

Introduzione allo studio della presumibile funzione meccanica di colorazioni e maculature delle ali dei Ditteri.

Lo studio dei colori superficiali del corpo, o di singole parti del corpo, degli Artropodi è stato in passato e rimane — a mio giudizio — tutt'ora uno dei più complessi che questi organismi ci pongano. Il problema primo della loro natura (fisica o chimica), e (nel secondo caso) della composizione delle sostanze responsabili del fenomeno non sembra discostarsi sensibilmente da quello propostoci da altre forme animali ed appare solo reso più complicato dalla varietà dei colori che nel nostro regno trova parallelismi (per quanto mi è dato sapere) in organismi marini (Celenterati e Pesci) e negli Uccelli. Ma già quando si passi a prendere in considerazione la distribuzione dei diversi colori la tormentata struttura della superficie esterna dei corpi rende un poco più complicato il problema agli Entomologi. E se dipoi si vogliono studiare i piani con i quali siffatti elementi cromatici si distribuiscono in serie di individui o gruppi, le cause fisiologiche che determinino la varia distribuzione dei colori su tutta o su singole parti della superficie corporea degli oggetti del nostro studio, i vantaggi (se vantaggi vi siano) che la presenza o assenza di colori (o di determinati colori) assicurino agli individui o alle specie che ci presentino siffatti caratteri, noi ci troviamo dinanzi a difficoltà sperimentali enormi. La piccolezza dell'artropodo accompagnata ad una superficie esterna disforme per la presenza di vistose appendici, la diversità di aspetto dell'animale considerato in posizione di stasi (cioè, nella grande maggioranza degli insetti adulti, con le ali ripiegate sul dorso) o di movimento (cioè con le ali distese se non in rapida oscillazione), la velocità degli spostamenti, io credo che rendano oggi impossibile una sperimentazione al riguardo pur con le tecniche più raffinate e complesse e con le « équipes » più numerose e più valide.

Singoli studi su determinati gruppi o su particolari problemi sono stati condotti (e fra i più recenti basti qui ricordare come esempi quello sulle ali dei Lepidotteri condotto dal Beer (1948) e quello del Denton (1971) sul significato funzionale delle aree speculari disposte sulla superficie corporea di alcuni Pesci. È certo però che siamo ancora lontani dal poter avere un

quadro sintetico, anche solo approssimativo, del comportamento generale del fenomeno nei singoli gruppi animali; e quindi, a maggior ragione, della gamma dei vantaggi che le singole situazioni assicurino agli organismi dotati di siffatte peculiari condizioni esterne.

La pubblicazione presente prende in considerazione la distribuzione dei colori sulla sola superficie portante (cioè escludendo le caliptre o squame alari) delle ali mesotoraciche degli adulti di un ordine di Insetti (i Ditteri), i quali nella propria grande maggioranza dei membri attualmente viventi portano ali incolori o solo modestamente sfumate. Tale fenomeno cromatico si presenta accentuato, sotto diversi punti di vista, in famiglie o gruppi determinati, ma affiora sporadicamente qua e là in larga parte delle famiglie. Lo studio che ora intraprendo si presenta estremamente vasto e complesso ed io sono stato spinto ad affrontarlo dalla singolare sovrapposizione che la forma e distribuzione delle macchie alari presenta sui piani di variazione riduzionale delle vene del medesimo arto, come ho avuto occasione di accennare nel mio lavoro del 1969 (Venturi, l.c.).

L'estensione dell'esame intrapreso (alla quale ho or ora accennato) impone pertanto ben precisi limiti alla esposizione alla quale mi accingo: esposizione quindi che deve essere considerata sintetica introduzione all'esame dell'argomento delineato e « *trait d'union* » del medesimo con quello da me stesso precedentemente condotto sulla riduzione venulare nelle ali dei Ditteri. Infatti in questa sede io mi limito a prendere in considerazione le ragioni per le quali un esame generale delle condizioni nelle quali le maculature alari dei Ditteri si presentano nelle forme attualmente viventi autorizza a supporre che tali maculature abbiano una funzione meccanica.

Il presente esame preliminare del problema io lo conduco senza raffronti con indagini, suggerimenti od ipotesi di Autori che abbiano esaminato il fenomeno in campi vicini o lontani da quello (dei Ditteri) che affronto. Voglio aggiungere che (a mio parere) l'interesse e la originalità del mio lavoro non risiede quasi certamente nei fatti e nelle osservazioni che espongo, ma nell'angolazione con la quale li presento e nella coordinazione che mi sono sforzato di mettere in evidenza allo scopo di dimostrare la plausibilità della ipotesi di base del mio esame. Confesso di credere che proprio la inesistenza di un ben preciso filo conduttore delle indagini degli Autori che mi hanno preceduto abbiano determinato la scarsa risonanza di esami consimili di un certo valore (come quello dato alla luce dal de Meijere nel 1915). Pur se il mio scritto possa far balenare qua e là qualche parallelismo o convergenza, io qui mi limiterò solamente ad esaminare, nell'ultimo capitolo, simiglianze o dissimiglianze fra il comportamento dei membri dell'ordine dei Ditteri e quello dei membri di un altro grande ordine di Insetti Neoteri fra i quali abbondano grandi volatori, gli Imenoteri.

DEFINIZIONE DELLE ESPRESSIONI CHE USO NELLA TRATTAZIONE.

Allo scopo di chiarire il significato delle parole che adopero preciso che nel testo che segue io chiamo « colorazione » l'uniforme, o macroscopicamente uniforme, tonalità cromatica che investa tutta la superficie portante dell'ala; e chiamo invece « maculatura » una tonalità cromatica diversa da quella di fondo macroscopicamente limitata a sole parti più o meno estese della superficie dell'arto. Tali maculature possono essere rappresentate sia da aree colorate emergenti sulla vitrea translucidità della superficie dell'ala (ed allora parlo di una « maculatura positiva »), sia da aree incolori o da aree di una tonalità cromatica più leggera emergenti sulla residua più estesamente, o più intensamente, iscurita superficie dell'ala (ed allora parlo di una « maculatura negativa »). Pertanto io definisco le maculature come aree cromaticamente differenziate su una passabilmente omogenea tonalità, o mancanza di tonalità, cromatica di fondo.

I COLORI DELLE ALI DEI DITTERI E LA LORO LOCALIZZAZIONE.

Le colorazioni o maculature che le ali dei Ditteri possono presentare sono di due tipi fundamentalmente diversi. Il primo tipo è rappresentato da colorazioni di natura fisica; la cosiddetta iridescenza o cangianza. Essa non si presenta molto comune sulle ali delle forme del nostro ordine (e viceversa, sotto forma di cangianza, io la trovo più diffusa sulle superfici residue del corpo, soprattutto sull'addome). Tale tipo di colorazione è dovuta a fenomeni di diffrazione della luce causata da una particolare struttura di un esilissimo strato superficiale della cuticola. E colorazioni di tale ordine non vengono prese in considerazione nel presente scritto.

Il secondo tipo di colorazioni o maculature è costituito dalla presenza o assenza di particolari composti chimici (i cosiddetti « pigmenti ») nella cuticola dell'arto o nelle eventuali appendici (peli, setole, squame) che si trovino impiantate sull'arto. Si tratta quindi di fenomeni cromatici dovuti alla composizione chimica della cuticola e si chiamano colorazioni di natura chimica. In questo lavoro io prendo in considerazione esclusivamente questo secondo tipo di cromatismi.

Nei Ditteri la superficie dorsale e ventrale dell'ala ad un esame macroscopico si presenta generalmente nuda (ne fanno eccezione soprattutto i Culicidi e gli Psicodidi). Ad un esame microscopico essa si presenta di solito costellata da microformazioni piliformi, così minuscole da non essere per lo più percepite distintamente neppure con una lente capace di forte ingrandimento. Quindi gli elementi cromatici che mi appresto a prendere in considerazione nelle ali dei Ditteri sono determinati (nella grandissima maggioranza dei casi) da presenza o assenza di pigmenti nello spessore della membrana alare. Tengo a precisare come in tal modo si realizzi una situazione completamente diversa da quella rappresentata dai Lepidotteri nei quali

viceversa la membrana alare di norma è incolore ed i pigmenti sono contenuti nelle squame che in denso strato continuo, adagiate e parzialmente sovrapposte ad embrice, rivestono le superfici dorsale e ventrale della membrana alare.

Però, per quanto rari e limitati a singoli gruppi, anche nei Ditteri affiorano qua e là esempi di un comportamento consimile. E lo dico *consimile* e non *simile* o *uguale* a quello dei Lepidotteri perchè — per quanto sia a mia conoscenza — i peli e le squame che eventualmente rivestano in toto o in parte la superficie della membrana alare non presentano mai la disposizione (adagiata ed embricata) propria delle squame dei Lepidotteri.

Come esempi di colorazioni o maculatura determinate nei Ditteri da peli (anche se solo modestamente iscuriti) basti che ricordi le ali di molti Psicodidi, o quelle di diversi Ceratopogonidi e Chironomidi, fra i Nematoceri; e di diversi Efidridi fra i Brachiceri. Però vi sono addirittura casi — molto rari: nel nostro Paese per es. la *Trypetoptera punctulata* Scop. — sulle cui ali la tonalità nera di fondo viene ottenuta da un denso tappeto di setoline nere ed erette che iscuriscono fortemente il lieve castano della membrana sottostante; in contrapposizione con le aree chiare nelle quali la membrana incolore porta peli più brevi, molto più radi, incolore anche essi. E come esempi di squame colorate basti ricordare quelle impiantate sulle vene delle ali di parecchi Culicidi.

DETERMINISMO ESTERIORE DEI FENOMENI CROMATICI ALARI.

