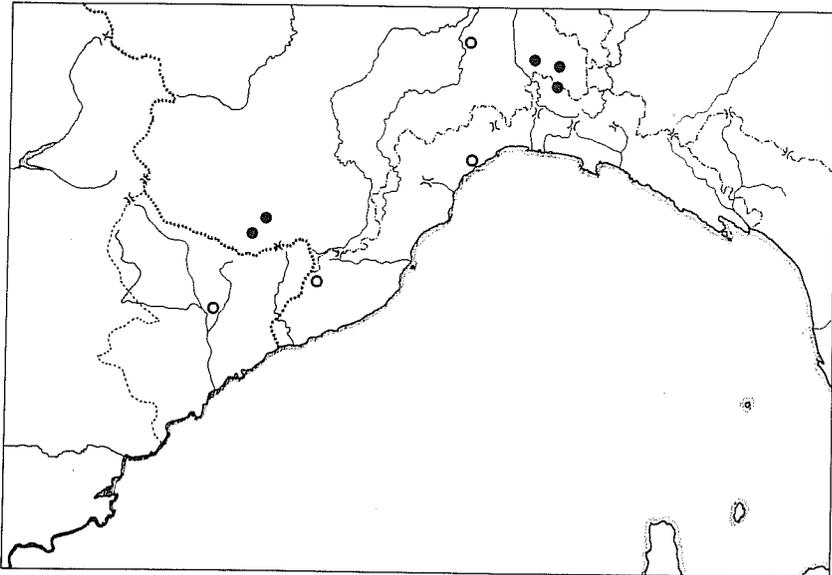


FIG. 7a - Distribuzione delle principali popolazioni e fenotipi di *Zygaena ephialtes* in Liguria e regioni finitime.

*Cerchi*: fenotipo «ligus» (efiattoide rosso)

*Dischi neri*: fenotipo «perodeaui» (efiattoide giallo).

In Liguria *Zygaena ephialtes* è una specie piuttosto rara e rinvenibile solo con un numero molto limitato di popolazioni nel ponente e nelle parti situate a Nord della displuviale appenninica.

*Zygaena (Zygaena) transalpina* Esper, 1781

*Sphinx transalpina* Esper, 1781 - Die Schmetterlinge, 2 : 142

Specie CS Europea che può quasi essere considerata endemica italiana, abitando tutta la Penisola, ed estendendosi verso Nord solo fino alla Svizzera, Austria e Baviera (fig. 8). Il limite settentrionale della specie è rappresentato da una popolazione praticamente isolata nella media valle del Reno («astragali»); lo stesso si verifica per il limite occidentale, con un piccolo gruppo di popolazioni nella Drôme e nel Lozère («dufayi»).

Nonostante il suo areale relativamente ristretto, in paragone ad altre specie dello stesso genere, *Z. transalpina* mostra un'ampia variazione microgeografica e si può dire che ogni popolazione può facilmente avere minuti caratteri a lei propri. Un riflesso di questo fenomeno è rappresentato, come si è già detto, dal gran numero di «sottospecie» (61) considerate valide tassonomicamente da Reiss & Tremewan (1967).

Nella penisola italiana buona parte di queste variazioni è dovuta a diversi gradi di melanismo che possono essere rinvenuti nelle diverse popolazioni. In linea di massima si può dire che le più scure sono comunque quelle situate in più stretta prossimità del litorale tirrenico, mentre le più chiare sono quelle localizzate alle maggiori altitudini. A parte certe popolazioni del Trentino («tilaventa», redempta») e del Friuli («athicaria») e Lombardia («lacustris») si può dire che ben poche popolazioni veramente melaniche superano verso Nord il corso del Po, mentre a ponente c'è un brusco sostituirsi di popolazioni a fenotipi chiari al dilà del corso della Durance («segusterica»).

Rocci (1935, 1936, 1938, 1942) aveva creduto di poter suddividere in due diverse specie *Zygaena transalpina* in base a queste caratteristiche e a certe differenze, peraltro non molto costanti, dell'apparato maschile. Nelle zone di transizione, infatti, egli aveva spesso descritto due diverse «forme primarie», attribuendole alle due supposte specie. Ciò si verifica nella bassa Val di Susa e dintorni di Torino («subemendata», scura e «dominatrix», più chiara), in certe parti dell'Appennino Ligure («intermedia», melanica e «subalticola» non melanica) ecc..

La situazione esistente in Liguria è quindi piuttosto complessa, come si può osservare in fig. 8a. Lungo la costa si può mettere in evidenza l'esistenza di un cline melanizzante che partendo con forme a 6 macchie sull'ala anteriore (es. «tigullii») giunge al massimo del melani-

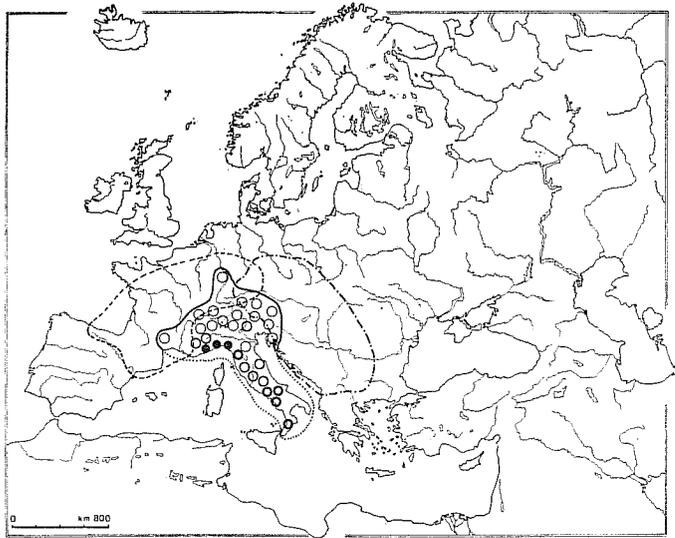


FIG. 8 - Geonemia di *Zygaena transalpina* (linea continua) e delle specie vicarianti *Zygaena hippocrepidis* (linea tratteggiata) e *Zygaena angelicae* (linea tratteggiata e punteggiata). A diversa intensità dei simboli corrispondono diversi gradi di melanismo.

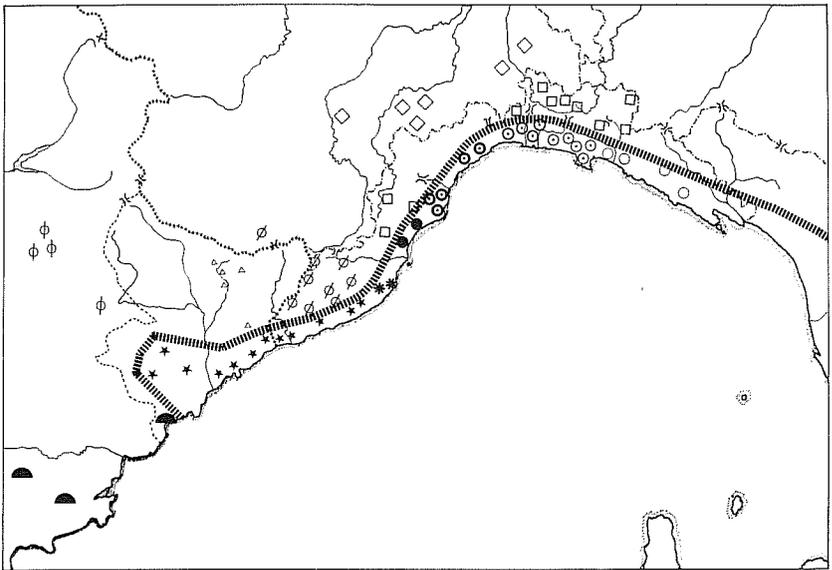


FIG. 8a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena transalpina* in Liguria e regioni finitime.

*Cerchi sottili*: fenotipo «tigullii»

*Cerchi puntati*: fenotipo «litorea» (diversi gradi di melanismo secondo l'intensità del simbolo)

*Quadrati*: fenotipo «intermedia»

*Rombi*: fenotipo «pinguis»

*Dischi neri*: fenotipo «promonturii»

*Stelle*: fenotipo «maritima»

*Cerchi a barra obliqua*: fenotipo «pseudoalpina»

*Triangoli cavi*: fenotipo «helvetica» e «altamaritima»

*Cerchi con barra verticale*: fenotipo «segusterica»

*Grandi semicerchi neri*: limite estremo di *Zygaena hippocrepidis*.

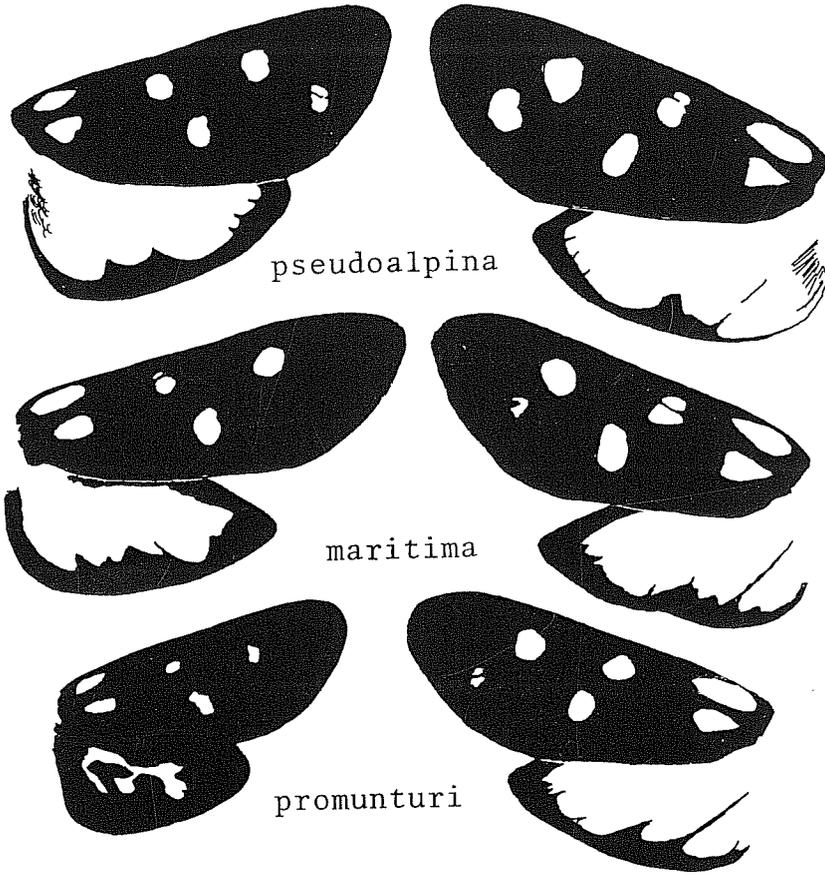


Fig. 8b

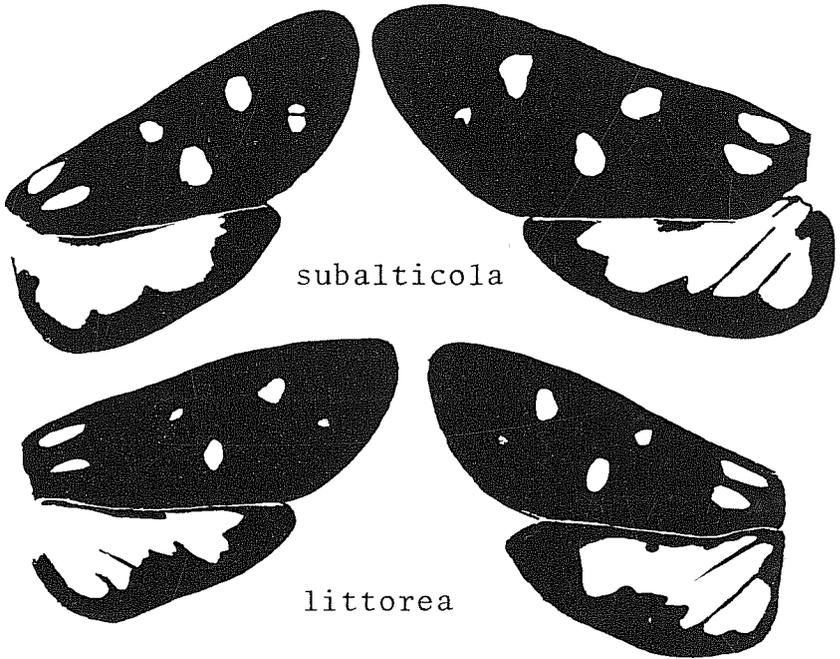


Fig. 8b

FIG. 8b - Principali fenotipi di *Zygaena transalpina* rinvenibili in Liguria e regioni circostanti.

simo con il fenotipo «promunturii» (Capo Mele), tramite un complesso di popolazioni più o meno identificabili con «litorea». Le popolazioni a ponente del Capo Mele, invece, tornano ad essere tendenzialmente un po' meno melaniche (fenotipo «maritima») che si mantiene quasi inalterato fin verso la Durance.

Procedendo verso l'interno, la variazione verso le forme meno melaniche è più rapida nella Liguria di ponente («pseudo-alpina») e più graduale in quella centrale e di levante («intermedia», «pinguis»).

*Zygaena (Zygaena) charon* Huebner, 1796

*Sphinx charon* Huebner, [1796] - Samml. europ. Schmett., 2 :15, Pl. 4, (fig. 21)

Mentre, come si è visto, il processo di speciazione fra *Z. transalpina* e *Z. maritima*, o quello fra *Z. filipendulae* e *Z. stoechadis* si sono arrestati a livello di entità vicarianti con zone intermedie di ibridazione, quello fra *Z. charon* e *Z. viciae* può dirsi completo e nonostante non si conosca alcun caso di simparia fra esse, l'esistenza di costanti caratteri diagnostici nei loro organi genitali maschili (criptostrutture del pene: cfr. Dujardin 1965) può esserne considerata una prova sufficientemente certa.

In questo modo *Z. charon* risulta essere la specie della Penisola italiana e della Sicilia, estendendosi, verso Nord, fino alla Svizzera meridionale e verso Ponente, fino alla bassa valle del Rodano (fig. 9).

La variabilità geografica di *Z. charon* non è molto pronunciata e consiste prevalentemente nell'avere, secondo le popolazioni, 5 o 6 macchie sulle ali anteriori, lo spessore del margine nero delle ali posteriori, la presenza o meno di un cingolo rosso addominale e le dimensioni. Le popolazioni maggiormente differenziate, in realtà, sono ancora una volta quelle melaniche, diffuse dal Genovesato al Nizzardo. Fra le popolazioni non melaniche quelle che più si discostano dall'aspetto normale della specie sono quelle della Sicilia.

In Liguria si hanno due gruppi di popolazioni di questa specie. Il primo, (fenotipo «italica») giunge dal levante fino al Genovesato, mentre il secondo (fenotipo «charon») è caratteristico dell'entroterra imperiese, ma si manifesta in modo pressochè costante, a Nord, almeno fino alla Val di Susa e a ponente fino alle Alpes Maritimes, col quasi indistinguibile fenotipo «barnabeica». Verso levante, invece, si ha, apparentemente una transizione col fenotipo più melanico di «italica» (con cinque macchie nelle ali anteriori) tramite le popolazioni della zona di Acqui Terme. Nella fascia litoranea questa specie è invece estremamente rara e localizzata ed è apparentemente assente lungo l'ampio arco

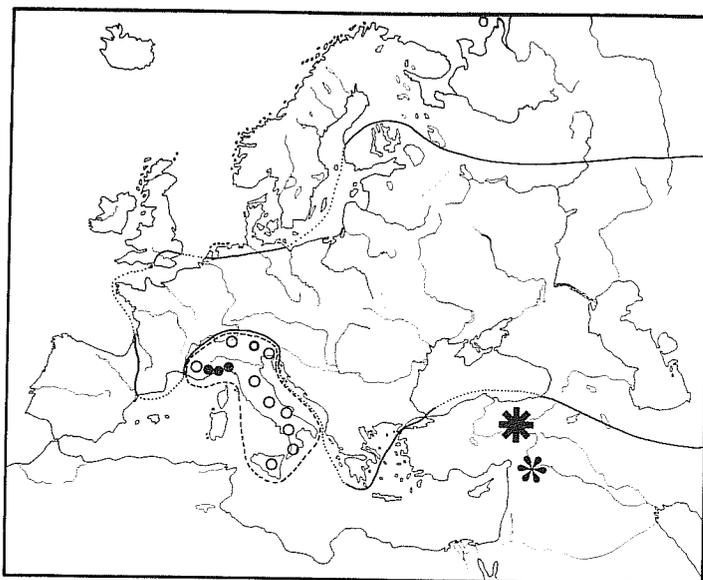


FIG. 9 - Geonemia di *Zygaena charon* (linea tratteggiata) e delle specie vicarianti *Zygaena viciae* (linea unita), *Zygaena lapbria* (asterisco a doppia crociera) e *Zygaena amanica* (asterisco a sei punte). La distribuzione di *Zygaena nippona* è limitata al Giappone, Corea ed Amur (non riportata).