In questa sede io esamino il *determinismo* (cioè la causa o le cause che inducono la comparsa di tali elementi cromatici) *esteriore* delle colorazioni o maculatura alari: cioè le condizioni esterne che abbiano determinato, o favorito, o guidato la estrinsecazione e l'affermazione di siffatte situazioni cromatiche; e *non* considero affatto il *determinismo interiore*, cioè le condizioni interne all'organismo (di orbine chimico, biologico e fisiologico) che permettano quella particolare composizione chimica dell'una o altra parte della membrana alare.

La logica scientifica vuole che l'accertamento di un tale determinismo esteriore sia il punto di arrivo — e quindi il risultato — dell'analisi condotta dallo studio da me intrapreso. Viceversa (e quindi apparentemente in modo illogico) la presente esposizione enumera gli argomenti di carattere generale (desumibili da un esame comparato dei fenomeni cromatici) che militano a favore di un determinismo esteriore di ordine meccanico del fenomeno considerato. Essa pertanto vuole essere, ed io desidero che venga giudicata, premessa ai lavori analitici per i quali da tempo sto raccogliendo il materiale e che confido possono vedere presto la luce.

Del resto l'indirizzo di studi al quale mi accingo, con la presente pubblicazione, è in stretta connessione consequenziale col mio lavoro sulla riduzione delle vene nelle ali dei Ditteri (Venturi F., 1969, l.c.). In quello ho

avuto occasione di accennare, incidentalmente, al fatto che le conclusioni alle quali ero pervenuto in quello studio ⁽¹⁾ trovavano una rispondenza (e quindi una conferma) nella distribuzione delle maculature alari (pag. 453, righe 36-37). Pertanto la presente e le successive pubblicazioni si propongono lo scopo di dimostrare come le maculature alari dei Ditteri configurino situazioni simili ai tipi strutturali ottenuti dalla riduzione delle vene. Tale fenomeno quindi dovrebbe confermare l'esattezza delle conclusioni cui ero pervenuto in quella sede e dovrebbero altresì permettere di classificare le maculature alari dei Ditteri su criteri discriminativi omologhi.

FUNZIONI PRESUMIBILI E PIÙ COMUNEMENTE CONSIDERATE DELLE COLORAZIONI E MACULATURE ALARI.

Tali funzioni possono essere schematizzate nel quadro che segue.

1) Funzioni di ordine fisiologico:

- concentrazione di prodotti catabolici in una parte del corpo (membrana alare) sottoposta — una volta che l'arto abbia assunto l'assetto definitivo — a metabolismo di intensità limitata se si eccettuino le vene entro le quali si effettua una circolazione aerea ed emolinfatica e decorrono nervi in rapporto con organi sensoriali;
- determinazione di variazioni di temperatura su parti definite e prefissate della superficie alare (in conseguenza del maggiore assorbimento delle radiazioni luminose in corrispondenza delle aree pigmentate). Tale elemento potrebbe avere conseguenze di rilievo sulla circolazione dell'aria e dalla emolinfa nei tronchi di vene adibiti a siffatte circolazioni: e non si può escludere la possibilità di un qualche peso su ambo o su qualcuna delle due circolazioni nell'intero corpo se si consideri che le ali — sia vicendevolmente sovrapposte in stato di riposo, sia, e a maggior ragione, divaricate in volo — costituiscono in estensione, di norma, la porzione predominante della superficie dorsale dell'animale.

2) Funzioni di ordine meccanico:

- i pigmenti uniformemente o disformemente distribuiti nella membrana alare potrebbero impartire particolari caratteri meccanici alle aree

⁽¹⁾ Tali conclusioni possono essere riassunte come segue. « Una volta che i Ditteri abbiano raggiunto la piena potenzialità della locomozione aerea un ulteriore processo evolutivo li spinge ad adattare il meccanismo di volo e il volo medesimo a particolari condizioni legate a singoli e loro propri comportamenti biologici ed a limitate, nettamente definibili, condizioni microambientali. I piani strutturali seguiti su siffatti percorsi sono chiaramente delineati dalle vie seguite dalla modificazione dell'impalcatura rigida (vene alari) sostentatrice della superficie portante (membrana alare). E tali modificazioni (che trovano il loro sbocco finale nell'atterismo) possono essere classificate in tipi di numero relativamente piccolo e che (nel diverso assetto delle vene) indicano la via di specializzazione nella locomozione aerea sulla quale ciascuno di essi si sia avviato ».

membranose pigmentate e predisporre linee di flessione della superficie portante in relazione a precise, particolari condizioni o modalità di volo.

3) Funzioni di ordine biologico generale:

- la presenza o la peculiare distribuzione dei pigmenti potrebbero avere funzione mimetica, vale a dire determinare convergenze cromatiche con elementi abiologici o biologici dell'ambiente nel quale il Dittero si trattenga ed operi. Oppure suscitare reazioni attrattive o repulsive negli organismi animali viventi nel medesimo ambiente (1).

È ovviamente molto difficile discriminare se e in quale misura colorazioni e maculature delle ali trovino il proprio elemento determinante principale in una o più delle funzioni sopraindicate. Su alcuni di questi punti le nostre conoscenze non oltrepassano ancora il livello di constatazioni sporadiche (basti a questo proposito considerare il campo dei mimetismi nei loro vari aspetti). Pertanto è necessario che precisi chiaramente che l'ipotesi che pongo a base della presente mia indagine non esclude (né può escludere) la concomitanza di una o più funzioni di diversa natura, se pur in posizione subordinata.

IPOTESI DI BASE DELLA PRESENTE INDAGINE

La valutazione delle funzioni delle colorazioni e delle maculature delle ali che (per quanto riguarda me) prende origine con il presente scritto (e la interpretazione delle medesime che verranno considerate nelle pubblicazioni che seguiranno) si basano — e quindi prendono l'avvio — sul rifiuto di considerare tali fenomeni (quali oggi si presentano alla nostra osservazione) risultati casuali di un gioco fisiologico o biochimico (sia pur ereditario) nelle singole entità tassonomiche. Allo scopo di pervenire ad una razionale valutazione e ad una classificazione dei vari aspetti di tali caratteri cromatici io credo necessario condurre lo studio partendo dalle seguenti due premesse o ipotesi di base.

Io suppongo (e già lo supponeva il de Meijere nel 1916) che l'ala primitiva dei Ditteri sia stata completamente vitrea, incolore. Di conseguenza io ipotizzo che le colorazioni e le maculature siano comparse sulla superficie portante dell'arto destinato a permettere la locomozione aerea solo in un secondo tempo.

Io ipotizzo che le colorazioni e le maculature delle ali dei Ditteri abbiano una prevalente funzione meccanica.

La possibile funzione meccanica dei pigmenti distribuiti sulla superficie esterna degli organi della locomozione aerea degli animali mi risulta che

(1) Si vedano, come esempi a portata di mano di orientamento generale e di indirizzi sperimentali recenti, le pubblicazioni di Tinbergen, 1958 e di Brower, 1969; e la relativa bibliografia.

sia stata sempre scarsamente considerata, ma non del tutto ignorata in via puramente ipotetica. Mi basti qui ricordare, per gli uccelli, quanto è stato esposto da W. Spottel (1914). D'altra parte desidero precisare che la modesta esperienza personale nella preparazione dei Ditteri mi fa ritenere che le colorazioni gialle e nere tendano (con diversa intensità) ad irrigidire le superfici investite e che viceversa il pigmento che determina il colore lattescente imprima alle superfici alari che lo presentino una flessibilità o elasticità superiore a quella propria delle superfici translucide.

LE RAGIONI A FAVORE DELLA IPOTETICA FUNZIONE MECCANICA
DELLE COLORAZIONI E MACULATURE ALARI DEI DITTERI

La funzione meccanica delle colorazioni o maculature alari viene suggerita da una serie di caratteristiche sul modo generale di comportarsi di tali fenomeni cromatici. Io qui ne enumero e soppeso — cercando di valutarli il più obbiettivamente che mi sia possibile — undici.

1) Rapporto fra colorazione alare e dimensione corporea del Dittero.

Nei Ditteri (Insetti forniti di ali la cui superficie nella grandissima maggioranza delle forme è priva di denso rivestimento di peli o setole ed il cui volo rapido e potente è permesso dall'elevato numero di oscillazioni nella unità di tempo) le forme di grandi dimensioni ⁽¹⁾ presentano per lo più una superficie alare uniformemente imbrunita. Gli esempi dei grandi Asilidi, Midaidi, Staziomiidi, Muscidi e Larvevoridi sono alla portata di qualsiasi raccoglitore o specialista di Ditteri. E val la pena di porli in confronto con il comportamento dei grandi Tipuloidei (a numero di oscillazioni alari, nella unità di tempo, molto più bassa nei quali le colorazioni alari o sono molto tenui o addirittura mancano affatto [salvo casi — per quanto mi consti — di forme di mediocri dimensioni (val la pena di ricordare la nostra *Tipula nigra* L.) il cui cromatismo deve essere analizzato sotto un profilo particolare]. E non meno sintomatico è il fatto che fra gli Imenotteri i grossi Scoliid, i grossi Vespidi, Mutillidi, Apidi presentino al riguardo un comportamento parallelo.

Una siffatta condizione generale nei casi nei quali — ferma restando la perfezione di volo — la percentuale di superficie portante a disposizione della singola unità di peso dell'animale tenda a ridursi, oppure la dilatazione della singola superficie portante renda necessaria (nel regime di lavoro

(1) Io considero « piccoli » i Ditteri che posseggano un corpo (escluse le antenne e le parti estroflettibili dell'estremità posteriore dell'addome) lungo non più di 4 millimetri; « medi » quelli che presentino un corpo lungo da 4 a 12 millimetri; « grossi » quelli che presentino il proprio corpo più lungo di 12 millimetri.

nel quale è costretta a operare) una maggiore rigidità a me sembra possa deporre a favore della mia ipotesi di lavoro.

2) Assenza di maculature nelle ali di Ditteri grandi volatori.

Se si osservino le ali dei Ditteri grandi volatori ⁽¹⁾ si rileva come le loro ali siano caratterizzate da una apprezzabilmente omogenea distribuzione delle vene su quasi tutta la superficie portante delle ali. Ma contemporaneamente si deve constatare come esse mostrino una quasi totale assenza di maculature (si badi bene, non di colorazioni) di apprezzabile intensità, con margini netti (cioè non slavati e lentamente degradanti). Gli esempi offerti dai Culicidi ⁽²⁾, dai Tabanidi Tabanini europei, dalle *Villa* fra i Bom-bilidi Antracini, dai Muscidi, dai Larvevoridi sono calzanti.

A me sembra lecito supporre che nell'ala idonea a quelle prestazioni che autorizzino e considerare l'animale che ne sia dotato « grande volatore » questa idoneità sia condizionata ben più dall'ampiezza e varietà di articolabilità dell'arto sul torace che dalla possibilità di variare vicendevolmente la posizione nello spazio di singole, contigue porzioni della superficie portante.

Qualora si accetti tale quadro generale e la sua interpretazione sotto il profilo meccanico si deve pervenire alla conclusione che le maculature compaiano — nella loro più evidente e più netta espressione, almeno — nei Ditteri di medie o piccole dimensioni e quando la locomozione aerea della specie rinunci o non si spinga alla massima potenzialità e precisione di volo e viceversa si adatti a tipi di locomozione aerea più strettamente specializzati ⁽³⁾. Se le considerazioni suesposte troveranno conferme in precise in-

⁽¹⁾ Si veda il significato che attribuisce alla espressione « grande volatore » nella mia pubblicazione del 1969 (l.c., pagg. 452-453), nonchè gli esempi raffigurati nelle figure 1-4 della medesima.

⁽²⁾ Si tenga presente che nei Culicidi le maculature alari di ordine chimico delle quali talvolta fanno mostra (ne è tipico esempio il nostro *Anopheles maculipennis* Meig.; e per i neotropici si vedano le tavole del Goeldi, 1905) sono dovute a squame alari colorate e non alla presenza di pigmenti nella membrana alare.

⁽³⁾ Come esempi di specializzazione della locomozione aerea sottopongo al lettore i due esempi seguenti.

I Foridi presentano le ali caratterizzate da una molto spinta basalizzazione e costalizzazione delle vene. Tale assetto venulare permette una grande rapidità di decollo ed una notevole velocità di spostamento in volo; congiunte però ad una impossibilità di prolungare il volo per un tempo apprezzabilmente lungo (si esaminino il comportamento degli sciami in volo).

I Tripetidi che io ho potuto esaminare viventi (a parte la frequente abitudine — non so se e in che misura legata a condizioni fisiologiche — di tenere, fermi sulla vegetazione o in deambulazione, le ali aperte e lentamente oscillanti: per es. *Dacus*, *Rhagoletis*, *Acanthiophilus*, *Hemilea*) presentano un volo confinato nella vegetazione in mezzo alla quale si trattengono, rapido nel decollo e abbastanza veloce, ma di molto breve durata. In pratica tale volo costituisce poco di più di lunghi salti fra foglie e rami se — presumo — correnti aeree non offrano mezzo di ampie dislocazioni.

dagini statistiche e nella definizione dei sopraricordati tipi specializzati di locomozione aerea il comportamento esaminato può confermare la ipotesi sulla quale mi intrattengo.

3) Colorazioni e decolorazioni delle vene.

Le vene, che costituiscono l'impalcatura di sostegno meccanico della membrana alare, allorchè siano costrette (o, più frequentemente ancora nei tratti nei quali siano costrette) ad assumere un impegno meccanico supe-

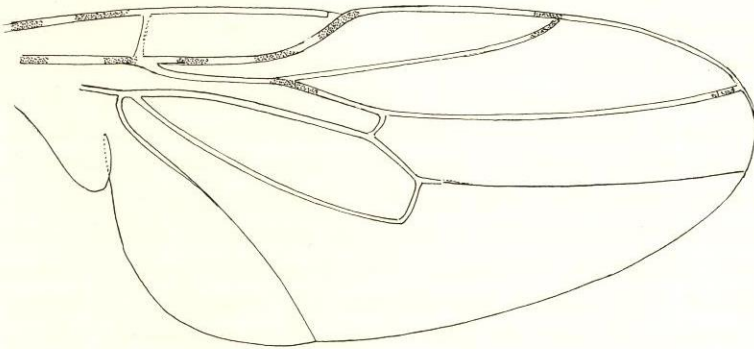


FIG. I.

Ala di *Limosina venalicia* Ost. Sack. (Borboride, da de Meijere, 1911, ridisegnata) che mostra brevi porzioni iscurite delle nervature longitudinali in posizioni tali [allineate trasversalmente o disposte alla congiunzione di vene] da autorizzare la supposta funzione meccanica di siffatti cromatismi venulari.

riore a quello che su ciascuna (o su quel tratto di ciascuna) di esse gravasse all'origine della differenziazione, nei Ditteri, aumentano il diametro, ma contemporaneamente acquistano una colorazione più scura. E oppostamente, allorchè esse vedano diminuire (in toto o in parte) l'impegno meccanico al quale primitivamente fossero tenute a rispondere si avviano alla scomparsa riducendo il loro diametro, ma per lo più inizialmente «impallidiscono», cioè riducono la quantità di pigmento distribuito nelle loro pareti (si veda a questo proposito Venturi, 1969, l.c., pag. 455).

4) Congiunzione o disgiunzione fra vene e colorazioni o maculature.

Lo studio a livello microscopico della distribuzione delle colorazioni e delle maculature alari (se ne veda un sommario esempio nella interpretazione della meccanica delle vene dell'ala di *Eristalis pertinax* (Scop.) in Venturi, 1969, l.c., pag. 465) dimostra che nelle ali, o nelle porzioni di ali, imbrunite sottili fascie lattescenti o traslucide si affiancano spesso — su ambo o su uno solo dei lati — alle vene. E oppostamente, in campo incolore, spesso sottili fascie scure si affiancano alle vene, soprattutto le longitudinali e nei campi basale e medio.

La ragionevole convinzione che siffatte situazioni non siano prive di significato — e di effetto sull'impegno meccanico della singola vena interessata — è autorizzata dall'esame statistico delle condizioni nelle quali le situazioni delineate si affaccino con maggiore frequenza. La personale esperienza mi dimostra come tali fenomeni si verifichino di norma nelle due zone particolari seguenti.

a) La porzione basale (cioè contenuta, in proporzione per lo meno prevalente, nel campo basale dell'ala) e che precede o segue immediatamente le piegature, biforcazioni, collegamenti laterali delle vene radiale e mediale, più raramente (ma non infrequentemente) anche della costale.

Considerando come il collegamento meccanico fra il perno di articolazione dell'ala sul torace e la porzione distale (e più ampiamente oscillante nel corso del volo) della superficie portante dell'arto (allorchè la costale cominci a ridurre la funzione di sostentamento della membrana alare e la subcostale non ne abbia assunto i compiti in tutta la loro pienezza) è appunto assicurato dalle basi delle vene radiale e mediale, si ha ragione di supporre che gli accostamenti cromatici considerati abbiano il compito di rafforzare ulteriormente l'impegno meccanico delle vene alle quali si accompagnino. E le sottili fascie lattescenti o translucide che affianchino le nervature rivestano la funzione di cerniera (cioè permettano reciproche oscillazioni fra superfici contigue) delle aree iscurite sulle porzioni della radiale o della mediale alle quali si affianchino.

b) Le vene trasversali (più frequentemente quella disposta nel campo centrale dell'ala (la *r-m*), ma non raramente anche quelle disposte distalmente [per es. la cosiddetta trasversa apicale del Schizofori] o prossimalmente ad essa) nel quadro della meccanica funzionale della impalcatura rigida dell'ala hanno la precipua funzione di assicurare un collegamento meccanico fra le vene longitudinali dell'ala: le quali, se unite solo dalla membrana piuttosto elastica e flessibile interposta fra loro, godrebbero di una libertà di ampiezza di oscillazioni individuali (e di una possibilità di ritardi e di anticipi delle oscillazioni medesime) che mal si accorderebbero o addirittura contrasterebbero con la precisione, la rapidità, la complessità dei movimenti che assicurano il pieno sfruttamento delle possibilità locomotorie.

Ciò premesso è ragionevolmente supponibile che l'alone scuro che tanto spesso accompagna queste vene trasversali abbia il compito di rafforzare l'impegno meccanico che compete alla nervatura considerata. Le sottili linee incolori o lattescenti che spesso si affiancano ad esse ripetono le funzioni che abbiamo preso in considerazione nel punto *a* precedente. Le maculature negative a forma di finestra che ci colpiscono tanto (e che si rinvengono in forme disparate e tassonomicamente abbastanza lontane) trovano una agevole interpretazione causale alla luce delle considerazioni sopra esposte.

5) Presenza di maculature o decolorazioni in punti di particolare interesse meccanico.