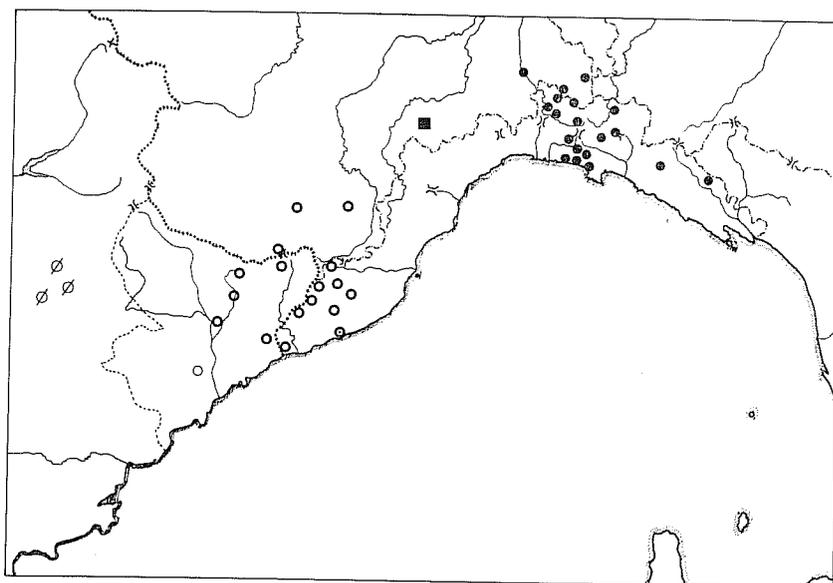


FIG. 9a - Distribuzione in Liguria e regioni finitime dei principali fenotipi di *Zygaena charon*.

Dischi neri: fenotipo «italica»

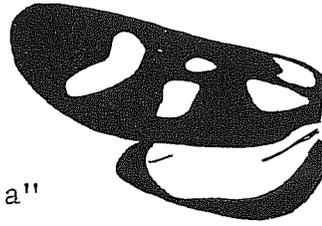
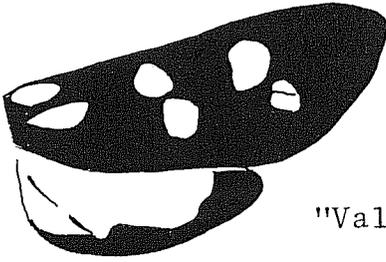
Cerchi: fenotipo «charon»

Cerchi barrati: fenotipo «dourbensis»

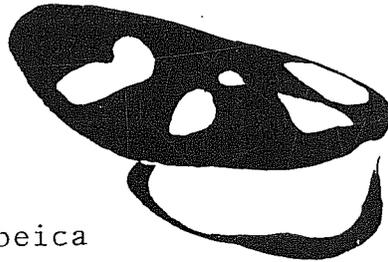
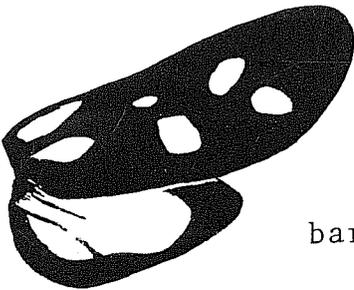
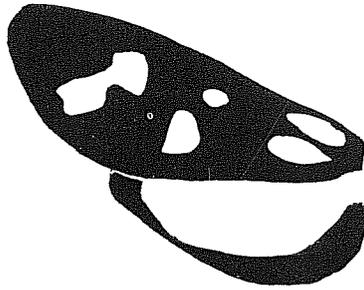
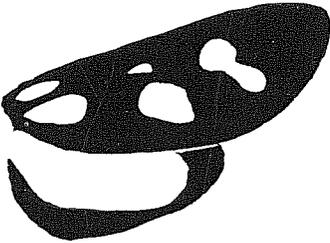
Cerchi sottili: fenotipo «barnabeica»

Cerchio pesante puntato: fenotipo «A»

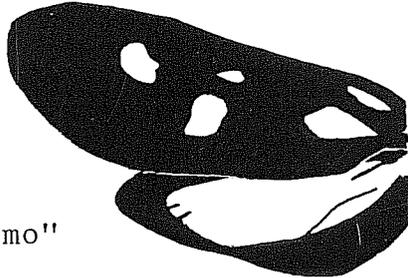
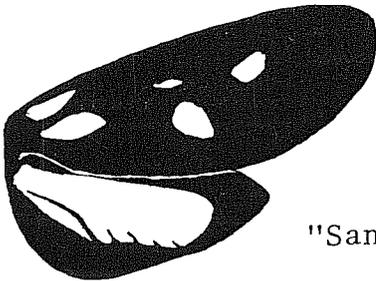
Quadrato: fenotipo «B»



"Val Susa"



barnabeica



"Sanremo"

Fig. 9b

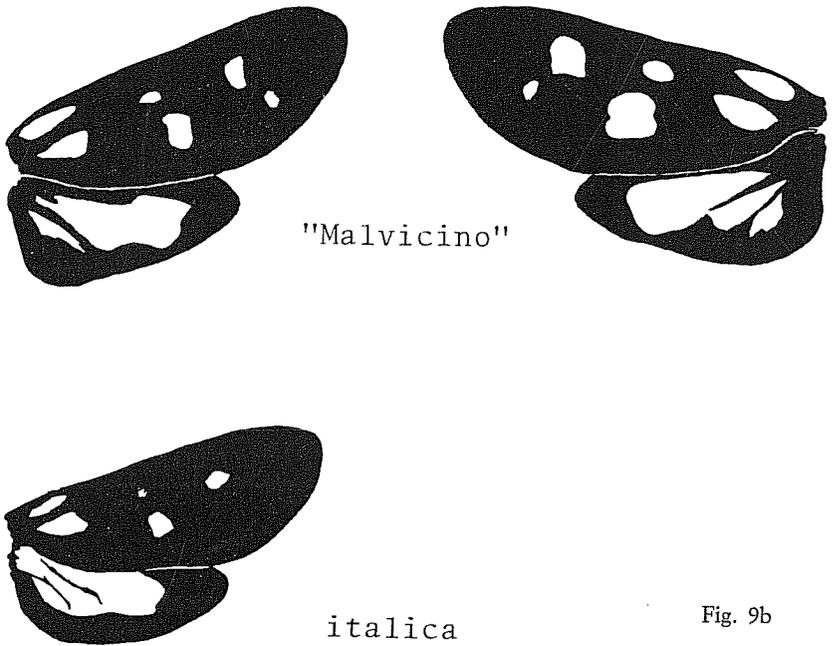


Fig. 9b

FIG. 9b - Principali fenotipi di *Zygaena charon* rinvenibili in Liguria e zone finitime.

di costa compreso fra Recco e Pieve Ligure (Genova) fino all'immediato retroterra di Sanremo. Mentre le prime di queste popolazioni costiere sono praticamente indistinguibili da quelle del geograficamente finitimo fenotipo «italica» le altre (Poggio di Sanremo), pur mantenendo quasi lo stesso grado di melanismo, sono costituite da individui molto più grandi.

*Zygaena (Zygaena) romeo* Duponchel, 1835

*Zygaena romeo* Lefèbre [in litt.] Duponchel, 1835 - *in*: Duponchel & Godart, Hist. nat. Léop. Papill. France, Suppl., 2 :131, pl. 12

Specie Nord-Mediterranea-Centrale, diffusa praticamente solo nella Penisola Italiana (e Sicilia), oltre a poche colonie in Francia meridionale, fino ai Pirenei orientali. Il limite settentrionale della specie è situato nella zona del Puy-de-Dôme («planeixi») e Alpi svizzere meridionali («freyeri») (fig. 10).

In tale areale gran parte della variazione geografica fenotipica riguarda il grado di fusione reciproco delle cinque macchie rosse delle ali anteriori e la maggiore o minore estensione del margine nero delle ali posteriori. Altre variazioni, comunque, riguardano anche la maggiore o minore compattezza della squamatura alare ecc..

I fenotipi melanici di questa specie sono dislocati in varie parti della penisola italiana («neapolitana», «orion» ma soprattutto nella Liguria litoranea, dal Genovesato («megorion») all'Imperiese («loritzi», «orionmezoni»). Fra questi, tuttavia, il fenotipo più melanico è probabilmente «neapolitana», immediatamente seguito da «megorion».

*Zygaena (Zygaena) osterodensis* Reiss, 1921

*Zygaena osterodensis* Reiss, 1921, Int. ent. Z., 15: 118

Specie a geonemia Euro-Siberica, diffusa dai Pirenei e dai Monti Cantabrici fino alla Siberia ed al Kentei. Insieme a *Z. gallica*, *Z. nevadensis* ecc., rappresenta una fra le specie vicarianti del complesso di *Z. romeo* e come le rimanenti, è riconoscibile in base a caratteristiche molto costanti degli apparati genitali maschili (fig. 10). *Z. osterodensis* penetra in Italia solo a livello dei due estremi dell'arco alpino, sia a oriente («goriziensis», «ladina»), sia ad occidente, nelle Alpi Liguri settentrionali («saccarella»). In quest'ultima località si verifica uno dei tre casi noti di coabitazione fra *Z. osterodensis* e *Z. romeo*, tutti localizzati, comunque grosso modo nella stessa zona (Dourbes, a N. di Dignes; Alpi della Haute-Provence) (Dujardin 1956; Balletto & Toso 1978).

La popolazione delle Alpi Liguri è fra le più melaniche conosciute per questa specie.

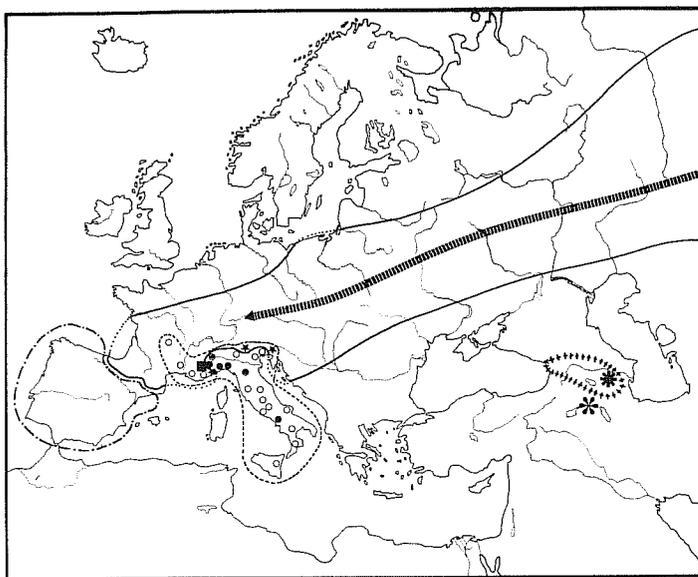


FIG. 10 - Geonemia di *Zygaena romeo* (linea tratteggiata) e delle specie vicarianti *Zygaena gallica* (quadrato nero), *Zygaena nevadensis* (linea tratteggiata e punteggiata), *Zygaena osterodensis* (linea intera), *Zygaena teberdica* (asterisco), *Zygaena rjabovi* (asterisco a doppia crociera), *Zygaena mana* (linea a crocette).

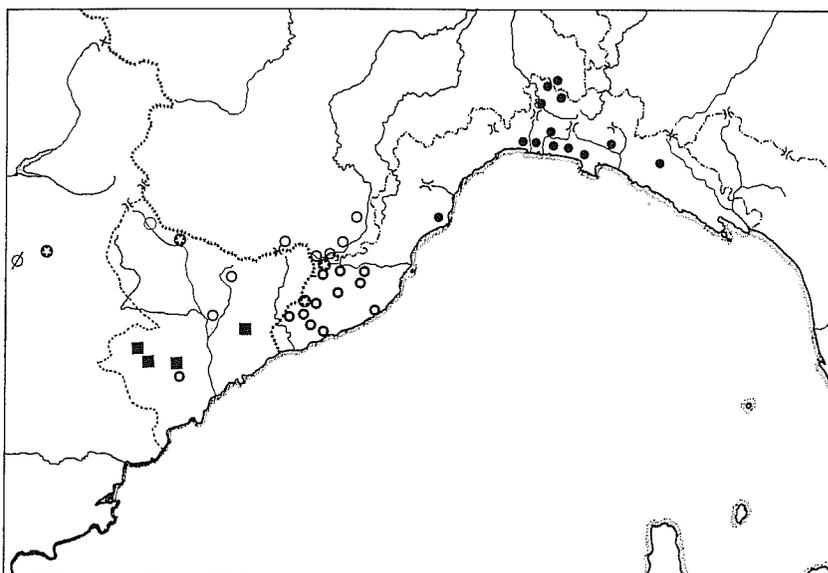


FIG. 10a - Distribuzione dei principali fenotipi di *Zygaena romeo* in Liguria e regioni adiacenti.

*Dischi neri*: fenotipo «megerion»

*Cerchi pesanti*: fenotipo «loritzi»

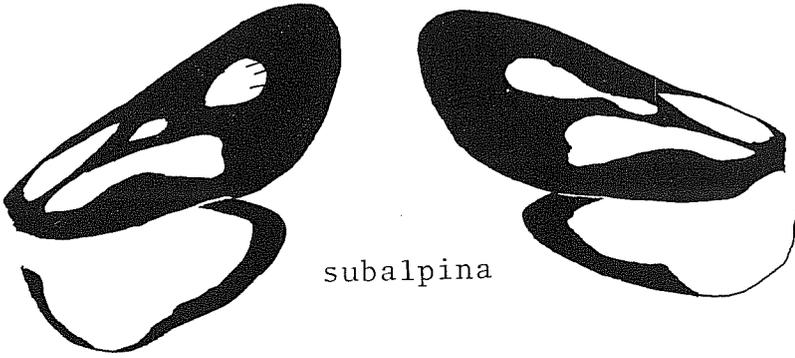
*Cerchi leggeri*: fenotipo «oriomezon»

*Cerchi barrati*: fenotipo «parvorian»

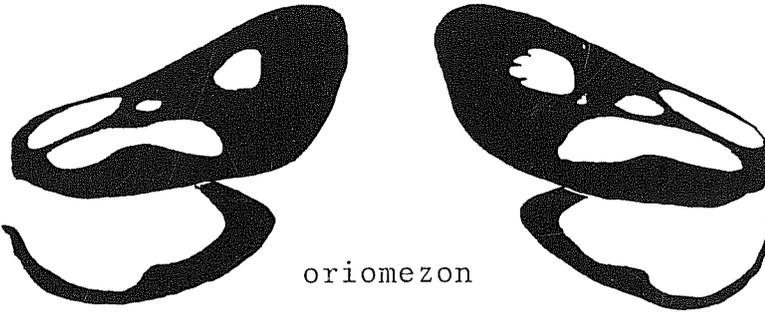
*Cerchi sottili*: fenotipo «mecogana»

*Quadrati*: popolazioni di *Zygaena gallica* (diversi fenotipi)

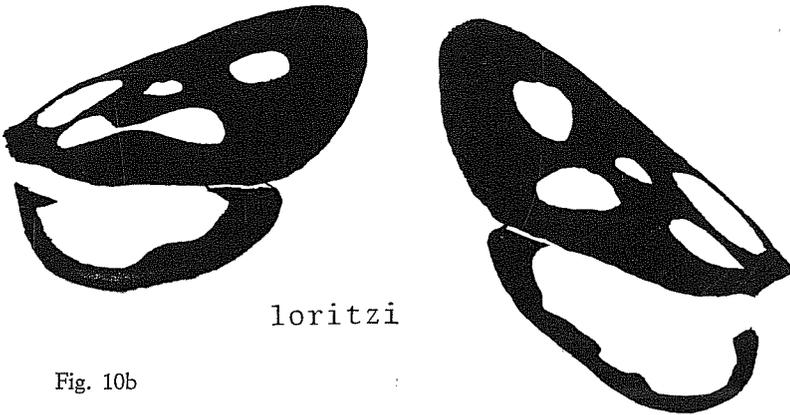
*Stelle*: popolazioni di *Zygaena osterodensis* (diversi fenotipi)



subalpina



oriomezon



loritzi

Fig. 10b

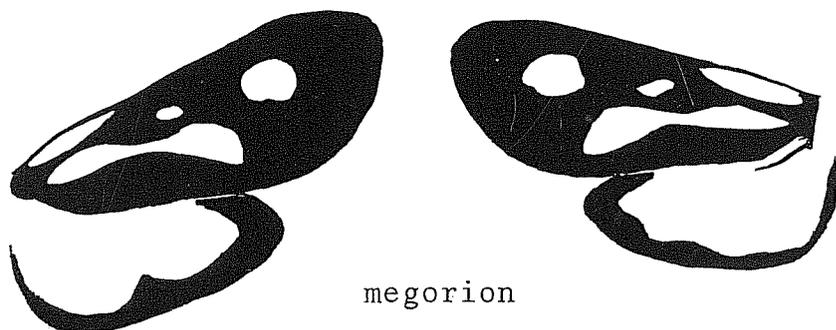


Fig. 10b

FIG. 10b - Principali fenotipi di *Zygaena romeo* rinvenibili in Liguria e zone adiacenti.

In appendice agli aspetti biogeografici di questa specie, merita riportare qui un cenno di carattere nomenclatoriale.

Il nome con cui essa era normalmente designata fin verso gli anni '30, era quello di *Zygaena scabiosae* (*Sphinx scabiosae* Scheven, 1777). La successiva scoperta che il nome di Scheven doveva applicarsi ad una forma geografica di *Zygaena purpuralis* determinò il formarsi di due diverse scuole. Gli autori di lingua francese identificarono questa specie con la *Sphinx minos* di Denis & Schiffermueller (1775), mentre quelli di lingua tedesca, poi seguiti da Reiss & Tremewan (1967) riconoscevano in quest'ultima una «sottospecie» di *Z. purpuralis* ed impiegavano per indicare questa specie, il nome di Reiss, appunto *Z. osterodensis*.

Le ragioni addotte per identificare questa specie con *Z. minos* erano essenzialmente basate sul fatto che Schrank (1802 - Fauna Boica) aveva per primo riconosciuto la *Z. scabiosae* così come era allora interpretata dai vari autori (nec Scheven 1777), nella figura «a» di *Sphinx minos* data da Fuessly (1782). Non bisogna dimenticare che entrambi questi autori avevano infatti avuto accesso alla collezione Schiffermueller, allora conservata a Vienna (Dujardin 1953).

Per complesso che tutto ciò possa sembrare, è un dato di fatto che i nomi dati da Denis & Schiffermueller (1775) sono in ogni caso abbinati a descrizioni quasi del tutto incomprensibili e che la loro applicazione si basa sempre sulla interpretazione degli autori successivi e sulla possibilità che essi avevano avuto di studiare la collezione Schiffermueller. Fra le *Zygaena*, ad esempio, questo è il caso per *Z. loti* (interpretazione di Fabricius 1787) e per *Z. viciae* (interpretazione di Ochsenheimer 1808), ma lo stesso vale anche per molte altre specie di Lepidotteri. Giustamente si era quindi comportato Dujardin (1953) nell'applicare a questa specie il nome di *Zygaena minos* (cfr. anche Balletto & Toso 1978).

La neotipificazione di *Sphinx minos* [Denis & Schiffermueller], 1775 con un esemplare della specie prima universalmente nota col nome di *Zygaena diaphana* (*Zygaena purpuralis diafana* Staudinger 1887) rappresenta quindi un fatto quanto meno sorprendente.

### *Zygaena* (*Zygaena*) *filipendulae* Linné, 1758

*Sphinx filipendulae* Linné, 1758 - Systema Naturae ed. X., 1 : 494

Specie a geonomia Euro-Anatolica, diffusa dalla Penisola iberica alla Scozia, alla Lapponia, al Caucaso ed alla Siria. Nell'ambito del suo areale essa è costituita da due grandi complessi di popolazioni, forse con valore di semispecie.

La più meridionale di queste, designabile col nome di *Sphinx stoechadis* Borkhausen, 1793, ha distribuzione Mediterranea centro-orientale e rappresenta il gruppo di popolazioni più robuste e melaniche. La più settentrionale, diffusa dalla Spagna al Caucaso, rappresenta invece la vera *Z. filipendulae* e presenta caratteri opposti (fig. 11).

Le due entità mostrano aree di intergradazione, soprattutto in Francia meridionale, a ponente del corso del Var, o più esattamente alla foce dalla Siagne («siagnica»). Circa 3 Km più a Est di questa località vola infatti una popolazione melanica, con 5 macchie rosse sulle ali anteriori, certamente riferibile al gruppo *stoechadis* («duponcheli») (Dujardin 1965). Più a ponente, invece, si rinvengono popolazioni caratterizzate da

molto minore grado di melanismo e mentre almeno una di esse («cal-limorpha») sembra essere riferibile, almeno dal punto di vista morfologico, al puro gruppo *filipendulae*, diverse altre («anceps», «oberthueriana», «maior», «pentasema»), mantengono gradi diversi di melanismo e fanno parte della zona di ibridazione col gruppo *stoechadis* (fig. 11a).

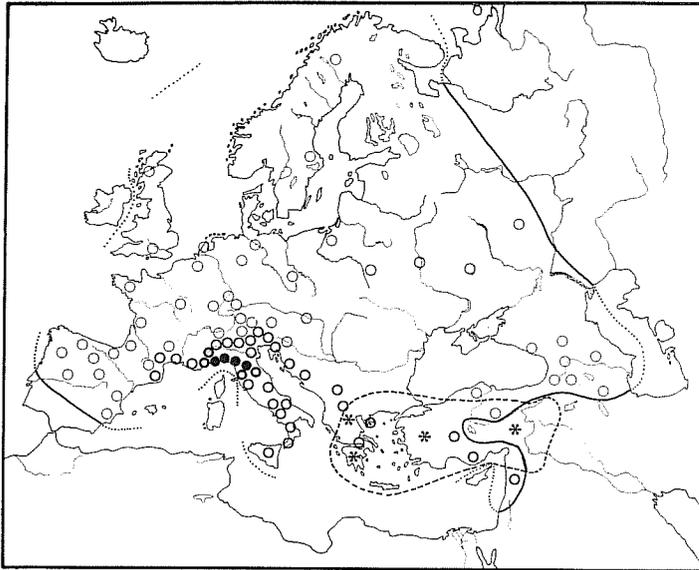


FIG. 11 - Geonemia di *Zygaena filipendulae* (linea unita) e della specie vicariante *Zygaena ramburii* (linea tratteggiata).

In Italia la sola popolazione riferibile apparentemente con certezza al gruppo *filipendulae* è quella del Passo dello Stelvio («paulula»). Le popolazioni della bassa Pianura Padana, però, mostrano caratteristiche fenotipiche intermedie fra quelle del gruppo *filipendulae* e *stoechadis* («veneta») e raggiungono praticamente quelle del primo di esse nella zona di Reggio Emilia («pulcherrimastoechadis»). Queste popolazioni, peraltro, mancano di qualunque possibilità di connessione continentale con quelle medioeuropee, essendo da esse separate tramite le popolazioni riferibili a *stoechadis* delle Alpi Carniche e Giulie. Sarebbe pertanto interessante svolgere su di esse indagini di tipo genetico.

Anche all'interno del gruppo *stoechadis*, tuttavia, non tutte le popolazioni hanno lo stesso grado di melanismo. Quelle dell'Italia meridionale e della Sicilia, in particolare, sono anzi notevolmente poco melani-

che e presentano spesso 6 macchie rosse sulle ali anteriori come nel gruppo *filipendulae*, dal quale sono riconoscibili soprattutto in base alla minore estensione della spolveratura rossa sul rovescio delle ali anteriori ed alla maggiore robustezza generale (fenotipi «siciliensis», «calabra», «danielihonoris», «campaniae», *microchsenheimeri*). Caratteri simili, ma

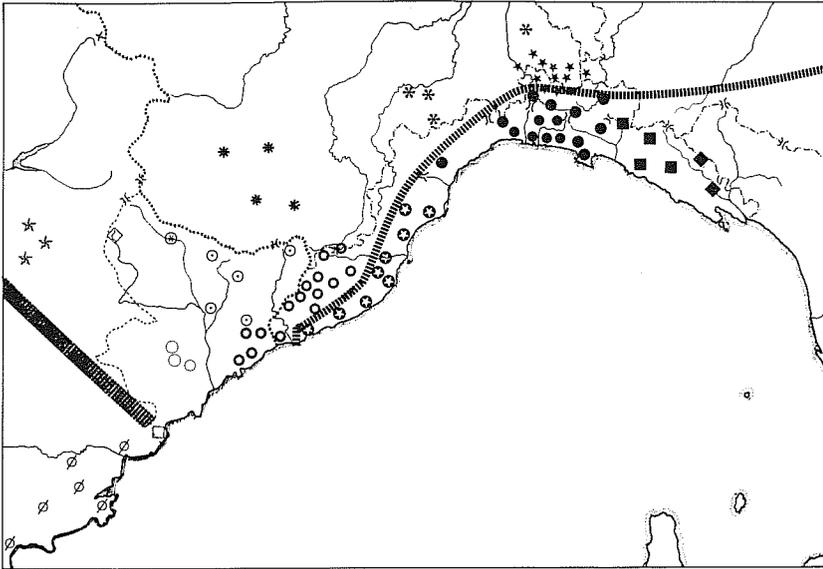


FIG. 11a - Distribuzione in Liguria e zone adiacenti dei principali fenotipi di *Zygaena filipendulae*.

*Rombi neri*: fenotipo «aterrima».

*Dischi neri*: fenotipo «gigantea».

*Stelle nere*: fenotipo «microstochadis»

*Quadrati neri*: fenotipo «liguris»

*Asterischi a sei punte*: fenotipo «subliguris»

*Stelle bianche*: fenotipo «alassica»

*Cerchi pesanti*: fenotipo «duponcheli»

*Cerchi puntati*: fenotipo «claraduponcheli»

*Cerchi sbarrati*: fenotipo «callimorpha»

*Stelle*: fenotipo «oberthueriana»

*Cerchi sottili*: fenotipo «microduponcheli»

*Quadrati*: fenotipo «siagnica»

*Rombi*: fenotipo «pentasema»

*Cerchio asteriscato*: fenotipo «willaumei»

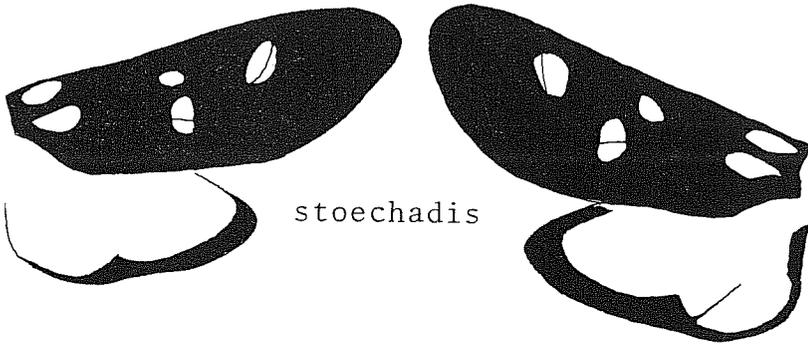
*Asterischi a doppia crociera*: fenotipo

Zona di massimo melanismo compresa fra la fascia tratteggiata stretta e il mare.

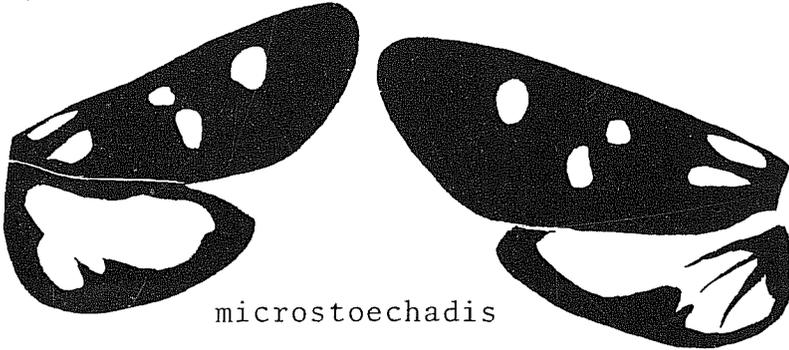
La fascia tratteggiata larga indica il limite occidentale della «sottospecie *stochadis*».



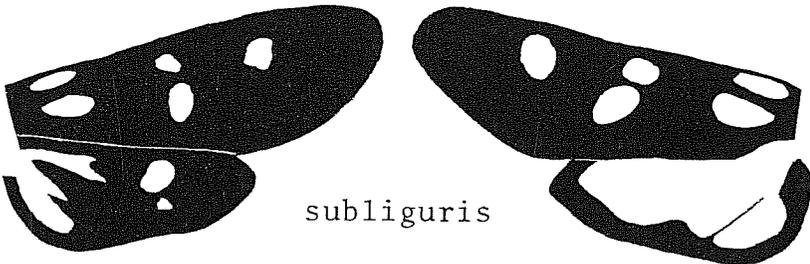
Fig. 11b



stoechadis



microstoechadis



subliguris

Fig. 11b

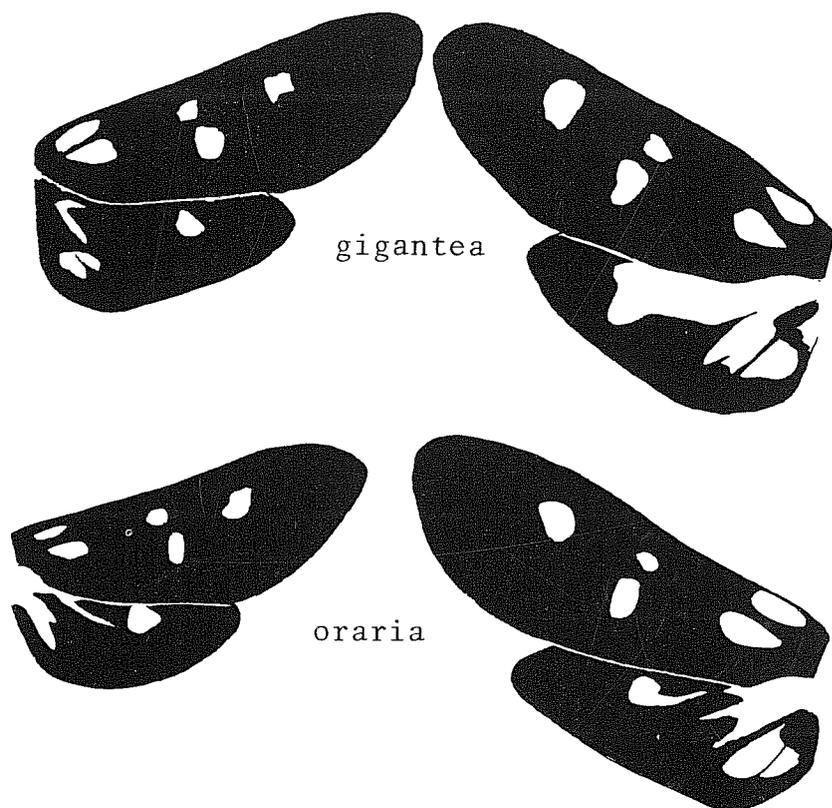


Fig. 11b

FIG. 11b - Principali fenotipi di *Zygaena filipendulae* rinvenibili in Liguria e regioni adiacenti.

di maggiore melanismo (oltre il 50% degli esemplari ha, ad esempio, 5 macchie sulle ali anteriori), si rinvencono nelle popolazioni della catena alpina a nord della valle del Po ed in alcune popolazioni appenniniche («montivaga», «etrusca»).