Qualora si consideri l'aspetto generale del disegno che le macchie cromatiche (cioè le maculature sia positive che negative quali sono state da me definite a pag. 81 della presente memoria) determinano sul piano della superficie portante dell'ala non credo che vi sia naturalista il quale non possa rimanere colpito dal fatto che tale disegno presenti sempre uno schema

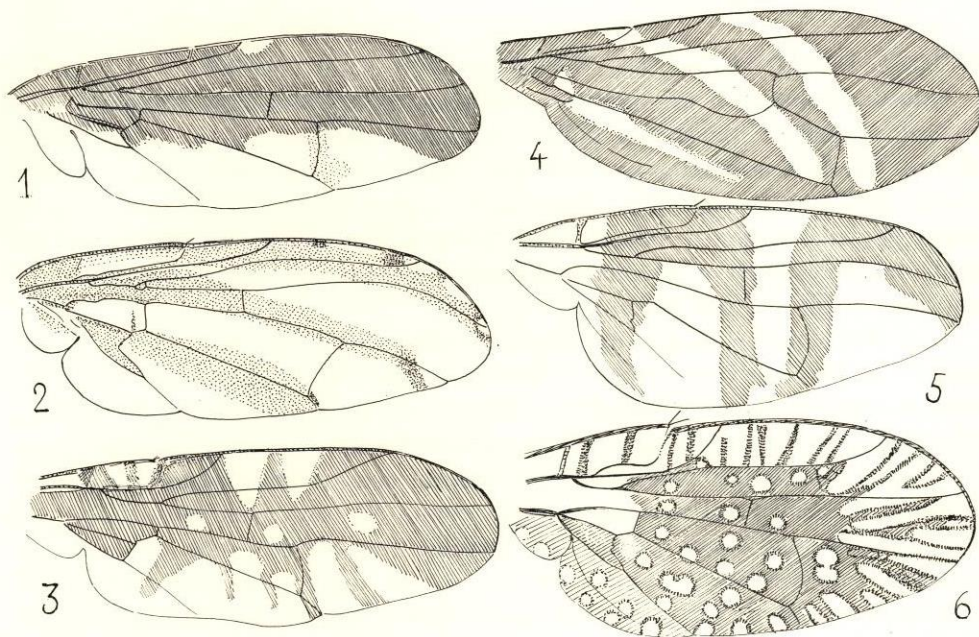


FIG. II.

Alcuni schemi di struttura generale delle maculature alari nei Ditteri (tutti quelli presentati in questa figura appartenenti a Schizofori Tripaneidi): 1, *Hemilea pulchella* Rossi; 2, *Xanthorrhachis annandalei* Bez.; 3, *Xanthaciura contracta* Her.; 4, *Diacrita costalis* Gerst.; 5, *Euribia honei* Her.; 6, *Paracantha ruficallosa* Her. (disegni originali tratti da materiale proprio o da fonti diverse).

di base che possa essere posto in relazione con il funzionamento meccanico dell'arto. Io mi permetto di presentare al lettore alcuni di tali schemi allo scopo di rendere evidente il concetto suesposto: cioè il bicromatismo alare longitudinale, la fasciatura longitudinale a fascie continue, la fasciatura longitudinale pinniforme, la fasciatura obliqua, la bipartizione trasversale, la maculatura stelliforme.

Da tale considerazione generale consegue che qualsiasi tipo di maculatura positiva o negativa, in toto o nei suoi singoli elementi, possa non essere mai considerata fine a se stessa, ma possa sempre trovare una spiegazione del proprio assetto in funzione della opportunità di dividere la superficie portante dell'animale in volo in parti diversamente rigide sotto la spinta

dell'aria compressa dal movimento dell'arto o reciprocamente — se pur di poco — mobili sotto l'azione esercitata dalla compressione dell'aria nelle diverse aree della superficie medesima.

Ulteriore conseguenza logica di tale interpretazione è l'affermazione che qualsiasi colorazione o decolorazione che si presenti sulla superficie alare del Dittero si trova localizzata in posizioni che — a sè sole o considerate in rapporto con le contigue — presentano un particolare interesse meccanico per il funzionamento dell'arto in quel peculiare modo e ambiente in cui l'insetto si trovi confinato.

6) Sostituzione della maculatura alla vena.

Questo fenomeno a me sembra costituisca un'apprezzabile conferma della presunta funzione meccanica della maculatura perchè indica la possibilità che una tonalità cromatica positiva sostituisca una vena scomparsa o deviata oppure dilati sulla superficie alare la funzione meccanica di una vena la quale, per sua origine e natura, non possa allungarsi o deformarsi per far fronte a contingenti e peculiari necessità meccaniche. Al riguardo io qui propongo i due esempi seguenti.

a) Nella parte apicale dei campi centrale ed anale dei Ditteri Tachinoidi ⁽¹⁾ si può osservare come la vena mediale (*m*) possa procedere diritta verso il margine alare (è l'eccezione, almeno per la nostra fauna; in Europa rappresentata, per es., dal gen. *Phytomyptera* Rond.); ma essa ben più spesso si pieghi verso l'ultimo ramo della precedente vena radiale (sigla: r_{4+5} ;) sboccando su di essa o sul margine costale vicino ad essa. Con tale deviazione essa descrive una curva oppure un angolo. Ora avviene che quando tale deviazione sia costituita da una curva o da un angolo ottuso di norma non sorga la necessità di far proseguire un braccio venulare distinto per sorreggere l'ampia area membranosa apico-costale. Ma quando la deviazione della vena medesima si presenta come un angolo più stretto (retto o addirittura acuto) si presentano due possibilità: la *m* prima di piegarsi verso la r_{4+5} devia alquanto verso il margine anale costringendo la vena a formare un angolo il quale (insinuandosi più o meno profondamente nell'area membranosa lasciata libera da sostegno rigido) offre in tal modo almeno una base rigida all'ampio ventaglio elastico; oppure sul vertice dell'angolo prende origine una vena — diciamo così, supplementare (la « vena spuria » dei tassinomisti) — la quale percorre per un tratto più o meno lungo (ma senza mai arrivare al margine alare) la linea mediana più o meno obliqua di questa specie di ventaglio. Questa vena supplementare, la cui funzione meccanica è così evidente, può essere rappresentata (e qui pongo i tre termini in ordine

(1) Con il termine «Tachinoidi» io designo la superfamiglia che comprende le famiglie di Ditteri Schizofori superiori provvisti di setole ipopleurali (in opposizione a Muscoidi, Tripetoidi, e via dicendo).

decescente di forza) da una vena vera e propria (per es. nei generi *Dexiosoma*, *Microphthalma*, *Peyritschia*, *Estheria* fra i Dexiidi ed *Ocyptera* fra i Fasiidi), oppure da una sottile fascia scura (disposta o meno sul fondo di un solco: per es. in *Tricholyga*, *Parasetigena*, *Salia*), oppure da una semplice plica incolore della membrana (per es. *Rhamphina*, *Spylosia*, *Voria*, *Diplostichus*, *Prosopodes*, *Stomatomyia*) ⁽¹⁾. Io ritengo plausibile supporre che tale

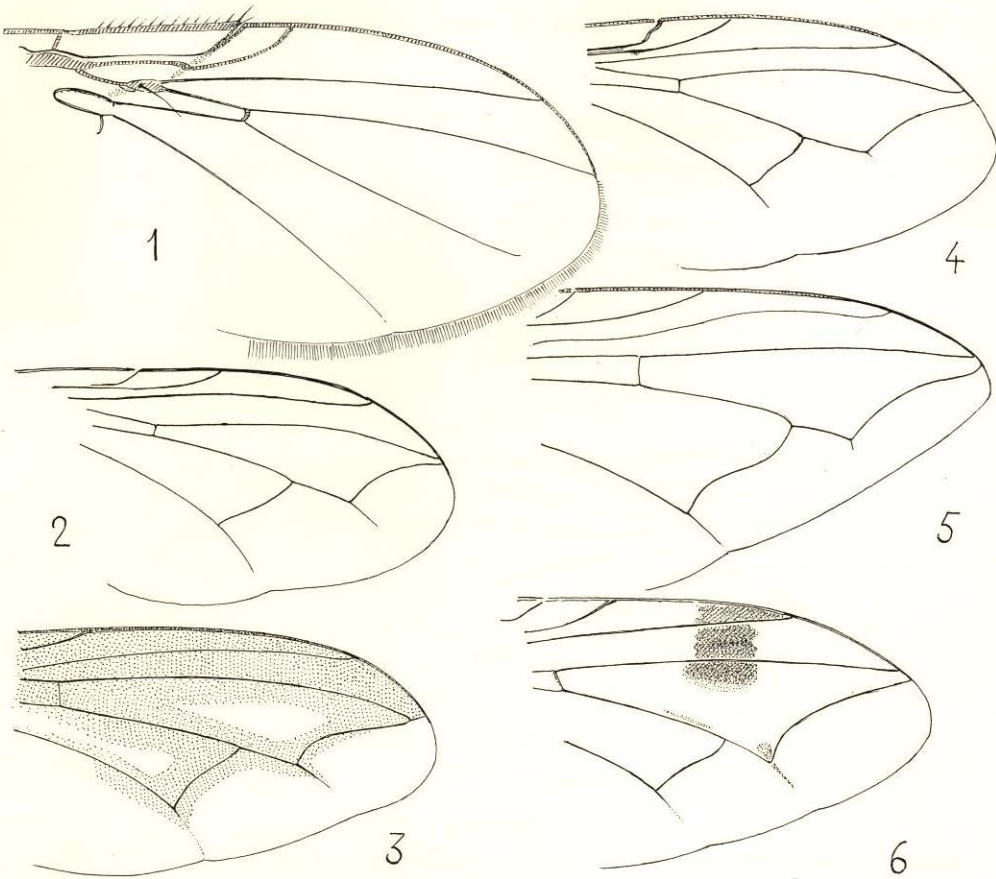


FIG. III.

Esempi di aspetti diversi del comportamento della porzione terminale della vena mediale nel campo apicale della rispettiva ala: 1, *Phytomyptera nigrina* Meig.; 2, *Phorinia aurifrons* R.-D.; 3, *Mintho praeceps* Scop.; 4, *Clausicella suturata* Rond.; 5, *Phasia crassipennis* F., C; 6, *Araba fastuosa* Meig., ♂ [disegni originali].