Le popolazioni più nettamente melaniche riferibili a questa specie sono comprese fra la Valle di Susa e la Toscana settentrionale e la più melanica in assoluto abita la zona compresa fra le colline a Nord di Firenze (M. Pratofiorito ecc.) e l'entroterra Chiavarese (fenotipo «aterima»). La Liguria litoranea, al contrario, mostra nel levante popolazioni relativamente meno scure e di più piccole dimensioni («oraria») cui si sostituiscono gradualmente, procedendo verso ponente, quelle molto grandi ed annerite del Genovesato («gigantea») e quelle altrettanto annerite ma leggermente più piccole del fenotipo «alassica». Procedendo poi verso il confine francese il melanismo tende leggermente ad attenuarsi («duponcheli») per poi cadere bruscamente, come si è visto, col fenotipo «siagnica».

Abbastanza stranamente, al contrario, procedendo da levante verso ponente a livello dell'entroterra ligure, si assiste ad un clino quasi capovolto di progressivo schiarimento della colorazione. (fenotipi «microstoechadis», «subliguris», «duponcheli», «claraduponcheli»). Si tenga comunque presente che il susseguirsi di questi fenotipi, come già detto, è totalmente clinale e che l'attribuzione di singoli individui all'uno o all'altro di essi è molto spesso problematica. Essi vengono ricordati in questa sede prevalentemente allo scopo di introdurre argomenti che saranno trattati più oltre.

*Zygaena (Zygaena) Ionicerae* Scheven, 1777

*Sphinx Ionicerae* Scheven, 1777 - Der Naturforscher, 10 : 97

Specie a geonomia prevalentemente Euro-mediorusso-Anatolica, che supera appena, verso oriente, gli Urali, raggiungendo a Nord, la Scozia e la Carelia. Rappresenta una specie certamente prossima, dal punto di vista filogenetico, a *Z. trifolii*, che ne costituisce un vicariante ecologico e in molte parti anche geografico.

*Z. trifolii* è infatti un elemento W Mediterraneo-C Europeo, diffuso dall'Algeria, Marocco e Sicilia all'Inghilterra e C. Europa, ma assente dalla penisola italiana e dalle altre isole del Tirreno. La distinzione fra le due specie, messa in dubbio fino a tempi recenti, è basata sulla morfologia e chetotassi larvale (cfr. Reiss & Tremewan 1967) e sulle criptostrutture del pene (Dujardin in litt.), a poco vale, invece, la morfologia esterna. Analogamente, tentativi condotti a più riprese allo scopo di identificare caratteri morfologici esterni atti ad evidenziare relazioni

biogeografiche su larga scala fra le popolazioni di *Z. loniceræ* non hanno mai condotto a risultati di particolare rilievo (Verity 1925/26) e si può dire che, nonostante una forte variabilità a livello individuale e popolazionale, *Z. loniceræ* costituisca un gruppo relativamente uniforme.

Come in altri casi, pertanto, possiamo dire che le variazioni più cospicue identificabili a livello di gruppi di popolazioni sono quelle di carattere melanico rinvenibili soprattutto nelle popolazioni della Liguria centroorientale («apenninica»: fenotipo diffuso fino all'Abetone) ed occidentale («martinensis», «oenoda»). Tali fenotipi melanici, di cui il primo è certamente più spinto dei rimanenti, si continuano con gradi minori di oscuramento fino ai Pirenei («stoechadiminima», «microdoxa», «rechei», «astilbonta») ed altri, sempre non molto oscurati, se ne hanno in Calabria («hertæ») o nelle Alpi orientali («glacieimagismaculata»).

#### SOTTOFAMIGLIA ADSCITINAE Kirby, 1892

GENERE THERESIMIMA Strand, 1916

Strand. 1916 - Int. ent. Z., 10 : 137

Specie Tipo: *Zygaena ampellophaga* Bayle-Barelle, 1808 - G. Soc. d'Incoraggiamento Sci. Milano, 2 : 2, per monotipia.

*Theresimima ampellophaga* Bayle-Barelle, 1808

*Zygaena ampellophaga* Bayle-Barelle, 1808 - G. Soc. d'Incoraggiamento Sci. Milano, 2 : 2

Specie Euro N. Mediterraneo-Anatolica diffusa dalla Catalogna e la Francia meridionale all'Italia, la Stiria e l'Ungheria, fino al Caucaso alla Turchia, Siria e Rodi. Costituisce uno dei molti elementi faunistici un tempo strettamente collegati alla coltivazione della vite, per i quali non è oggi facile decidere quale potesse essere originariamente la geonemia. Con l'introduzione di ceppi di vite più resistenti e dell'uso di antiparassitari *T. ampellophaga* è diventata una specie rara quasi ovunque, ormai rinvenibile solo in alcuni vigneti abbandonati e inselvaticiti. E' naturalmente un elemento xerotermofilo, segnalato per la prima volta in Liguria da Rocci (1937) per i dintorni di Sanremo e successivamente di nuovo rinvenuto solo nel Genovesato (Balletto et al., 1983).

GENERE ADSCITA

Retzius, 1783 - in: Degeer, Genera et Species Insectorum, :8,35

Specie Tipo: *Adscita turcosa* Retzius, 1783 - ibid.: 35, per designazione di Kirby, 1892 - Synonymic Cat. Lepid. Heterocera, 1 : 84

*Adscita turcosa* Retzius viene soggettivamente trattata come sinonimo tassonomico di *Sphinx statices* Linné, 1758 - Syst. Nat., ed. 10a, 1 :495.

*Adscita* (*Jordanita*) *globulariae* Huebner, 1793

*Sphinx globulariae* Huebner, 1793 - Samml. ausserl. Vogel Schmett., :12, Pl. 67

Specie a geonemia Euro-N. Mediterraneo-Anatolica, conosciuta in Italia fin verso Roma. Rappresenta un elemento quasi sempre abbastanza abbondante sull'Appennino, mentre non si hanno notizie sulla sua distribuzione nelle Alpi italiane, ad eccezione delle Liguri. In Liguria è ovunque comune e sembra avere distribuzione abbastanza continua. E' un elemento xerotermofilo delle steppe submediterranee.

*Adscita* (*Adscita*) *mannii* Lederer, 1852

*Ino manni* Lederer, 1852 - Verh. zool. - bot. Ges. Wien, 2: 103

Elemento C.S.E. - Europeo, assente quindi dalla Penisola iberica, per il quale sono state descritte diverse «sottospecie» e «razze», basate in genere su variazioni di colore delle ali anteriori. Indubbiamente le popolazioni liguri hanno in genere grandi dimensioni e colore di fondo scuro («superba»), mentre al dilà del confine francese (Boréon) si hanno popolazioni sempre molto scure ma di dimensioni minori. A ponente del Var si ha invece, anche in questo caso, una brusca caduta del melanismo e vi si rinvencono popolazioni molto più gracili, debolmente squamate e con ali anteriori di colore verde giallognolo («pseudostatices»). *A. manni* è certamente la specie più comune in Liguria ed è certamente molto più sciafila della precedente.

*Adscita* (*Adscita*) *alpina* Alberti, 1937

*Procris alpina* Alberti, 1937 - Ent. Z., 50: 435 (1936)

Specie endemica italiana, diffusa dalla Calabria alle Alpi e all'Engadina. In Liguria è diffuso lungo tutta la dorsale montuosa, dalle Alpi Liguri al levante appenninico e raggiunge nel Genovesato le sue minime altezze sul livello del mare (400 m). E' un elemento sciafilo e frequenta gli stessi ambienti di *A. manni* con la quale si rinviene sempre frammista. Costituisce una delle specie del complesso di *A. statices*, della quale rappresenta certo una specie sorella. Nelle Alpi Liguri (Colle della Melosa, 1600 m) le due specie sono state rinvenute insieme. Questo, per quanto a nostra conoscenza, rappresenta il primo caso di coabitazione conosciuto per tali specie.

**Adscita (Adscita) statices** Linné, 1758

*Sphinx statices* Linné, 1758 - Systema Naturae, ed. X., 1: 495

Specie a geonemia Euro-Centroasiatica, costituisce un complesso di specie o semispecie vicarianti, cui afferiscono, oltre la già ricordata *A. alpina*, *A. schmidti* (*Procris schmidti* Naufock, 1933), della Spagna centrale e Sierra Nevada, *A. drenowskii* (*Procris drenowskii* Alberti, 1939), della Penisola balcanica ed Asia minore, *A. storaiae* (*Procris storaiae* Tarman, 1977) della Turchia Sudorientale. Di queste, *A. drenowskii* viene oggi spesso trattata come sottospecie di *A. statices* in quanto esse formano un'area di ibridazione in Macedonia Jugoslava (Daniel 1964, Forster 1951) e nei Monti Rodope e Pirin (Fazekas 1980, cfr. anche Tarman 1977). Più intricato sarebbe invece il caso di *A. heuseri* (*Procris heuseri* Reichl, 1964), che rappresenterebbe secondo alcuni (Fazekas 1980) una variante ecologica di *A. statices*, riconoscibile soprattutto in base al numero di articoli antennali.

*A. statices* nell'area in esame è stata rinvenuta solo alla Colla Melosa (IM), 1600 m, nell'entroterra Sanremese (Balletto et al., 1983).

**Adscita (Adscita) albanica** Naufock, 1926

*Procris albanica* Naufock, 1926 - Verh. zool. - bot. Ges. Wien, 74/75 :126,

Specie a geonemia Alpino-Appenninico-Illirica, la cui distribuzione in Italia è ancora molto imperfettamente conosciuta.

In Liguria è stata scoperta solo di recente (Cassulo 1980) nelle colline genovesi ed è stata ora raccolta da V. Raineri alla Colla Melosa. La scarsità di segnalazioni di questa specie è certamente dovuta in gran parte alla sua strettissima somiglianza fenotipica con *A. manni*, della quale segue, geograficamente, lo stesso tipo di variazioni. In Liguria, ad esempio, *A. albanica* presenta lo stesso aspetto robusto, con forte squamatura delle ali che è stato descritto per il fenotipo «superba» di *A. manni*, della quale condivide quindi anche il grado di melanismo. Ben diverse sono invece le popolazioni dell'Appennino meridionale ove entrambe le specie hanno ali debolmente squamate, di colore verde chiaro, ed antenne più fortemente pettinate. Come le precedenti *A. albanica* è un elemento sciafilo e tendenzialmente mesofilo.

**Adscita (Adscita) geryon** Huebner, 1808

[*Sphinx*] *geryon* Huebner, [1808] - Samml. europ. Schmett., 2, (Sphinges) Pl. 28, (fig. 130, 131)

Specie a geonemia C. S. - Europea limitata, in Liguria, alle parti più elevate delle Alpi Liguri, dove non scende mai al disotto dei 1500 m,

per quanto essa si abbassi fin verso i 900 m poco oltre il confine francese (Col de Vence). E' una specie eliofila e mesofila delle praterie subalpine.

*Adscita (Lucasia) subsolana* Staudinger, 1862

*Ino subsolana* Staudinger, 1862 - Stettin. ent. Ztg., 23 : 352

Specie Euro-Centroasiatica è nota in Italia delle Alpi Occidentali e Centrali, fino a Trafoi, mentre negli Appennini, è presente in Piemonte meridionale (Ponte Brotte, Rocchetta Ligure), sul Gran Sasso («modesta») ed in Calabria («venusta»).

## DISCUSSIONE

### a) ANALISI MACROGEOGRAFICA

Come si è visto, nelle Alpi Liguri sono state fino ad oggi rinvenute 22 specie di *Zygaeninae* e 8 specie di *Adscitinae*, ammontanti globalmente a oltre l'80% delle specie di *Zygaenidae* conosciute per l'Italia continentale. Non è poi certamente da escludere che altre specie, soprattutto come si è visto, di *Adscitinae*, possano essere rinvenute in futuro. Tra le più probabili candidate ad essere rinvenute in futuro in Liguria occidentale, si possono ricordare:

*Rhagades (Rbagades) pruni (Sphinx pruni* Denis & Schiffermuller, 1775), specie Euro-Sibirica diffusa dai Pirenei al Giappone e conosciuto in Italia per il Piemonte, Lombardia ed Emilia.

*Adscita (Roccia) budensis (Ino budensis* Speyer & Speyer, 1858), specie Euro-Centroasiatica mai rinvenuta fino ad ora in Italia, ma noto di St Barnabé (A.M.).

*Adscita (Roccia) notata (Procris notata* Zeller, 1847), specie S-Euro-Mediterraneo-Anatolica, citata di St Martin Vésubie (A.M.) e rinvenuto al Col-de-Castillon presso il confine italiano.

Inoltre fra le *Chalcosiinae* si può qui ricordare:

*Aglaope infausta (Sphinx infausta* Linné, 1767), specie SW-Euro-Magrebina, conosciuta in Francia meridionale fino alle Alpes Maritimes (Col de Vence, ecc.).

Al dilà di queste possibilità, resta comunque da considerare quale possa essere stata, in sintesi, la storia del popolamento delle Alpi Liguri, per quanto riguarda i Lepidotteri Zigenidi. Un primo fatto che è emerso dalla precedente trattazione è che non abbiamo, in Liguria alcuna specie di Zigenide paleotirrenico. Delle due sole specie di questa Famiglia che abitano la Sardegna, una, *Zygaena orana*, è in comune con l'Africa minore e presenta solo deboli differenze morfologiche in rapporto alle popolazioni del Marocco, Algeria e Tunisia. E' limitata alle aree costiere sabbiose della Sardegna Occidentale, ad esempio presso la città fenicia di Tharros. L'altra specie, *Z. corsica* vive ad alta quota in entrambe le grandi isole tirreniche, ma è di dubbie affinità: la sola specie vivente ad essa relativamente prossima è infatti *Z. graslini* (Libano, Siria) (Dujardin 1974).

Su 30 specie riferibili a questa Famiglia rinvenute in Liguria, quasi metà hanno areale abbastanza ristretto e sono perciò di interpretazione relativamente più semplice. A parte una specie endemica, *Zygaena vesubiana*, che ha, apparentemente, rapporti filogenetici abbastanza stretti con *Z. brizae* (Ungheria, Macedonia) e che fa parte di un complesso di paleoendemiti sopravvissuti in condizioni di accantonamento periglaciale, si ha un complesso di forme di provenienza occidentale le quali hanno raggiunto la Liguria solo in periodi molto recenti, ma le cui origini sono invece in genere notevolmente remote.

Fanno parte di questa categoria specie come *Z. sarpedon*, *Z. lavandulae*, *Z. occitanica*, *Z. hilaris*, tutti elementi xerotermofili e subnemorali che hanno ampia distribuzione nella Penisola iberica.

*Zygaena sarpedon*, in particolare, ha avuto modo di raggiungere le Isole Baleari e presenta almeno una specie filogeneticamente molto prossima (*Z. favonia*) in Marocco ed Algeria.

*Zygaena hilaris*, ha ampia distribuzione in Spagna e presenta un complesso di specie filogeneticamente prossime in Africa minore, sulle quali non è ancora possibile trarre conclusioni tassonomiche precise. In Italia raggiunge il Genovesato e Val Susa.

*Zygaena lavandulae* è anch'essa strettamente imparentata con una specie dell'Algeria (*Z. theryi*) ed ha raggiunto essa stessa il Marocco.

*Zygaena occitanica* non sembra avere specie vicarianti oltre lo stretto di Gibilterra, ma presenta un fenotipo estremamente vistoso nella zona di Alicante, da alcuni considerato come una specie distinta (*Z. freudei* Daniel).

Si tratta certamente di un complesso di specie che ha sfuggito gli effetti delle glaciazioni nell'area di rifugio iberica e che ha potuto nuovamente espandersi verso Nord solo dopo l'ultima glaciazione. Date le loro caratteristiche ecologiche, tuttavia, queste specie non sono state in grado di superare i Pirenei se non lungo la costa catalana, raggiungendo così la Francia meridionale e la Liguria di ponente ove trovano tutte il loro limite Nord-Orientale, sia per cause ecologiche, sia anche come conseguenza del lungo collo di bottiglia.

Leggermente diversa, per quanto strettamente paragonabile, è la situazione di *Zygaena fausta*, la quale presenta almeno una specie affine vicariante in Africa Minore (*Z. algira*) ed altre nel massiccio betico (*Z. faustina*, ecc.). La sua successiva espansione l'ha condotta a colonizzare molti ambienti xerotermici dell'Europa centrale (Francia, Germania, Austria), mentre, come le precedenti, ha potuto valicare le Alpi solo lungo la costa ligure e in corrispondenza della Val Susa.

Considerazioni del tutto simili possono essere fatte a proposito di un altro gruppo di specie le quali hanno avuto storia praticamente uguale, ma nella Penisola italiana. La differenza principale risiede nel fatto che in questo caso esse non hanno specie filogeneticamente strettamente inparentate, non essendosi per esse manifestata mai la possibilità di altri collegamenti continentali con terre situate più a Sud.

*Zygaena erythra* rappresenta un esempio molto tipico di questa categoria di elementi faunistici e per le medesime ragioni già illustrate per i precedenti, non è stata in grado di espandersi, in quest'ultimo interglaciale, oltre la Francia meridionale (B.A.).

Una coppia di specie, *Zygaena oxytropis* e *Zygaena rhadamanthus*, fra loro filogeneticamente molto prossime, illustrano bene questo processo. Entrambe derivano quindi dallo stesso gruppo ancestrale, ma mentre i progenitori della prima di esse sono sopravvissuti alle glaciazioni nell'area di rifugio costituita dalla Penisola italiana, quelli della seconda lo hanno fatto nella Penisola iberica. Al momento attuale esse rappresentano quindi specie distinte, i cui areali si sovrappongono anche, per quanto in piccola parte, nella

zona di Nizza. Esse, però, nel frattempo hanno anche sviluppato caratteristiche ecologiche diverse. *Z. oxytropis* è una forma subnemorale mesofila, mentre *Z. rhadamanthus* è anch'essa subnemorale, per quanto meno sciafila dell'altra, ma xerotermofila. Esse occupano quindi biotopi diversi senza mai incontrarsi (fig. 6).

Un'altra coppia di specie che hanno apparentemente avuto simile storia evolutiva e biogeografica è rappresentata da *Zygaena transalpina* e *Zygaena hippocrepidis* (fig. 8) entrambe le specie, in questo caso, sono forme subnemorali mesofile e la seconda di esse occupa oggi solo le parti più fresche della Spagna centrale e settentrionale. Entrambe, nel postglaciale, hanno però avuto modo di espandersi in modo considerevole in rapporto alle originali aree rifugio, particolarmente *Z. hippocrepidis* che ha colonizzato larga parte dell'Europa centrale. Simile storia sembra aver avuto *Zygaena angelicae* a partire da un'area di rifugio nella zona balcanica, ma apparentemente sempre a partire dallo stesso gruppo ancestrale che ha originato le prime due.

Alquanto diversa è l'interpretazione per quanto riguarda altre tre specie che si sono pure valse dell'area di rifugio appenninica: *Zygaena romeo*, *Zygaena charon* ed *Adscita alpina*.

*Zygaena romeo* rappresenta una entità periferica di un complesso che annovera diversi endemiti più o meno ristretti, come *Z. nevadensis* (Penisola iberica), *Z. gallica* (S. Francia) <sup>(1)</sup>, *Z. teberdica* (in strettissima relazione con *Z. gallica*), *Z. mana* (Caucaso) e *Z. rjabovi* (Armenia). Oltre queste, fa parte del medesimo complesso anche *Z. minos*, più strettamente in relazione con *Z. romeo*, e ad ampia distribuzione Euro-Siberica (fig. 10).

Analogamente, *Z. charon* è un altro elemento periferico di un complesso cui spetta anche *Z. nippona* (Giappone), mentre la specie Euro-Siberica è in questo caso rappresentata da *Z. viciae*.

*Adscita alpina*, infine, rappresenta una specie periferica del complesso Euro-Centroasiatico facente capo ad *A. statices*.

---

(1) Due «sottospecie» di *Zygaena nevadensis* recentemente descritte (Reiss, 1976 - Atalanta Muennerst., : 171-174) come *Z. n. gheorghenica* (loc. typ. Romania: Carpazi orient.: Gheorgheni: Cabana Alunis: 700 m) e *Z. n. pelisterensis* (loc. typ. Jugoslavia: Macedonia: Monti Baba: Pelister: 1500 m) sono invece da riferire a *Zygaena gallica*. (F. Dujardin, comunicazione verbale).

Si può quindi concludere che questi tre complessi di specie, i cui rapporti filetici sono ben stabiliti, discendano da forme che avevano già raggiunto vasto areale prima delle glaciazioni e che abbiano potuto avvalersi di aree rifugio così lontane come sono la Penisola iberica, quella italiana o il Giappone.

Un caso in un certo modo opposto ai precedenti è rappresentato da *Zygaena cynarae*, che costituisce essa stessa la specie a più ampia distribuzione (Europa fino agli Urali) e di maggiore successo evolutivo, mentre la forma periferica è qui costituita da *Z. centaureae* (Ukraina) (fig. 1).

*Zygaena cynarae* si è valsa però di un rifugio N. appenninico ed essendo essa una forma più idonea ai climi continentali, ha avuto modo di espandersi successivamente, prima fino all'Europa centrale, poi fino al versante Est degli Urali. Ed è interessante notare come questa sua avanzata sia oggi marcata dalla presenza di tre diversi gruppi di popolazioni (si veda nella parte faunistica), le cui relative zone di intergradazione rappresentano quindi altrettante «aree di transizione primaria» nel senso di Thorpe (1984) e quindi di differenziazione parapatrica, piuttosto che di contatto secondario fra popolazioni già differenziate su scala macrogeografica.

Casi ancora diversi sono rappresentati ad esempio da *Zygaena purpuralis* che costituisce l'elemento a maggiore distribuzione (Euro-Centroasiatica), di un complesso che comprende un'altra specie ad ampia diffusione, *Z. diaphana* (CSE-Euro-Anatolica) ed un endemita periferico, *Z. smirnovi* (Transcaspio). La mancanza in entrambe le specie a vasta geonemia, di variazioni interpretabili a livello macrogeografico, impedisce però in questo caso, di identificare con sicurezza quali possano essere state le rispettive aree di rifugio nel corso delle glaciazioni (fig. 3).

Simile situazione si ha anche per *Zygaena loti*, che rappresenta l'elemento a vasta geonemia (Euro-Turanica) di un gruppo che comprende anche *Z. ignifera* (Spagna CE), *Z. ecki* (N. Iran) e *Z. armena* (Transcaucasia) (fig. 5).

Ancora *Zygaena lonicerae* (Euro-Anatolica) fa parte di un complesso cui spetta solo *Z. trifolii* (Euro-Mediterranea W, compresa la Sicilia).

Nel caso di queste ultime due specie, tuttavia, verrebbe spontaneo immaginare una espansione a partire da due centri (rifugi)

contrapposti, situati rispettivamente nelle parti orientali ed occidentali del Mediterraneo, ad esempio in Turchia e in Spagna.

Per le precedenti (*Z. purpuralis*, *Z. loti*) verrebbe piuttosto da ipotizzare un centro asiatico (es. manciuriano).

Se le distribuzioni trattate fino ad ora devono le loro origini ad eventi paleoclimatici che risalgono alle parti più vecchie del Quaternario, almeno per quanto riguarda i rapporti fra le diverse specie dei singoli gruppi monofiletici trattati, altre distribuzioni sono invece la conseguenza di eventi più recenti, che risalgono indubbiamente all'ultima glaciazione.

Alcune di queste distribuzioni sono indubbiamente di difficile interpretazione. E' questo il caso di specie come *Theresimima ampellophaga* (Euro-N. Mediterraneo-Anatolica), la quale non presentando particolari affinità con alcuna altra specie vivente, e non mostrando variazioni morfologiche di rilievo nel suo areale non consente di trarre altre conclusioni. Lo stesso vale per *Adscita subsolana* (Euro-Centroasiatica) e per *A. geryon* (C. S.-Europea). Per *A. albanica* e *A. manni* si può ipotizzare che esse abbiano superato l'ultima glaciazione in un rifugio appenninico o balcanico.

Qualche informazione si può invece cercare di trarla dalla distribuzione di specie come *Zygaena ephialtes*, *Z. filipendulae* e *Z. carniolica*.

*Zygaena ephialtes* costituisce una specie filogeneticamente isolata, in seno al sottogenere *Zygaena*, o comunque una di affinità molto dubbie. Come è già stato detto, nel suo areale ampiamente europeo essa è rappresentata da due diversi gruppi di popolazioni: ephialtoidi (N. Mediterraneo) e peucedanoidi (C. E.-Europa). I due gruppi di popolazioni sono largamente allopatrici in Francia, ma sono parapatrici in Svizzera, mentre si hanno grandi zone di introgressione dai Sudeti alla Stiria ai Carpazi ed alle Alpi Transilvane. Data l'ampiezza considerevole della fascia di ibridazione e anche la sua discontinuità geografica appare ragionevole pensare che essa sia di origine secondaria, derivata cioè dal contatto fra due gruppi di popolazioni evolutisi allopatricamente per un certo periodo senza che la possibilità di flusso genico si fosse interrotta. Il fenotipo ephialtoide, certamente derivato, in rapporto a quello peucedanoide, si è quindi evoluto in un rifugio N. Mediterraneo (molto probabilmente appenninico) nel corso dell'ultima glaciazione, mentre quello

peucedanoide si è valso probabilmente di un rifugio pontico. La mutazione (recessiva) che conduce alla sostituzione del rosso col giallo ha quindi avuto probabilmente luogo nelle popolazioni efialtoidi e si è poi diffusa a quelle peucedanoidi (dove peraltro è rara) tramite il flusso genico successivo (fig. 7).

Per quanto *Zygaena filipendulae* possa derivare da un ceppo più antico di quello precedente (una specie affine è isolata in situazione periferica in una piccola parte dell'Asia minore), si può dire che rappresenti un caso abbastanza simile a quello di *Z. ephialtes*. Anche in questo caso, il suo areale (Euro-Anatolico) è spartito fra due diversi gruppi di popolazioni. Di questi quello più melanico (*stoechadis*) ha distribuzione N. Mediterranea, mentre l'altro (*filipendulae*) occupa il resto della geonemia della specie.

La zona dove il fenotipo «*stoechadis*» è più diffuso e tipico è però situata in Italia settentrionale e si può certo assumere che esso si sia evoluto nel rifugio appenninico nel corso dell'ultima glaciazione. Aree di transizione fra i due gruppi di popolazioni si hanno, talvolta con passaggi abbastanza bruschi, nelle Alpi Marittime francesi, in varie parti dell'arco alpino (a Nord e Est della Val di Susa), in parte della Pianura Padana (soprattutto orientale), oltre che in molte parti della Penisola balcanica. Anche in questo caso, quindi, sembra ragionevole supporre che il fenotipo «*filipendulae*» (senso lato) abbia potuto superare il Wurmiano valendosi di un'area di rifugio pontica (fig. 11).

Il caso di *Zygaena carniolica*, infine, appare il più complesso fra quelli trattati in questa sede. Specie a geonemia complessivamente Euro-Anatolico-Turanica, presenta due gruppi di popolazioni meridionali a fenotipo ben definito, di cui uno in Italia ed uno nella Penisola anatolica. L'insieme di popolazioni che abitano la Penisola balcanica sarebbe quindi derivato dalla convergenza fra le precedenti dopo la fine della glaciazione wurmiana, mentre le popolazioni dell'Europa centrale ed orientale si sarebbero sviluppate in seguito alla ricolonizzazione di questi territori, probabilmente a partire dalla valle del Reno. Le zone di intergradazione esistenti in Germania meridionale, da un lato, e fra la Polonia e la Russia, dall'altro, rappresenterebbero quindi fasce di transizione primaria, mentre l'intera Penisola balcanica costituirebbe, come nel caso di *Z. ephialtes* un complesso di zone di ibridazione secondaria (fig. 4).

La geonemia di *Zygaena exulans*, specie Euro-Sibirica-Boreo-Alpina filogeneticamente del tutto isolata, rappresenta infine un caso troppo classico per necessitare di ulteriori commenti.

#### b) ANALISI MICROGEOGRAFICA

Lo studio della distribuzione degli Zigenidi in Liguria mostra come esistano, in questa regione, barriere geografiche che demarcano la distribuzione di certe specie, o segnano i confini fra i diversi fenotipi di molte altre.

Procedendo da Ponente verso Levante abbiamo una prima barriera in corrispondenza del corso dell'Argentina, una seconda lungo quello dell'Arroscia, una terza più o meno al Letimbro, una quarta alla Val Fontanabuona. In tal modo la Liguria viene ad essere divisa in cinque sezioni, ognuna delle quali può a sua volta essere distinta in una parte sublittoranea ed in una montana, lungo un confine che corrisponde più o meno con il limite superiore della lecceta. Il limite superiore di queste zone può coincidere con la dorsale appenninica, ma più spesso gli Zigenidi della fascia montana si mantengono fenotipicamente invariati fin quasi ai margini della Pianura Padana. A Ovest e a Est la Liguria è qui considerata nei suoi limiti geografici rappresentati dai corsi del Roia e del Magra; tuttavia da un punto di vista faunistico non si hanno grosse variazioni, sui due lati, ben dentro al territorio francese e toscano-emiliano.