⁽¹⁾ Vi è un quarto modo di imprimere una particolare rigidità al ventaglio membranoso apico-ale interposto fra la parte terminale e deviata della *m* e la parte terminale (ma per lo più abbastanza lontana) della vena cubitale: modo però che qui ci interessa solo di riflesso e come conferma della necessità — per un certo modo di volo — che tale zona membranosa non oscilli secondo linee di flessione parallele o subparallele al margine posteriore dell'ala. E tale modalità di irrigidimento della membrana alare considerata è costituita dall'affiancarsi di sottili increspamenti della membrana paralleli fra loro e orientati perpendicolarmente o quasi al margine posteriore dell'ala.

linea cromatica della 2° tappa — la quale inoltre presenta sempre una tonalità più intensa alla base dove prende attacco sull'angolo della mediana — rivesta una esclusiva funzione meccanica.

b) Il secondo esempio riguarda ancora i Tachinidi, e precisamente la famiglia dei Sarcophagidi tipicamente così parchi di maculature. In alcune specie (o nel sesso maschile di queste: *Araba fastuosa* Meig. per es.), a circa 2/3 della lunghezza dell'arto — una zona, mi si permetta di dire, « critica » per la funzione meccanica dell'arto: si tenga presente la disposizione dello

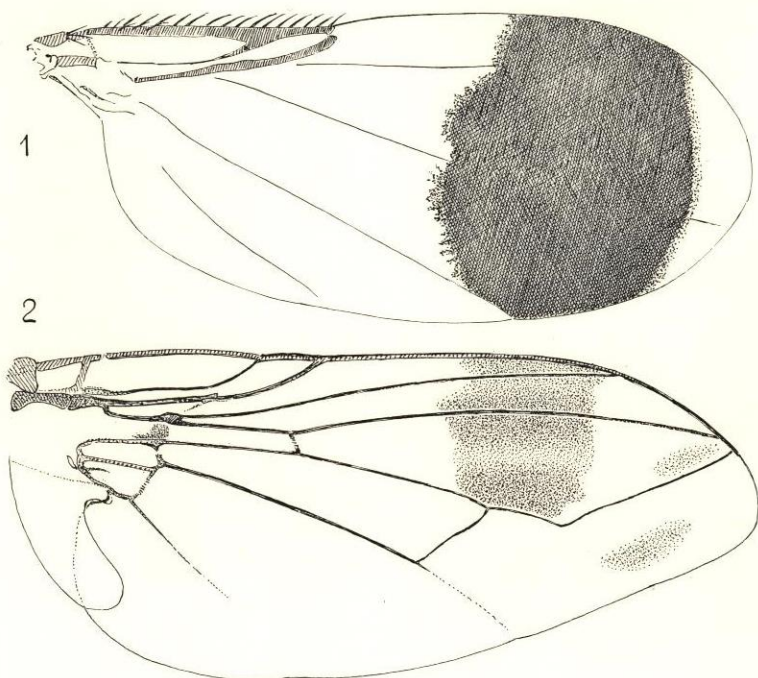


FIG. IV.

La maculatura positiva trasversale = più o meno ortogonale sulla costale = disposta a cavallo dei campi medio e apicale dell'ala ritengo abbia la funzione di collegamento meccanico delle vene longitudinali alari (ad un livello nel quale, negli Schizofori inferiori, si dispone per lo più la Vena trasversale apicale. Di tale tipo di maculatura offro l'esempio di un Foride (1, *Coniceromyia blomae* Peter. e Arnt., Aschizo) [ridisegnell'A.] e di un Tachinoide (2, *Phylloteles pictipennis* Lw., ♂, Sarcophagide) [disegno originale].

« stigma alare » nei Ditteri ed anche negli Imenotteri — una fascia iscurita, trasversale, ortogonale o quasi ortogonale alla vena costale sembra collegare la vena costale medesima alla mediale all'altezza dell'angolo formato dalla medesima quando si volga verso la r_{4+5} ; o poco innanzi in corrispondenza dell'attacco della trasversale posteriore sulla m medesima. Non è possibile sottrarsi alla impressione che una tale fasciatura trasversale abbia lo scopo di collegare meccanicamente le nervature longitudinali (costale, radiale, mediale).

7) Incorniciatura delle maculature.

In diversi casi, più comunemente fra i Brachiceri Schizofori, ma talvolta anche fra i Nematoceri, sulla membrana alare è possibile osservare singole macchie bicolori le cui due diverse tonalità cromatiche si presentano vicendevolmente disposte in modo affatto particolare: cioè con una tonalità chiara al centro e nettamente più scura al margine; inoltre esse si presentano vicendevolmente separate fra di loro da una linea di confine netta, senza o quasi senza gradazioni di passaggio. Il caso più vistoso — e che a me risulterebbe abbastanza comune fra i Ditteri: certo quello che colpisce di più l'osservatore — è rappresentato da un'area centrale gialla i cui margini di contro alla residua membrana incolore (sia con anello continuo, sia solo in determinati punti — ed anche in questo caso con un preciso significato



FIG. V.

Ala di *Ceratitidis capitata* Wied. (Tripetide) offerta per porgere la possibilità di seguire le considerazioni offerte nel testo nel capitolo relativo alla incorniciatura delle maculature (disegno originale).

meccanico —) si presentano costituiti da una fascia (o da aree ovali e rotondeggianti) di colore nero o nerastro. Nella mia mente insorge naturale il confronto con la cornice e il quadro in essa racchiuso. La supposizione che il margine iscurito di macchie siffatte rappresenti un irrigidimento periferico destinate ad impartire rigidità meccanica a tutta l'area compresa nell'ambito trova conferma nell'analisi degli aspetti particolari del fenomeno. A titolo di esempio sottopongo ad una rapida analisi l'ala della *Ceratitidis capitata* Wied. rappresentata nella fig. V ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ La maculatura alare della *Ceratitidis capitata* Wied. presenta una piuttosto larga gamma di variazioni di intensità cromatica (dimostrata anche da disegni e fotografie) che non altera l'assetto maculare, ma che contrae o dilata apprezzabilmente la estensione (oltre che la tonalità) delle aree nere. Non mi risulta però incontrovertibilmente dimostrato se e in che misura tali variazioni siano determinate da cause climatiche o edafiche, oppure da precoce uccisione degli adulti sfarfallati, oppure dall'uso di particolari sostanze

Osserviamo innanzi tutto — vorrei dire « en passant » — come la fascia nera trasversale apicale, con la sua direzione obliqua, rafforzi, ma soprattutto aggiusti, la funzione meccanica della trasversale apicale modificando la direzione del sostegno rigido che la vena rappresenta per la zona medio-apicale del campo anale in un'ala anormalmente dilatata nel senso della larghezza.

Volgiamo ora l'attenzione alla fascia longitudinale medio-apico-costale ed a quella trasversale mediale: ambedue mostrandoci la parte centrale di colore giallo ed il margine costituito da fasce nere più o meno ampie.

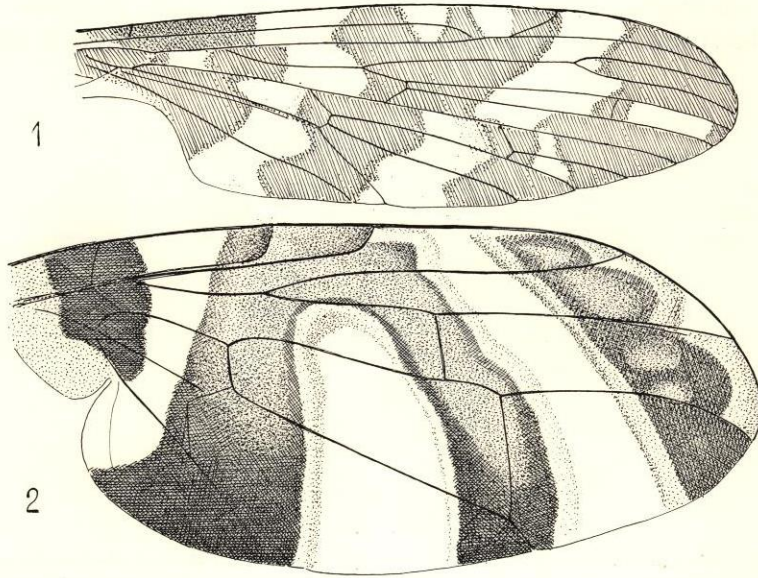


FIG. VI.

Esempi di incorniciatura delle maculature: 1, ala del Nematocero Tanideride *Nothoderus australiensis* Alex. (da Alexander, 1928, ridisegnato); 2, ala del Brachicero Schizoforo Tripaneide *Procecidochares polita* Lw. (dal Loew, 1873, ridisegnato).

La prima, longitudinale, è nettamente separata dalla vena costale pur prendendo un attacco meccanico con la medesima a livello dello sbocco della r_2 : ma all'apice la fascia nera si dilata abbondantemente per offrire un nodo rigido allo sbocco della r_{4+5} : E si osservi altresì come la cornice scura venga a mancare nel tratto nel quale il margine della fascia decorra

per la uccisione o per la conservazione dell'insetto (perchè a me risulta che particolari composti chimici facenti parte di liquidi usati per la preparazione microscopica possano, in non lungo lasso di tempo, slavare maculature o colorazioni di ali preparate per l'esame microscopico). Comunque preciso che l'ala disegnata e presa in considerazione appartiene a esemplare sfarfallato a Pisa nel gennaio 1952 da larve sviluppatesi in arancia di provenienza siciliana.

in prossimità del quasi parallelo decorso della r_{4+5} ; nonchè quella specie di nodo che la fascia nera forma (con la macchietta rotonda) sulla medesima vena.