Quanto riportato nella parte faunistica di questo lavoro mostra come la distribuzione dei vari fenotipi segua molto fedelmente lo schema geografico sopra riportato, secondo un pattern valido praticamente per tutte le specie. L'unica spiegazione possibile di questo fenomeno è a nostro avviso, che nel corso dell'ultima glaciazione si fossero qui costituite altrettante piccole aree di rifugio e che le varie popolazioni di *Zygaena* abbiano quindi potuto evolversi abbastanza a lungo in condizioni di isolamento. L'ipotesi alternativa, quella cioè che l'attività antropica abbia interrotto casi incipienti di isolamento postglaciale con il grande sviluppo dato alle aree prative per ragioni connesse alla pastorizia o all'agricoltura, non sembra infatti idonea a spiegare come tante specie diverse e caratterizzate da così disparate necessità ecologiche possano mostrare uguale comportamento geografico. E' comunque un dato di fatto che certe parti,

forse littoranee, delle Alpi Liguri hanno rappresentato aree di rifugio, ma anche naturalmente di speciazione, per tempi molto lunghi, probabilmente fin dal Pliocene, se si considera il gran numero di

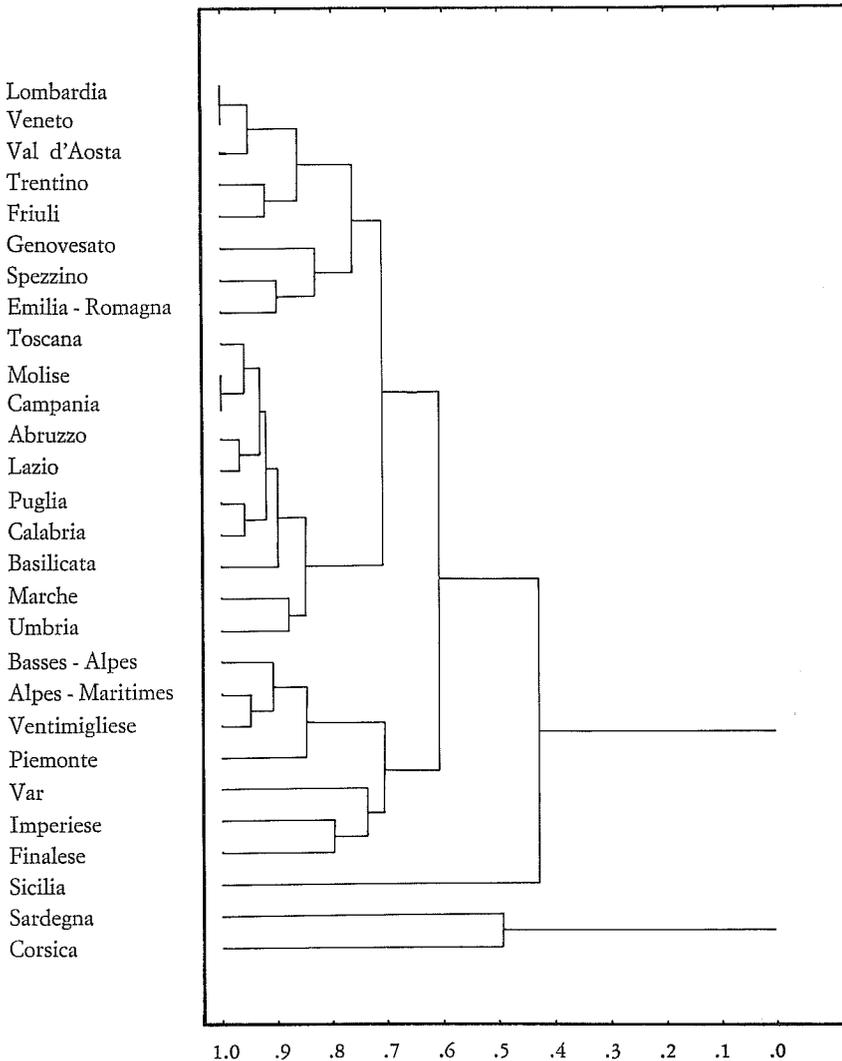


FIG. 12 - Dendrogramma delle relazioni faunistiche esistenti fra le diverse regioni italiane, calcolato in base a dati di presenza/assenza delle varie specie di *Zygaena* (indice di Sorensen, metodo WPGMA).

specie che vi si ritrovano oggi in condizioni di accantonamento periferico. Oltre alle due specie di *Zygaena* già ricordate (*Z. vesubiana*, *Z. gallica*), rientrano infatti in questa categoria numerosi pa-

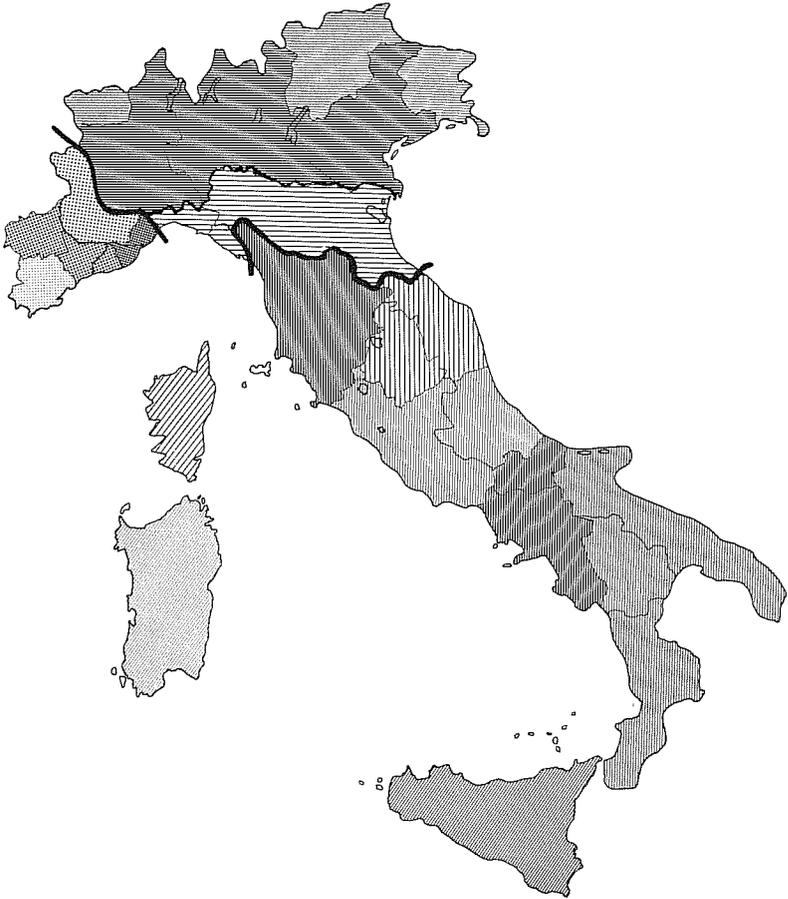


FIG. 13 - Relazioni faunistiche esistenti fra le varie regioni italiane e della Francia meridionale, in base al dendrogramma riportato in fig. 12.

leoendemiti appartenenti ai più diversi gruppi sistematici, dai Coleotteri ai Molluschi Polmonati.

I rapporti zoogeografici esistenti fra le varie regioni italiane per quanto riguarda la distribuzione degli Zigenidi sono illustrati in

fig. 13, in base al dendrogramma riportato in fig. 12; quest'ultimo è stato calcolato a partire da una matrice di similitudine secondo Sorensen, valendosi del metodo WPGMA.

Come si può osservare, la Liguria occidentale, fino al corso dell'Entella, risulta essere faunisticamente molto più prossima alle Alpi Marittime francesi (Alpes-Maritimes e Basses-Alpes) ed alle Alpi occidentali italiane (Marittime e Cozie), che non al resto della Penisola. Quest'ultima risulta poi essere faunisticamente distinguibile in tre regioni, di cui una Alpino-Padana; una Ligure-Emiliana ed una Peninsulare. La Sicilia si collega con la penisola italiana ad un basso livello di affinità (.43), mentre la Sardegna, come si è detto, per quanto riguarda gli Zigenidi è paragonabile solo con la Corsica.

### c) IL MELANISMO

Un altro punto di grande interesse biologico-evoluzionistico, oltre che biogeografico, è rappresentato inoltre dal melanismo che rappresenta, come si è visto, un carattere comune un po' a tutti gli Zigenidi della Liguria, ma soprattutto alle *Zygaena*.

E' vero che il melanismo non costituisce un fenomeno unico di questa regione; forme melaniche di *Zygaena* si rinvencono anche in diverse parti del Mediterraneo centro-settentrionale e soprattutto nella Penisola italiana. L'andamento geografico di questo fenomeno, tuttavia, appare molto chiaro (fig. 14) e mostra un picco ben definito in Liguria, ove oltre il 90% delle specie presenti sono più o meno estesamente melaniche, mentre l'85.7% di esse vi raggiunge il massimo grado di melanismo per essa conosciuto. Dalla Liguria, poi, il fenomeno sembra essersi diffuso al Piemonte (solo nella sua parte Sud-occidentale, però, dalla Val Susa all'Appennino Ligure), all'Emilia (appenninica) e alla Toscana. In tali regioni, infatti, si ha rispettivamente il 47.1% (11.8% di massimo melanismo), il 36.4 (9.1) e il 57.1 (7.1). A sud della Toscana il fenomeno si affievolisce e raggiunge un minimo (per il versante tirrenico) nel Lazio; la Campania presenta un ultimo picco (46.2 - 23.1%) ed il fenomeno termina poi praticamente con la Calabria, perchè il melanismo della popolazione siciliana di *Zygaena trifolii* è veramente appena percepibile. Sul versante adriatico, invece, si può dire che non si abbiano quasi popolazioni melaniche di Zigenidi (Umbria,

Marche, Puglia). Lo stesso vale poi per le popolazioni della Pianura Padana e per tutte quelle dell'arco alpino dalla Val di Susa (ancora melanica) al Trentino. In quest'ultima regione, e soprattutto nel



FIG. 14 - Andamento geografico del melanismo fra le varie specie italiane del genere *Zygaena*, calcolato in base alla popolazione maggiormente melanica esistente, per ciascuna specie in ogni singola regione italiana (e S. Francia). In nero sono riportati i dati percentuali relativi alle specie che raggiungono, in quella data regione, il loro massimo livello di melanismo. In punteggiato sono riportati i dati percentuali relativi alle specie che vi raggiungono un certo grado di melanismo (non massimo).

Friuli, invece, si ha una brusca risalita della percentuale di popolazioni melaniche in seguito al già ricordato collegamento transpadano risalente, apparentemente, al termine dell'ultima glaciazione.

Per quanto riguarda la Liguria, invece, considerandola ora nelle cinque regioni cui si è accennato in precedenza, appare chiaro come il settore in cui si ha il massimo melanismo, sia per quanto riguarda il numero di specie che vi presentano una popolazione comunque melanica (92.3% del totale), sia quelle che vi raggiungono il loro massimo melanismo (85.7%) è certamente quello indicato col numero 2 (zona fra l'Argentina e l'Arroscia). Procedendo da questa zona verso Ovest, o verso Nord come verso Est, si ha un progressivo decrescere nei valori percentuali del numero di specie melaniche e si sfuma quindi nei dati ottenuti per le regioni circostanti. Si può quindi ipotizzare che il centro di dispersione di questo fenomeno si trovi appunto in tale zona.

Una volta stabilita, in tal modo, l'incidenza biogeografica del fenomeno e le sue apparenti linee di dispersione, resta da domandarsi quale tipo di pressioni selettive possa averne determinato l'affermazione in una zona e successivamente l'irradiazione per migrazione o flusso genico.

Quello che fin dal principio si può asserire è che deve essersi trattato di una pressione selettiva relativamente forte, al punto che in alcuni casi (*Zygaena loti* «osthelderi») si è arrivati ad una forte diminuzione del dimorfismo sessuale (fig. 5b) e questo non può essere privo di significato, specialmente se si considera che *Z. loti* è una delle poche specie di questo genere in cui si hanno, eccetto in questo caso, femmine sempre fortemente dimorfiche.

Un'altra considerazione interessante riguarda la capacità che hanno le zigene a penetrare in stretta prossimità del mare. Alcune specie, infatti, sembrano mancare del tutto e si tratta invariabilmente di specie nelle quali il melanismo non si manifesta, o si manifesta in forma molto ridotta; ricordiamo, ad esempio, fra esse, *Zygaena purpuralis*, *Z. oxytropis*, *Z. lonicerae*. Le popolazioni di queste specie che più si avvicinano al litorale, comunque, sono sempre le più melaniche, per quanto poco esse possano diventarlo. D'altro canto è anche un dato di fatto che tutte le specie che sono invece normali abitatrici dei litorali sono fortemente melaniche, come *Zygaena occitanica* e *Z. lavandulae*. Altre specie, infine, raggiungono le zone litoranee o sublitoranee solo con alcune popolazioni e anche in questo caso si tratta sempre delle popolazioni più melaniche conosciute per la specie stessa; possiamo qui ricordare,

ad esempio, *Z. cynarae* «ceriana», *Z. erythra* «actae», *Z. bilaris* «milae», *Z. loti* «osthelderi» e «wagneri», *Z. transalpina* «maritima», «littorea» e soprattutto «promunturii», *Z. rhadamanthus* «stygia», *Z. sarpedon* «andorica», *Z. filipendulae* «gigantea».

Resta quindi a nostro avviso ben dimostrata che la conquista di un fenotipo melanico ha consentito almeno alle *Zygaena* di penetrare nell'ambiente littoraneo, dal quale i fenotipi non melanici sembrano per qualche ragione essere esclusi. La sola eccezione conosciuta a questa regola è infatti rappresentata da *Zygaena fausta*, che raggiunge localmente zone abbastanza prossime al mare (sebbene mai come certe altre) nonostante non presenti in alcun caso tendenza al melanismo. L'unica eccezione in senso opposto è invece costituita da *Z. ephialtes*, la quale, nonostante raggiunga un notevole grado di melanismo (popolazioni ephialtoidi) resta sempre esclusa dalle zone littoranee e sublittoranee.

Un punto molto importante che occorre tenere presente in una discussione sui processi evolutivi del fenotipo nel genere *Zygaena* è costituito dal fatto che esse rappresentano un complesso aposematilo muelleriano, il cui deterrente contro la predazione è costituito da una notevole produzione di acido cianidrico (Jones et al. 1962, ma vedere anche Rocci 1914) derivato dall'idrolisi dei glucosidi cianogenici Linamarina e Lotoaustralina (Davis & Nahrstedt 1979, 1982). In tal modo verrebbe spontaneo considerare vantaggiosa ogni mutazione che intensifichi il livello di aposematismo di questi insetti. Il fatto che le femmine siano in tutte le specie più rosse dei maschi può certamente essere interpretato come una maggiore protezione selettivamente accordata a questo sesso, tanto più che esse, volando meno dei maschi, non possono avvalersi dell'amplificazione del segnale dovuta al dispiegamento delle quattro ali durante il volo.

Al contrario, ogni variazione fenotipica che comporti una caduta nel potere aposematico sembrerebbe da interpretare come svantaggiosa. Tuttavia, come si è visto, ciò si verifica spesso e apparentemente sotto una notevole pressione selettiva. I meccanismi che conducono al melanismo, inoltre, sono almeno due ed essi sono, per di più fra loro geneticamente indipendenti (senza linkage) almeno nel caso di *Z. ephialtes* (Bovey 1941, ecc., Povolny & Pijacek 1949). Il primo passo di tale processo si verifica tramite l'invasione degli spazi rossi alari da parte di squame nere, tramite

la messa in atto di meccanismi poligenici molto simile a quelli conosciuti per altri processi mimetici (cfr. Grosvenor 1931, 1933 per *Zygaena filipendulae*, Povolny & Pijacek 1949, Matthey & Bovey 1938 per *Z. ephialtes*, Przegendza 1926 per *Z. trifolii* ecc.). Il passo successivo si compie poi con la sostituzione del rosso con pigmento giallo, tramite una mutazione recessiva, almeno nel caso delle forme efialtoidi gialle di *Z. ephialtes* (Burgeff 1921 ecc.), di *Z. filipendulae* (Bateson et al. 1923) e quindi probabilmente anche di *Z. transalpina*, che presenta numerosi individui a macchie gialle in almeno tre popolazioni italiane («sorrentina», «calabrica», «tilaventa»).

La spiegazione di questo fenomeno certo non è facile, ma può in qualche modo essere in relazione al fatto che tutte le popolazioni melaniche sono primariamente legate ad ambienti boschivi, o di macchia mediterranea. Un esempio interessante diventa quindi in questo contesto quello rappresentato da *Z. ephialtes*, il cui fenotipo efialtoide giallo è stato dimostrato rientrare in un complesso muelleriano in cui la controparte è costituita non più da un'altra zigena, come è normalmente per le specie praticole, ma una o più specie del genere *Amata* (*A. phegea*, *A. regazzii* ecc.) (Bullini et al. 1969, Bullini & Sbordoni 1970, 1971, 1975, Sbordoni & Bullini 1971). E' poi interessante notare che, mentre i fenotipi gialli di *Z. ephialtes* (efialtoide) sono comuni nei boschi mesofili dove questa specie convive con le *Amata*, le popolazioni che abitano zone più aperte sono invece normalmente efialtoidi rosse e possono quindi ancora rientrare in qualche modo nel complesso aposematico delle *Zygaena*. Tale inserimento non è però apparentemente più molto efficace, se si considera la rarità dei fenotipi efialtoidi rossi, soprattutto in Italia. Il limite estremo dall'altro lato è invece rappresentato dai fenotipi peucedanidi, ancora del tutto simili a quello primitivo del genere *Zygaena*, che sono i soli presenti nelle parti centrali ed orientali dell'areale della specie, caratterizzati da temperature estive più basse, e dove *Z. ephialtes* è un abitante esclusivo delle praterie termofile (Kudrna, in litt.). Un ultimo fatto che deve poi essere ricordato è che almeno apparentemente le popolazioni melaniche di *Zygaena* non per questo rinunciano alla protezione che è loro offerta dall'acido cianidrico. Dati recentemente pubblicati da Davis & Nahrstedt (1982), sembrano infatti mostrare che le specie e/o

popolazioni melaniche hanno in genere maggiore capacità di produrre acido cianidrico. Si ha così in media 36.4  $\mu\text{mol CN}^-/\text{g}$  peso secco negli adulti di *Z. occitanica* (Spagna), 47.3 in *Z. lavandulae* (Spagna), 14.0 in *Z. transalpina* (Italia), ecc., contro per le popolazioni rosse, 4.8 in *Z. purpuralis*, (Inghilterra), 5.9 in *Z. trifolii* (Inghilterra), 2.6 in *Z. exulans* (Italia) ecc..