Quando poi si passi a considerare la macula trasversale mediana si osservi il sottile annerimento dei margini prossimale e distale della zona mediana e si pongano in relazione con le ampie aree nere disposta fra costale e radiale (in prossimità del margine anteriore dell'arto) e a cavallo della 2° cubitale in prossimità del margine posteriore. La funzione di ponte di congiunzione che presenti al centro una elasticità alquanto superiore a quelle che avrebbe posseduto una fascia interamente nera, e quindi tale da assicurare una certa possibilità di oscillazione della parte medio-distale del campo anale sulla parte medio-distale del campo costale (in un'ala, ripeto, che ha subito una anormale dilatazione in larghezza) a me sembra evidente.

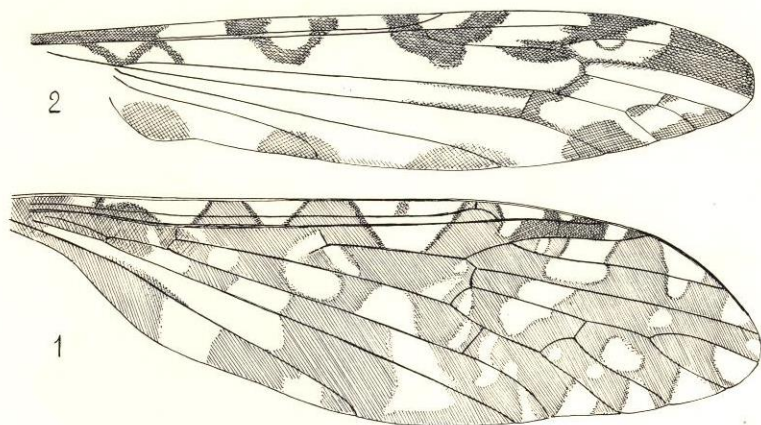


FIG. VII.

Esempio di incorniciatura delle maculature (1, ala del Nematocero *Limnophila ornatipennis* Brun.: da Brunetti, 1918, ridisegnato) posto in confronto con la maculatura (dello stesso tipo nel campo costale, ma non costituente incorniciatura) di un altro Limnobiide orientale (2, *Dicranomyia signata* Meij. (da de Mijere, 1919, ridisegnato).

Una dimostrazione della funzione meccanica di siffatti margini iscuriti di aree colorate a me sembra inequivocabilmente fornita dalle macchie bicromatiche (normalmente di forma triangolare o trapezoidale) che si appoggiano sul margine costale dell'ala e la cui funzione di collegamento fra costale e la retrostante radiale non penso possa essere messa in dubbio. A questo scopo io offro il disegno (fig. VII) della *Limnophila ornatipennis* Brunetti (un Nematocero Limnobiide) rilevando — tanto per offrire esempi anche fra i Brachiceri — come situazioni consimili ed anche più estese si possono rinvenire fra i Tripetoidi a maculatura stelliforme. Già in questa medesima ala è possibile altresì osservare il margine cromaticamente iscurito che le aree colorate presentano spesso al confine con le aree membranose trans-

lucide: fascie che io credo sempre di interpretare come mezzo di irrigidimento meccanico delle zone colorate. Nel caso della *Limnophila* offerta in figura si noti una maculatura negativa la quale nel più che 1/3 apicale dell'ala determina due nette fascie oblique parallele che fra margine costale ed anale dell'arto presentano una direzione apico-basale.

8) Opposizione di fase dei piani cromatici.

Con tale espressione io voglio indicare un fenomeno particolare; vale a dire la presenza di ben definiti piani maculari che possono estrinsecarsi sia come maculatura positiva (cioè con macchie scure su fondo incolore o latteo), sia come maculatura negativa (cioè con macchie chiare su fondo colorato)

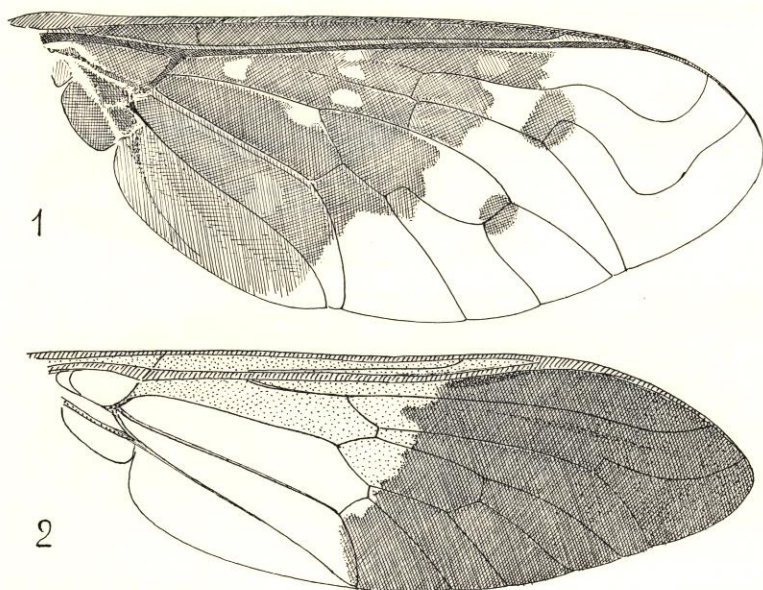


FIG. VIII.

Esempi di una perfetta contrapposizione di piani cromatici delle ali: 1, *Anthrax mendax* Austen (Bombiliide, de Austen, 1937, ridisegnato); 2, *Sphecodemyia lamborni* Austen, C (Tabanide, da Oldroyd, 1957, ridisegnato).

in specie diverse e a volte anche tassonomicamente lontane. È un fenomeno che io giudico piuttosto importante da un punto di vista generale perchè — a parte il sostegno alla ipotesi della funzione meccanica delle colorazioni alari dei Ditteri — porta ad escludere un collegamento diretto fra le aree in cui i pigmenti vengono depositati e le vie di deflusso (vene alari) attraverso le quali i pigmenti possano venir convogliati (qualora li si voglia considerare legati direttamente o indirettamente a prodotti di rifiuto del metabolismo cellulare).

Io porto qui come esempi di tale curiosa caratteristica di alcuni tipi di maculature alari due aspetti chiaramente dimostrati dai disegni allegati.

Il primo si riferisce alla opposizione cromatica fra campo basale e campi medio e distale dell'arto, e porto come esempio da un lato l'africano *Anthrax mendax* Aust. con la base dell'ala nera e la residua parte vitrea in contrapposizione con il Tabanide *Sphecodemyia lamborni* Aust. nel quale l'ala presenta il campo basale chiaro (lattescente) ed all'opposto i campi medio e distale neri.

Il secondo caso si riferisce invece alla fasciatura longitudinale rappresentata da serie di macule (rotondeggianti o comunque quasi isodiametriche) e ricordo la maculatura positiva di un Tripetide nordamericano (*Ictericaria seriata* Lw.) in contrapposizione alla maculatura negativa del Tripetide indiano *Paralleloptera pterocallaeformis* Bezzi, ♀. Del resto in tutta Europa situazioni consimili si trovano abbastanza comuni fra gli Sciomizidi.

9) Specularità delle maculature.

Fenomeno non meno strano e sorprendente è la presenza, in ali di specie diverse, di piani cromatici che — confrontati — possono essere considerati nella struttura generale, immagini vicendevolmente speculari. Probabilmente essi sono conseguenza di una convergenza di assetto cromatico in seriazioni evolutive contrapposte. Nel caso che presento come esempio si tratta della dilatazione di un ramo destrorso o di un ramo sinistrorso su un piano cromatico di partenza pinniforme (cfr. fig. IX). L'apicalizzazione discoidale che investe i campi medio e distale dell'ala è stata ottenuta nel Tripetide sudafricano *Taomyia marshalli* Bezzi, ♂ (fig. IX, 1), con la dilatazione di una fascia obliqua diretta verso il margine anale dell'arto; e oppostamente nei Tripetidi *Callistomyia pavonina* Bez. (indiano, fig. IX, 2) e *Delphinia picta* F. (nordamericano) (fig. IX, 3) da una fascia obliqua diretta verso il margine costale dell'arto.

10) Dicroismo sessuale di colorazioni e maculature alari.

Il dicroismo sessuale (vale a dire la diversità di colorazioni o maculature presenti nell'uno e nell'altro sesso di una specie, intesa sia come presenza o assenza, sia come differenza di estensione o di intensità cromatica) è un fenomeno complesso nelle ali dei Ditteri, e poco studiato. Se anche tale fenomeno trovi un rapporto causale nella funzione meccanica dell'arto, la sua valutazione non può sfuggire al confronto con il fenomeno della riduzione dimensionale delle ali (meiotterismo alare) nel medesimo ordine. E nei Ditteri la riduzione delle ali investe in modo omogeneo ambo i sessi (per es. nei Nematoceri Limnobiidi del gen. *Chionea* Dalm.) oppure colpisce il sesso femminile (per es. *Phryxia scabiei* Hopk., o *Tipula absolodes* Speier, per quanto non manchino eccezioni — ma effettivamente molto rare — di meiotterismo maschile con normale sviluppo delle ali nelle femmine (per es. il Nematocero *Hyper lasion curtipennis* Edw., fig. X).

Il comportamento del dicroismo alare, negli insetti dei quali mi occupo, non sembra viceversa che obbedisca ad un altrettanto omogeneo comporta-

mento. Tanto per portare qualche esempio, nella famiglia degli Asilidi ci troviamo di fronte ad un grosso *Selidopogon diadema* F. il cui maschio possiede ali colorate notevolmente più scure di quelle della compagna, e ad un *Holopogon venustus* Rossi (di medie dimensioni) la cui femmina presenta ali uniformemente imbrunite ed il cui maschio al campo medio e apicale imbru-

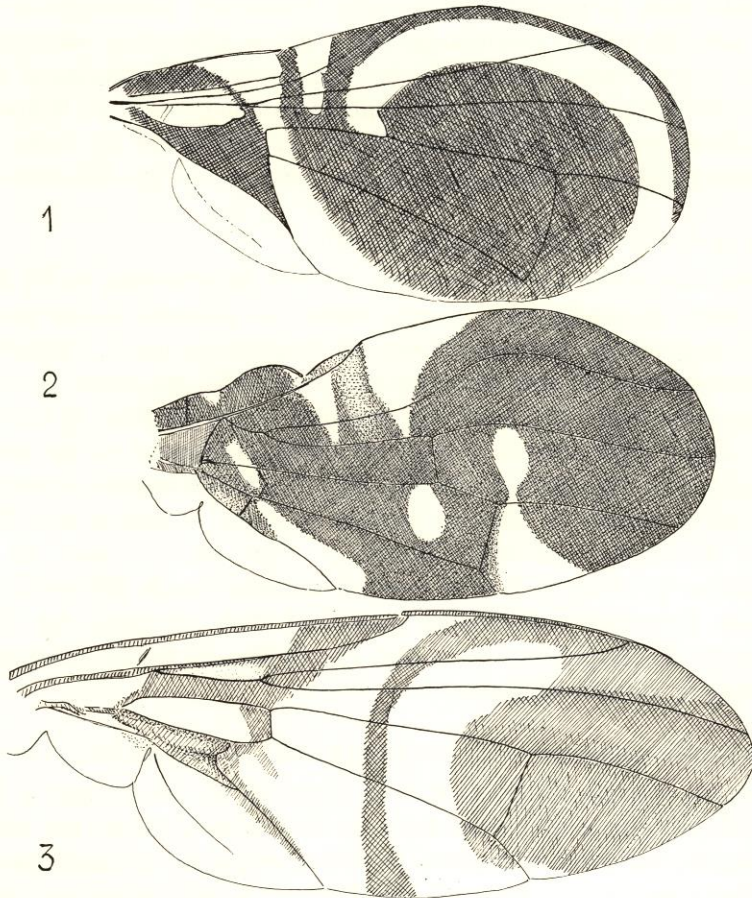


FIG. IX.

Esempi di specularità delle maculature alari nel tipo di discalizzazione apicale. Nella fig. 1 (*Taomyia marshalli* Bess., Tripetide, da Bezzi, 1924, ridisegnato) il disco si forma a spese di un ramo anale della primitiva maculatura pinniforme; nelle figg. 2 (*Delphinia picta* Lw., Tripetide, da Loew, 1873, ridisegnato) e 3 (*Callistomyia pavonina* Bez., Tripetide, da Bezzi, 1913, ridisegnato) il disco si forma a spese di un ramo costale della primitiva maculatura pinniforme.

niti contrappone un campo basale lattescente; senza che un'apprezzabile differenza del modo ed estensione di volo giustifichi — per quanto mi sia stato possibile osservare — siffatta differenza. Viceversa nell'*Alophora hemiptera* F. (Ciclorrafo Fasiide) la differenza cromatica sessuale si sovrappone alla differenza di forma delle medesime e può trovare la propria giustificazione nei

diversi impegni di locomozione aerea conseguenti ai diversi impegni biologici di ciascuno dei due sessi. Però comportamento consimile — nella sola maculatura — presentano i Sarcofagidi *Araba fastuosa* Meig. e *Phylloteles pictipennis* Lw. in un contesto biologico (per quanto mi sia noto) non altrettanto chiaro.

Fra i Tripetidi sembra che prevalgano (come intensità cromatica e come estensione delle macolature) i cromatismi alari delle femmine su quelli dei maschi (per es. la *Philophylla heraclei* L. sec. Lundblad e Liudblom, 1925) e fra gli etiopici, con aspetto più vistoso, *Perilampsis umbrina* Munro ed *Axiorthauma albinodosum* Munro. Però nella nostra *Euribia* (*Spilographa*) *zoe* Meig. la meno estesa, ma cromaticamente più accentuata, maculatura delle ali maschili porterebbe il discorso su un piano più complicato; e l'Ortalide nordamericano *Plagiostenoptera* (*Carolimyia*) *diptera* Malloch presenterebbe,

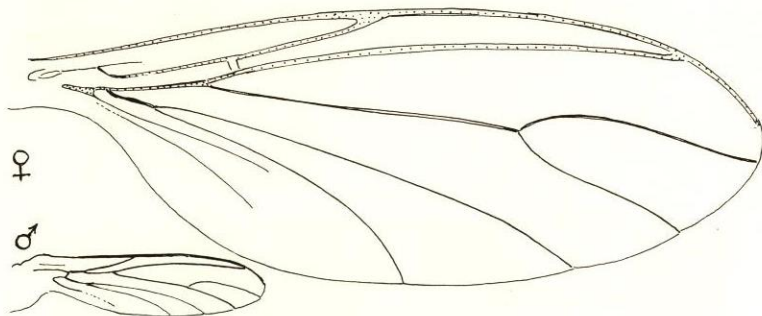


FIG. X.

Il meiotterismo nettamente equitativo del sesso maschile di *Hyperlasion curtipennis* Edw. (Nematocero Sciaride) (secondo e da Edwards, 1926, ridisegnate).

secondo il descrittore, maculatura positiva più estesa nel maschio che non nella femmina. Indubbiamente lo studio del fenomeno, già complicato di per sè, deve essere sottoposto a più estesa indagine anche alla luce di quei problemi prospettati nella nota 1 di pag. 93.

11) Piani cromatici simili in forme tassonomicamente lontane.

Il fatto — e gli esempi che adduco dimostrano in quale spettacolare misura tali fenomeni possano esplicarsi — che piani cromatici simili si trovino realizzati sulle ali di Ditteri fra di loro molto distanti dal punto di vista tassonomico induce a ritenere che gli effetti cromatici della superficie alare non siano privi di una qualche causa dissociata, e quindi indipendente, dalla posizione tassonomica della singola specie, e naturalmente anche da tutto quel complesso di assetti fisiologici legati alla posizione evolutiva alla quale l'entità specifica sia pervenuta. Trattandosi di organi destinati alla locomozione aerea e consapevole di quanto tale locomozione sia condizionata

dai fattori fisici esterni (in misura tanto più pesante quanto più veloce sia l'oscillazione e più vario e complesso il variare della posizione dell'arto nello spazio nel corso della singola oscillazione) e dalla diversità degli impegni incumbenti sulle singole specie (o addirittura su ciascun sesso della singola specie) io sono portato a credere che la somiglianza degli assetti cromatici della superficie portante dell'ala sia causata da una somiglianza di condizioni nelle quali la locomozione aerea si svolga. Io mi limito qui a sottoporre del lettore i seguenti esempi tratti da forme per lo più presenti nella fauna del nostro Paese.



FIG. XI.

Esempio di dimorfismo sessuale nella maculatura alare: in alto è raffigurata l'ala del ♂ e in basso l'ala della ♀ (sec. Munro, 1939, ridisegnate) della *Perilampsis umbrina* Munro (Schizoforo Tripetide).

1) Le ali di alcuni Tabanidi (Ditteri Ortorrafti) del genere *Haematopota* Meig., quelle di alcuni Platistomidi (Ditteri Ciclorrafti) del genere *Platystoma* Meig. e alcune di Tripaneidi (ancora Ciclorrafti) del genere *Paroxyna* Hend. sono caratterizzate da una maculatura negativa costituita da piccole macchiette bianche uniformemente o disformemente distribuite in campo grigio omogeneo. In alcune forme un addensamento determinato dall'aumento dimensionale delle macule determina la comparsa di una fascia trasversale ortogonale a circa due terzi della lunghezza dell'arto.

Io credo che non vi sia raccoglitore di Ditteri il quale non si renda conto degli elementi comuni e caratteristici del volo (rapido, ma breve) e dell'ambiente (prati intervallati da alberi, arbusti sui margini dei fossi) nei quali nelle nostre regioni si rinvencono più comunemente tali insetti.

2) Le ali di alcune specie di piccoli Chironomidi (Nematoceri) per es. *Culicoides crepuscularis* e quelle di alcuni piccoli Efidridi (Brachiceri Schizofori: per es. *Scatella stagnalis* Fall.) (fig. XII) presentano la caratteristica di possedere ali di un tenue colore grigio sul quale risaltano macule

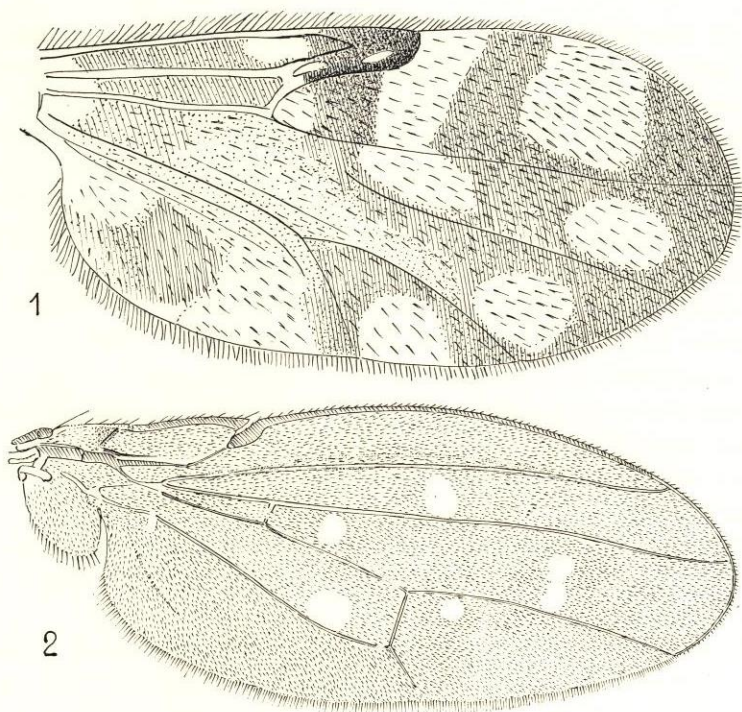


FIG. XII.