La nostra interpretazione è quindi che nella zona mediterranea, alle basse quote occupate dalla macchia, le zigene possano essere avvantaggiate dal presentare un fenotipo melanico reso necessario dalla notevole scarsità di specie e di individui di *Zygaena* in quell'ambiente. E' noto infatti che nel caso di mimi muelleriani è necessario, perchè il mimetismo abbia effetto, che ci sia una forte amplificazione del segnale mimetico, senza di cui l'aposematismo rischia di divenire svantaggioso. Troppi predatori, in tali condizioni, potrebbero «assaggiare» il raro insetto cospicuo. Dall'altro lato questi insetti restano comunque in grado di difendersi da un eccesso di predazione nascondendosi all'ombra durante le ore calde del giorno, ma anche mantenendo un alto grado di «velenosità», o anzi aumentandolo. Simile comportamento, nell'orizzonte montano, ha *Z. ephialtes* la quale è ulteriormente avvantaggiata dal poter entrare in tal modo nel complesso mimetico delle *Amata* e contemporaneamente di colonizzare un ambiente quasi privo di congeneri.

D'altro canto, il ben noto fenomeno per cui temperature più elevate e maggiore tasso di umidità atmosferica avvantaggiano selettivamente le forme melaniche, a spese di quelle normali in molti Lepidotteri (cfr. ad es. Descimon & Renon 1975; Dujardin 1965 ecc.), può venirsi a sovrapporre almeno localmente agli altri fattori già ricordati. Non bisogna tuttavia dimenticare che il litorale della Liguria occidentale pur rappresentando, come si è visto, forse la zona maggiormente «melanigena» del Mediterraneo costituisce anche una delle più aride conosciute per l'Italia settentrionale.

#### RINGRAZIAMENTI

E' per noi un piacere ringraziare in questa sede quanti hanno voluto aiutarci nello svolgimento del nostro lavoro. La Prof. M. A. Cherchi ed il Prof. M. Sarà, per aver riletto il manoscritto ed averci dato molti utili suggerimenti, il Prof. S. Beer, il Dr. E. Gallo e il

Prof. A. Saveri per aver messo a nostra disposizione la loro collezione ad averci fornito i dati in loro possesso, il Dr. O. Kudrna per averci dato molte notizie sulla distribuzione e l'ecologia degli Zigenidi in Europa centrale e settentrionale, e il Sig. V. Cassulo.

Desideriamo infine tributare un commosso pensiero alla memoria del caro amico Prof. Francis Dujardin, recentemente scomparso, che tanto ci aveva aiutati nella prima fase della realizzazione di questo lavoro.

#### RIASSUNTO

La distribuzione geografica delle 21 specie di *Zygaena* e 8 specie di *Adscitinae* viventi nelle Alpi Liguri è stata analizzata sia nei suoi rapporti col resto della fauna paleartica, sia a livello italiano e ligure. Tale indagine ha consentito di evidenziare l'esistenza di numerosi centri di rifugio e speciazione e di mettere in luce diverse aree di transizione primaria e secondaria intese secondo il senso di Thorpe (1983). Il significato adattativo del cosiddetto melanismo litorale (Burgeff 1950) è discusso in termini di conquista di una nuova nicchia ecologica e di caduta nel valore aposematico.

#### SUMMARY

The geographic distribution and taxonomic relationships of the 21 species of *Zygaena* and 8 *Adscitinae* occurring in the Ligurian Alps were analyzed both in their large scale (Palearctic), Italian and Ligurian level. This study allowed to point out the location of several speciation and refuge centers in the Mediterranean basin, the paths of recolonizing migrations during the interglacial periods and the existency of some primary and secondary transition zones (Thorpe 1983). The adaptative value of so-called littoral melanism is discussed in terms of penetration into a new ecological niche and fall of aposematic value.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGENJO R., 1940 - Los *Procris* no españoles del Museo de Madrid (Lep. Zygaen.). *Eos, Madr.*, **13**: 45-115, pls.
- AGENJO R., 1967 - Cauadragésimo Octava Familia: Zygaenidae. *Graellsia*, **23**: 5pp.
- AISTLEITNER E., 1977 - Eine neue Unterart von *Zygaena* (*Agrumenia*) *fausta* (Linné, 1767) aus Spanien. *Atalanta, Muennerstadt*, **8** (4): 279-281.
- ALBERTI B., 1938 - Betrachtungen zur Entwicklungsgeschichte der Genus *Procris* F. (Lep. Zygaen.). *Mit. muench. ent Ges.*, **28** (2): 196-213.
- ALBERTI B., 1954 - Ueber die Stammesgeschichtliche Gliederung der *Zygaenidae* nebst Revision einiger Gruppen (Insecta, Lepidoptera). *Mitt. zool. Mus. Berlin*, **30**: 115-479
- ALBERTI B., 1958 - Ueber den Stammesgeschichtlichen aufbau der Gattung *Zygaena* F. und ihren Vorstufen (Insecta, Lepidoptera). *Mitt. zool. Mus. Berl.*, **34** (2): 246-396
- BALLETTO E., KUDRNA O., 1984 - An annotated catalogue of the burnets and foresters (Lepidoptera: Zygaenidae) named by Roger Verity. *J. Res. Lepid.*, (in stampa).

- BALLETTO E., TOSO G., 1978 - *Zygaena minos* (Schiffermüller) dans les Alpes Ligures. *Entomops*, **46**: 197-200.
- BALLETTO E., CASSULO L., TOSO G., 1983 - Nuovi reperti di Lepidotteri delle Alpi e degli Appennini. *Boll. Soc. ent. ital.*, **115** (4-7): 111-115.
- BARONI-URBANI C., RUFFO S., VIGNA-TAGLIANTI A., 1978 - Materiali per una biogeografia italiana fondata su alcuni generi di Coleotteri Cicindelidi, Carabidi e Crisomelidi. *Memorie Soc. ent. ital.*, **56**: 35-92.
- BATESON W., ONSLOW H., DIXEY F.A., POULTON E.B., 1923 - Experiments in inheritance of colour in the Lepidoptera. *Rep. Br. Ass. Advmt Sci.*, (1922): 318.
- BERNARDI G., VIETTE P., 1961 - Que représentent *Zygaena pennina* Rambur (1866), *Z. eudaemon* Mabille et *Z. mauritanica* Mabille (1885). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **30** (6): 140-145.
- BOVEY P., 1934 - Recherches génétiques sur *Zygaena ephialtes* L. *Revue suisse Zool.*, **41**: 397-403.
- BOVEY P., 1936 - Resultados de croisements entre diverses formes de *Zygaena ephialtes* L. *C.r. Séanc. Soc. Biol.*, 122: 598-600.
- BOVEY P., 1941 - Contribution à l'étude génétique et biogéographique de *Zygaena ephialtes* L. *Revue suisse Zool.*, **48**: 1-90.
- BOVEY P., 1942 - Apparition de formes organées dans un croisement inter-racial de *Zygaena ephialtes* L. *Arch. Julius Klaus Stift. Vererb. Forsch.*, **17**: 432-433.
- BOVEY P., 1948 - Déterminisme génétique des formes orange chez *Zygaena ephialtes* L. *Arch. Julius Klaus Stift. Vererb. Forsch.*, **23**: 499-453.
- BREEDLOVE D.E., EHRLICH P., 1972 - Coevolution: Patterns of legume predation by a Lycenid butterfly. *Oecologia*, **10**: 99-104.
- BULLINI L., SBORDONI V., RAGAZZINI P., 1969 - Mimetismo muelleriano in popolazioni italiane di *Zygaena ephialtes* (L.) (Lepidoptera, Zygaenidae). *Archo zool. ital.*, **54**: 181-214.
- BULLINI L., SBORDONI V., 1971 - Ricerche sperimentali sul valore mimetico delle forme ephialtoidi rosse di *Zygaena ephialtes* (Lepidoptera, Zygaenidae). *Boll. Zool.*, **38** (4): 502.
- BULLINI L., SBORDONI V., 1975 - Ethological aspects in the mimicry of the burner moth *Zygaena ephialtes*. *14th International Ethological Conference, Parma*.
- BURGEFF H., 1921 - Polymorphismus und Erblichkeit bei *Zygaena ephialtes* L. *Ent. Z., Frankf. a. M.*, **35**: 21-22, 26.
- BURGEFF H., 1926 - *Zygaenidae* I (Generis *Zygaena*, palaeartica pars). *Catalogus Lepidopterorum*, **33**: 1-91
- BURGEFF H., 1926 - Kommentar zum palaearktischen Teil der Gattung *Zygaena* Fab. des frueher Ch. Aurivillius und H. Wagner, jetzt von E. Strand herausgegeben *Lepidopterorum Catalogus. Mitt. muench. ent. Ges.*, **16** (1-8): 1-86.
- BURGEFF H., 1950 - Verbreitungsstudien an der Gattung *Zygaena* Fab. *Port. Acta biol.*, (A): 664-728.
- BURGEFF H., 1951 - Die Meeralspengrenze der Zygaenen (Lep.) eine mit Hilfe der Populationsanalyse der Arten der Gattung *Zygaena*. *Biol. Zbl.*, **70**: 1-23.
- BURGEFF H., 1956 - Über die Modifizierbarkeit von Arten und geographischen Rassen der Gattung *Zygaena* (Lep.). *Nova Acta Leopoldina*, (n.F.), **18** (127): 1-59.
- CASSULO L.A., 1980 - Alcune interessanti catture di Lepidotteri nelle Alpi e negli Appennini. *Boll. Soc. ent. ital.*, **112** (9/10): 186-188.
- COUTSIS J.G., 1979 - *Adscita albanica* (Naufock) from Greece and new insular records of *A. obscura* (Zeller) and *A. subsolana* (Staudinger) (Lepidoptera: Zygaenidae). *Entomologist's Gaz.*, **30**: 125-126.
- COUTSIS J.G., 1976 - Records of *Adscita* Retzius (= *Procris* F.) (Lep., Zygaenidae) from Greece. *Entomologist's Gaz.*, **27**: 221-225.
- DABROWSKI J. S., 1977 - Studies on the criteria of taxonomic division on the exemple of the species *Zygaena carniolica* (Scop. Lepidoptera, Zygaenidae). *Scientific Papers of the Academy of Agriculture in Krakow*, **131** (50): 1-128.

- DABROWSKI J. S., 1982 - Studien an der Kriterien zur infraspezifischen Systematik am Beispiel der Art *Zygaena (Agrumenia) carniolica* (Scopoli, 1763) (Lep. Zygaenidae) *Atalanta, Muennerstadt*, **13** (4): 301-309.
- DANIEL F., 1960 - Eine fuer des Alpengebiet neue Procris-Art: *P. albanica* Nauf. (Lep. Zygaenidae). *Nachr. Bl. bayer. Ent.*, **9** (6): 57-58.
- DAVIS R. H., NAHRSTEDT A., 1979 - Linamarin and Lotoaustralin as a source of cyanide in *Zygaena filipendulae* L. (Lepidoptera). *Comp. Biochem. Physiol.*, **64B**: 395-397.
- DAVIS R. H., NAHRSTEDT A., 1982 - Occurrence and variation of the cyanogenic glucosides Linamarin and Lotoaustralin in species of the *Zygaenidae* (Insecta: Lepidoptera). *Comp. Biochem. Physiol.* **71B**: 329-332.
- DE-GREGORIO P., 1982 - Sobre las citas de *Zygaena transalpina* Esper, 1781 del Prepirineo y Pirineo Catalan. (Lep. Zygaenidae). *Shilap Revta lepid.*, **10** (37): 82-83.
- DESCIMON H., RENON C., 1975 - Mélanisme et facteurs climatiques. I. Etude biométrique de la variation de *Melanargia galathea* (Linné) en France. *Archs Zool. exp. gén.*, **116** (2): 255-292.
- DESCIMON H., RENON C., 1975 - Mélanisme et facteurs climatiques. II. Corrélation entre la mélanisation et certains facteurs climatiques chez *Melanargia galathea* (Linné) (Lepidoptera Satyridae) en France. *Archs Zool. exp. gén.*, **116** (3): 437-468.
- DORFMEISTER G., 1879 - Ueber den Einfluss der Temperatur bei der Erzeugung des Schmetterlingsverietetaeten. *Mitt. naturw. Ver. Steierm.*, :3-8
- DUFAY C., 1960 - Sur la repartition géographique de *Zygaena vesubiana* Le Ch. *Alexanor*, **1**: 237-238.
- DUJARDIN F., 1956 - Description de races et formes nouvelles de Zygenes, principalement du Sud-Ouest de la France. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **25** (10): 252-263.
- DUJARDIN F., 1953 - Nomenclature et synonymie de certaines espèces de *Zygaena* européennes. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, **22** (10): 245-247.
- DUJARDIN F., 1965 - Descriptions de sous-espèces et formes nouvelle de l'Europe occidentale, méridionale et de l'Afrique du Nord. *Entomops*, **1**: 16-22; **2**: 33-64.
- DUJARDIN F., 1965 - Les voies de pénétration des Lépidoptères dans le Département des Alpes-Maritimes. *90<sup>e</sup> Congrès des Sociétés Savantes*, **2**: 585-596.
- DUJARDIN F., 1969 - *Zygaena lavandulae eucyanea* ssp. nova *Entomops*, **13**: 174-176.
- DUJARDIN F., 1970 - Description de *Zygaena loti jaillei* ssp. n. *Entomops*, **18**: 41-44.
- DUJARDIN F., 1971 - Note concernant le «Genre» *Polymorpha* Burgeff. (Zygaenidae). *Alexanor*, **7**: 20-21.
- DUJARDIN F., 1971 - Description de *Zygaena ephialtes perodeani* ssp. n. des Alpes occidentales. *Entomops*, **22**: 1-2.
- DUJARDIN F., 1971 - Description de *Zygaena romeo planeixi* subspecies nova du Puy-de-Dôme. *Entomops*, **24**: 264-266.
- DUJARDIN F., 1973 - Quelques données faunistiques sur le Mont Chauve. *Riviera scient.*, 1973 (2): 51-52.
- DUJARDIN F., 1973 - Nouveaux taxa algériens et marocains (troisième série) du genre *Zygaena* F. principalement du sous-genre *Hesichia* Hb. (Lep. Zygaenidae). *Entomops*, **34**: 37-54.
- DUJARDIN F., 1977 - Observations relatives à l'étude de l'entomofaune du Mont Gros. *Riviera scient.*, 1977 (1): 7-18.
- FAZEKAS I., 1980 - Contribution à la connaissance des populations de *Procris (Procris) statice* Linné 1758 - superspecies *Linn. belg.*, **8** (1): 2-14.
- FISCHER E., 1908 - Temperatur-Experimente. in: Supuler A., Schmetterlinge Europas, **1**: XC-CIV.
- GALLO E., 1973 - *Zygaena vesubiana* Le Ch. nelle Alpi Marittime. *Boll. Soc. ent. ital.*, **52**: 98.
- GREGOR F., POVOLNL D., 1955 - Cekoslovenske Vretenusky (*Zygaena* Fabr.) *Acta ent. Mus. natn Pragae*, **30** (458): 253-278.

- GROSVENOR T.H.L., 1931 - *Zygaena filipendulae* and subsp. *stoechadis* Proc. S. Lond. ent. nat. Hist. Soc., : 59-60, 71-72.
- GROSVENOR T.H.L., 1933 - On *Zygaena filipendulae*. Proc. S. Lond. ent. nat. Hist. Soc., 109-110.
- HOFMANN A., 1980 - Revision der fausta-Gruppe mit Beschreibung einer neuer Unterart der *Zygaena excelsa* aus Marokko. *Atalanta, Muennerstadt*, **11** (4): 273-287.
- HOLIK O., SHELJUZHKO L., 1953-1956 - Ueber die Zygaenen-Fauna Osteuropas, Kleinasiens, Irans, Zentralasiens und Sibiriens. *Mitt. muench. ent. Ges.*, 1953 - **43**: 102-226; 1955 - **44/45**: 26-158; 1956 - **46**: 93-239.
- JUNG1 G., NAUMANN C.M., ROSE K., 1977 - Ein weiterer Beitrag zur Zygaenen-Fauna Kappadokiens (Lep. Zygaenidae). *Atalanta, Muennerstadt*, **8** (4): 282-289.
- JUNGE G., ROSE K., 1976 - Eine neue Unterart von *Zygaena carniolica* Scopoli aus Anatolien. *Atalanta, Muennerstadt*, **7** (4): 246-250.
- KUEHN A., 1926 - Ueber die Aenderung des Zeichnungsmusters von Schmetterlingen durch Temperaturreize und das Grundschema der Nymphalidenzeichnung. *Nachr. Ges. Wiss. Goettingen*, :120-141.
- LAEVER (de) E., 1958 - Espèces nouvelles pour la faune belge. *Procris (Lucasia) subsolana* Staudinger. *Lambillionea*, **58** (11/12): 90-93.
- LA-GRECA M., 1963 - Le categorie corologica degli elementi faunistici italiani. *Atti Accad. naz. ital. Ent. Rc.*, **11**: 231-253.
- LA-GRECA M., 1975 - La caratterizzazione degli elementi faunistici e le categorie corologiche nella ricerca zoogeografica. *Animalia*, **2** (1-3): 101-129.
- LA-GRECA M., 1983 - Il contributo degli Ortoteri e dei Mantoidei alla conoscenza della biogeografia della Sardegna. *Lav. Soc. ital. Biogeogr.*, (n.S.), **8**: 557-575.
- LAMOTTE M., 1954 - Sur le déterminisme génétique du polymorphisme chez *Cepaea nemoralis* (L.). *C.r. hebdom. Séances Acad. Sci., Paris*, **239**: 365-367.
- LAMOTTE M., GUERRUCCI M.A., 1970 - Traits généraux du polymorphisme du système de bandes chez *Cepaea hortensis* en France. *Archs Zool. exp. gén.*, **111**: 393-409.
- LEINFEST J., 1965 - Deux nouvelles sous-espèces de *Zygènes* des Basses-Alpes. *Entomops*, **3**: 74-76.
- LESSE (de) H., 1955 - Recherches de formules chromosomiques chez les *Zygaena*. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon.*, **24** (6): 142-145.
- MATTHEY R., BOVEY P., 1938 - La formule chromosomiale de *Zygaena ephialtes* L. et de ses variétés *peucedani* Esp. et *coronillae* Esp. et de l'hybride *ephialtes* male x *peucedani* femelle. *C.r. Séanc. Soc. Biol.* **127**: 50-51.
- MAZEL R., 1975 - Observations sur les rapports entre *Zygaena minos* Schiff. et *Z. romeo* Dup. dans les Pyrénées-Orientales. *Alexanor*, **9**: 131-135.
- MAZEL R., 1977 - Les rapports entre *Zygaena transalpina* Esper et *Z. hippocrepidis* Huebner en France. Données zoogéographiques, taxinomiques et génétiques. *Lepidoptera Zygaenidae*. *Alexanor*, **10** (1): 3-14.
- NAUMANN C.M., 1977 - Stammesgeschichte und tiergeographische Beziehungen der Zygaenini (Insecta, Lepidoptera, Zygaenidae). *Mitt. muench. ent. Ges.*, **67**: 1-25.
- NAUMANN C.M., 1983 - Zur Kenntnis der *Ruggero Verity* beschriebenen Taxa des *Zygaena purpuralis* Komplexes. *Entomofauna*, **4** (10): 141-153.
- NAUMANN C.M., RICHTER G., WEBER U., 1983 - Spezifitaet und Variabilitaet im *Zygaena purpuralis* Komplex (Lepidoptera, Zygaenidae). *Theses Zoologicae*, **2**, Braunschweig (Cramer). pp. 1-264.
- NAHRSTEDT A., DAVIS R.H., 1981 - The occurrence of the cyanoglucosides Linamarin and Lotoastralin in *Acraea* and *Heliconius* butterflies. *Comp. Biochem. Physiol.* **68B**: 575-577.
- NELSON G., PLATNICK N., 1982 - Systematics and Biogeography: cladistics and vicariance. Columbia Univ. Press, NY, pp i-xi, 1-567.

- NEVO E., BAR Z., 1976 - Natural selection of genetical polymorphisms along climatic gradients. *in*: Karlin S, Nevo E. (eds) Population Genetics and Ecology, Academic Press, pp. 159-184.
- PARENZAN P., 1977 - Contributi alla conoscenza della lepidottero-fauna dell'Italia meridionale. IV. Heterocera (Bombyces et Sphinges) di Puglia e di Lucania. *Entomologica*, **13**: 183-245.
- POVOLNY D., PIJACEK J., 1949 - Contribution to the knowledge of polymorphism of *Zygaena ephialtes*. *Prerod. Sbornik Ostrav. Kraje*, **10**: 1-10.
- PROCHNOW O., 1914 - Die analytische Methode bei der Gewinnung der Temperatur-Aberrationen der Schmetterlinge. *Biol. Zbl.*, **34**: 302-308.
- PROLA C., PROVERA P., RACHELI T., SBORDONI V., 1978 - I macrolepidotteri dell'Appennino centrale. Parte I. Diurna, Bombyces e Sphinges. *Fragm. ent.*, **14** (1): 1-217.
- RAUCH H., 1975 - Beitrage zur Zygaenenfauna des Promontorio del Gargano in Apulien. *NachrBl. bayer. Ent.*, **24** (3): 40-52.
- RAUCH H., 1977 - Ein Beitrag zur Zygaenenfauna Bosniens (Lepidoptera Zygaenidae). *Z. Arb Gem. oest. Ent.*, **28** (4): 109-116.
- RAUCH H., 1979 - Zur Zygaenenfauna der Tremiti-Inseln in Italien. (Lepidoptera, Zygaenidae) - Ein Beitrag zur Biogeographie des Mittelmeeres. *Z. ArbGem. oest. Ent.*, **30** (3/4): 87-94.
- RAUCH H., 1981 - Ein Beitrag zur Zygaenenfauna der Insel Korcula in Dalmatien (Jugoslavien). *Atalanta, Muennerstadt*, **12** (1): 64-71.
- REISS H., 1930 - *Zygaena in*: Seitz A., Grossschmetterlinge Erde, **2** (suppl.): 2-50; 1933 - *ibid.*, : 249-278. Alfred Kerner, Stuttgart.
- REISS H., TREMEWAN W.G., 1967 - Systematic Catalogue of Genus *Zygaena* Fabricius. Junk, Den Haag, pp. i-ix, 1-329.
- ROBINSON R., 1971 - Lepidoptera Genetics. Pergamon Press, Oxford, pp. 1-687.
- ROCCI U., 1913 - Alcune forme nuove di *Zygaena*. Nota preliminare. *Societas ent.*, **3**: 56.
- ROCCI U., 1913 - Nuove forme di *Zygaena*. 2a nota preliminare. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **24**: 113-116.
- ROCCI U., 1914 - Sulla resistenza degli Zigenini all'acido cianidrico. *Zeitschrift fuer allgemeine Physiologie*, **6** 1/2): 42-64.
- ROCCI U., 1915 - Di alcune nuove forme liguri del genere *Zygaena* Fabr. 3a nota preliminare. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **25**: 219-226.
- ROCCI U., 1915 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. 1°. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **25**: 89-130.
- ROCCI U., 1917 - Le forme liguri della *Zygaena transalpina* Esp. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **27**: 3-31.
- ROCCI U., 1918 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. III°. Nuove osservazioni sulla *Zy. transalpina* Esp. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **28**: 119-137.
- ROCCI U., 1918 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. IV°. Note su alcuni gruppi liguri. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **28**: 141-158.
- ROCCI U., 1920 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. V°. La *Zy. carniolica* Scop. in Liguria. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **30**: 61-82.
- ROCCI U., 1922 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. VI°. Note su alcune forme nuove. *Atti Soc. ligust. Sci. nat. geogr.*, **32**: 33-42.
- ROCCI U., 1925 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. VII°. La *Zygaena stoechadis* Bkh. in Liguria. *Memorie Soc. ent. ital.*, **4**: 154-178.
- ROCCI U., 1926 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* Fabr. VIII°. Note critiche e forme nuove. *Boll. Soc. ent. ital.*, **4**: 63-73.
- ROCCI U., 1927 - Sul ciclo stagionale in Liguria della *Zygaena stoechadis* Bkh. (Lep.). *Boll. Soc. ent. ital.*, **5**: 11-13.
- ROCCI U., 1935 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* (Lepid. Zygaen.). IX°. *Memorie Soc. ent. ital.*, **14**: 47-58.

- ROCCI U., 1935 - *Zygaena transalpina* razza *hispana* Vrty. *Boll. Soc. ent. ital.*, **67** (9/10): 163-164.
- ROCCI U., 1936 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* (Lepid. Zygaen.). X°. Forme nuove di *hippocrepidis* Hb.; *transalpina* Esp.; *maritima* Obt. *Boll. Soc. ent. ital.*, **68** (8): 142-143.
- ROCCI U., 1937 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* F. (*Lepidopt.* - *Zygaenidae*). XI°. Contributo alla revisione di alcuni gruppi specifici. *Redia*, **22**: 132-142.
- ROCCI U., 1938 - Ricerche sulle forme del gen. *Zygaena* F. XII°. Revisione della specie *transalpina* Esp. e descrizione di forme nuove. (*Lepidopt.* *Zygaen.*). *Redia*, **24**: 97-197.
- ROCCI U., 1942 - Forme piemontesi del Genere *Zygaena* Fabr. (*Lepidoptera* - *Zygaenidae*). *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **13**: 110-134.
- SAITOH K., 1960 - A. chromosome survey in thirty species of moths. *Jap. J. Genet.*, **35**: 41-48.
- SBORDONI V., BULLINI L., 1971 - Further observations on mimicry in *Zygaena ephialtes* (*Lepidoptera* *Zygaenidae*). *Fragm. ent.*, **8** (2): 49-55.
- SBORDONI V., FORESTIERO S., 1984 - Il mondo delle farfalle. A. Mondadori, Milano, pp. 1-312.
- SCHEPDAEL (van) J., 1971 - Un problème d'écologie: *Procris heuseri* Reichl. et *Procris statices* L., deux espèces in statu nascendi. *Lambillionea*, **71** (1/2): 1-4.
- SCHWARTZ R., 1978., Revision der individuellen formen der *Zygaena cynarae* (Esper, 1789) mit besonderer Beruecksichtigung auf ssp. *slovakica* Reiss. *Atalanta, Muennerstadt*, **9** (3): 219-229.
- STORACE L., 1951 - Su alcune specie italiane di *Anthrocera* Scop. (*Lepidoptera* *Anthroceridae* = *Zygaenidae*). *Boll. Soc. ent. ital.*, **81**: 10-17.
- STORACE L., 1956 - Su alcune specie italiane di *Anthrocera* Scop. 2a nota. (*Lepidoptera* *Anthroceridae* = *Zygaenidae*). *Boll. Soc. ent. ital.*, **86**: 137-142.
- STORACE L., 1965 - Appunti sulla diffusione di *Zygaena hilaris* O. in Liguria e nelle regioni contermini (*Lepidoptera*, *Zygaenidae*). *Boll. Soc. ent. ital.*, **95** (3/4): 56-62.
- TARMANN G., 1979 - *Procris cuprea* Ramfbur, 1866: un synonyme de *Procris* (*Roccia*) *budensis* (Speyer & Speyer, 1858. (*Lep. Zygaenidae*). *Alexanor*, **11** (1): 31-33.
- TARMANN G., 1983 - Ein einfacher Schluessel zur Bestimmung von *Procris* (*Lucasiterna*) *subsolana* (Staudinger, 1862), *Procris* (*Jordanita*) *globulariae* (Huebner, 1793) und *Procris* (*Roccia*) *notata* (Zeller, 1847). (*Lepidoptera*: *Zygaenidae*). *Atalanta, Muennerstadt*, **14** (1): 9-11.
- TURATI E., 1910 - La *Zygaena transalpina* Esp. e le sue forme italiane. *Boll. Lab. Zool. gen. agr. R. Scuola Agric. Portici*, **4**: 134-160.
- TURATI G., 1884 - Note lepidotterologiche sulla fauna italiana. *Boll. Soc. ent. ital.*, **16**: 68-87.
- TEOBALDELLI L., 1976 - I Macrolepidotteri del Maceratese e dei Monti Sibillini. (Appennino umbro-marchigiano). *Note ed appunti sperimentali di Entomologia agraria*, **16**: 81-345.
- THORPE R.S., 1982 - Reticulate evolution and cladism. *Experientia*, **38**: 1242-1244.
- THORPE R.S., 1983 - Phylogenetic analysis of range expansion in the grass-snake: reticulate evolution: primary and secondary contact zones. in: Felsenstein J. (ed.) - Numerical Taxonomy, Springer Verlag, NATO ASI Series, Ser. G., Ecol. Sci. N° 1. pp. 464-468.
- THORPE R.S., 1984 - Primary and secondary transition zones in speciation and population differentiation: a phylogenetic analysis of range expansion. *Evolution*, **38** (2): 233-243.
- TREMEWAN W.G., 1973 - A. catalogue of the genus-group names of the *Zygaenidae* (*Lepidoptera*). *Bull. Br. Mus. nat. Hist., Entomol.*, **28** (3): 111-151.
- TREMEWAN W.G., 1983 - Festlegung von Neotypen fuer die nominellen Taxa *Sphinx purpuralis* Bruennich, 1763 und *Sphinx minos* Denis & Schiffermuller, 1775. in: Naumann et al., 1983, pp. 40-42.

- VERITY R., (\*) 1946 - Rassegna delle specie italiane della tribù *Adscitidi* (= Genere *Procris* F. olim) (*Lepidopt. Anthrocerides* = *Zygaenides*). *Redia*, **31**: 123-162.
- WHITE M.J.D., 1978 - Modes of Speciation. W.H. Freeman & Co., San Francisco, pp. 1-455.
- WIEGEL K. H., 1972 - Zwei neue *Zygaenen*-rassen aus Apulien. *Mitt. muench. ent. Ges.*, **60**: 65-69.
- WIEGEL K. H., 1973 - Zweiter Beitrag zur *Zygaenen*-fauna des Litoralgebietes von Apulien. *Atalanta, Muennerstadt*, **4**: 225-229.
- WILTSHIRE E. P., 1968 - Studies on the geography of the Lepidoptera. Notes on the ecology and distribution of *Zygaenidae* in the Middle-East. *Proc. Trans. Br. ent. nat. Hist. Soc.*, **1**(1): 47-53.
- ZANGHERI S., 1968 - Attuali conoscenze sulla costituzione della Lepidotterofauna italiana. *Atti del VII Congresso italiano di Entomologia*, 62-112.

---

(\*) Per una bibliografia completa dei lavori di R. Verity sugli *Zygaenidae*, si veda in «Balletto & Kudrna» 1984.