Esempio di piani cromatici simili in forme tassonomicamente lontane. In questo caso, pur nella diversità dimensionale delle macule negative e nel modo della loro determinazione = pigmentazione della membrana nel primo e assenza di peluzzi nel secondo, = le due specie presentano tre serie trasversali di macule nei campi medio e apicale dell'arto. 1, *Culicoides crepuscularis* Malloch (Nematocero Ceratopogonide: da Cole, 1969, ridisegnato); 2, *Scatella stagnalis* Fall. (Brachicero Schizoforo Efidride, disegno originale).

chiare rotondeggianti. Chi abbia dimestichezza con tali insetti non può trattenersi dal por mente al fatto che gli uni e gli altri vivano ai margini di specchi d'acqua volando su di essi o in mezzo alle erbe delle sponde.

3) Relativamente comune fra i Ditteri abbastanza abili (ma non forti) volatori e di medie o grosse dimensioni è un assetto cromatico rappresentato da una membrana alare di netto colore giallo nei campi basi-costale e basi-mediale (sia pur con estensione variabile entro limiti non troppo larghi)

e di colore nerastro (sia pur con lembi, sfumature marginali, affioramenti parziali giallicci) nella residua e ben più ampia porzione della superficie portante dell'arto. Un tale assetto cromatico si rinviene sia in Ditteri Aschizi (per es. nel Sirfide *Chrysotoxum intermedium* Meig.) sia in Ditteri Ciclorrafi (per es. in *Caricea pictipennis* Lw., *Mesembrina meridiana* L., *Echinomyia fera* L.).

CONFRONTO DI ALCUNE CONDIZIONI DELLE COLORAZIONI E DELLE MACULATURE NELLE ALI DEGLI IMENOTTERI E DEI DITTERI.

Poichè gli Imenotteri ed i Ditteri costituiscono due fra i maggiori ordini di Insetti Endopterigoti — quindi olometaboli — i quali siano provvisti di ali nude macroscopicamente, ritengo interessante esporre qualche considerazione sulle colorazioni o maculature alari in seno all'uno e all'altro gruppo; cioè, in definitiva, rilevare con larga approssimazione somiglianze o differenze eventuali al riguardo. È necessario altresì che aggiunga come lo stabilimento di un siffatto paragone del comportamento cromatico della membrana alare dei membri dell'uno e dell'altro ordine è permesso solo se si consideri valida la ipotesi di base del presente scritto; cioè che la condizione filologicamente iniziale o primitiva dell'ala fosse costituita da completa e omogenea mancanza di colorazione della membrana alare, e che la colorazione o maculatura di questa sia prevalentemente condizionata (nel senso espresso nel capoverso 2 di pag. 83) dalle funzioni meccaniche delle quali tutta o solo parti della membrana alare siano investite nel corso della locomozione aerea.

Ciò premesso io ritengo di poter rilevare (ed il lettore giudichi se e quanto tali argomenti fiancheggiino o contrastino con l'assunto del mio studio) i fatti seguenti.

1) Nessuna apprezzabile differenza mi risulta presentarsi nelle tonalità cromatiche determinate dall'accumulo dei pigmenti in seno alla membrana alare (la quale quindi, in toto o in parte, dall'aspetto vitreo e translucido passa — nella grande maggioranza dei casi — solo al lattescente o a gamme comprese fra il grigio e il nero da un lato e fra il giallo e il piceo dall'altro lato).

2) Nessuna apprezzabile differenza mi risulta manifestarsi nella distribuzione della colorazione omogenea o quasi omogenea estesa a tutta la superficie membranosa dell'ala: nel senso che tale elemento cromatico si manifesta soprattutto nelle ali delle forme grandi volatrici di maggiori dimensioni (cfr. pag. 85, capoverso 2).

3) All'opposto dei Ditteri, infine, a me risulta che le ali degli Imenotteri presentino maculature della membrana alare più rare e strutturalmente meno complicate.

Ed a riguardo di tale ultimo punto io desidero sommariamente esporre il presumibile determinismo di tale diversità di comportamento.

Negli Imenotteri la locomozione aerea è permessa dall'oscillazione di due paia di ali (differenti fra di loro per la più ridotta dimensione delle posteriori e per il numero e decorso delle vene) le quali nel corso della propria attività vibrano non soltanto in stretto e perfetto sincronismo, ma anche addirittura vicendevolmente collegate l'una all'altra (ed in un tratto comune a quasi tutto l'ordine) da quegli *hamuli* portati dal margine costale delle ali metatoraciche ⁽¹⁾. Di conseguenza la superficie portante di volo degli Imenotteri è schematizzabile con un unico piano articolato sul torace in due punti distinti e apprezzabilmente allontanati l'uno dall'altro ⁽²⁾ (cioè nei due punti di articolazione dell'ala anteriore e posteriore di ciascun lato sul torace). Questa situazione permette, per notevole ampiezza, solo la rotazione di siffatto piano lungo la linea di articolazione rappresentata dal seg-

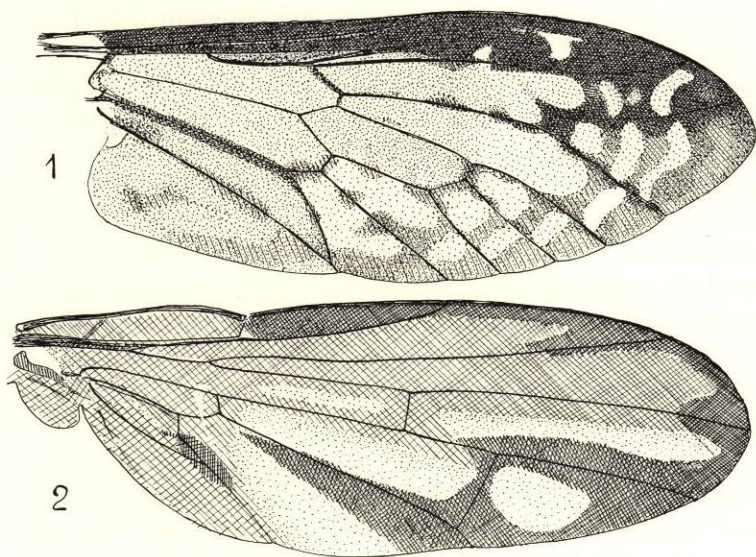


FIG. XIII.

Esempio di piani cromatici simili (in questo caso unifasciatura negativa longitudinale) in forme tassonomicamente lontane: 1, *Haematopota copermanni* Austen (Brachicero Ortorrafo Tabanide: da Oldroyd, 1952, ridisegnato); 2, *Sophira phlox* Munro (Brachicero Schizoforo Tripetide: da Munro, 1935, ridisegnato).

⁽¹⁾ A me sembra sintomatico al riguardo il diverso decorso della vena costale nell'ala anteriore e in quella posteriore di numerosi Imenotteri Apocriti, o la presenza di tale vena in quella anteriore e assenza in quella posteriore nei Calcidoidei, per es.

⁽²⁾ Non meno interessante è l'esame della tendenza (rimaricabile anche nelle ali degli Imenotteri) ad avvicinare vicendevolmente i tratti basali delle vene longitudinali nel tentativo di ridurre l'articolazione del singolo arto sul torace, se non ad un unico punto, nel più breve segmento possibile. Ma ancor più significativo è il ravvicinamento delle inserzioni dell'ala mesotoracica e metatoracica del medesimo lato ottenuto con le deformazioni sia delle basi degli arti sia dei corrispondenti segmenti toracici.

mento che congiunge i due punti di articolazione delle due ali, cioè il solo movimento di innalzamento e abbassamento della superficie portante (1).

Invece i Ditteri, forniti di un unico paio di ali (e di ali le cui vene, nella porzione basale, riescono — concentrandosi — a ridurre l'articolazione dell'arto sul torace ad una linea brevissima, (se non ad un unico punto) possono aggiungere (e in realtà aggiungono, se pur in misura diversa nei singoli gruppi) ad un ampio movimento di innalzamento ed abbassamento della superficie portante in volo quello della rotazione della superficie portante medesima intorno al proprio asse longitudinale (2). Nei Ditteri pertanto le posizioni che la superficie portante dell'ala (cioè la membrana) assume nei diversi e successivi istanti del proprio movimento sono estremamente più varie. La necessità di evitare che in qualche momento di questo velocissimo cambiare di posizione i risultati meccanici della compressione dell'aria determinino spinte che alterino l'equilibrio dell'animale oppure annullino (o anche soltanto riducano) il peso delle componenti del poligono delle forze destinate al sollevamento e all'avanzamento del corpo in volo, costringe l'ala (cioè la superficie portante) a dividersi in porzioni mobili l'una sull'altra (o per lo meno capaci di alterare vicendevolmente, se pur di pochissimo, la propria singola posizione nello spazio nei singoli istanti e nelle singole, rapidissimamente succedentisi, posizioni che l'ala acquista nel mezzo in cui opera).

Tale risultato appunto i Ditteri ottengono variando disposizione e forza delle vene alari (cfr. Venturi, 1969, l.c.), ed inoltre (vorrei dire addirittura là dove non sia possibile ricorrere alle vene) impartendo alla membrana alare elasticità o rigidità diverse in aree particolari della propria superficie. L'A. ritiene che l'accumulo (maculatura positiva) o l'eliminazione dei pigmenti in un'ala uniformemente colorata (maculatura negativa) che impartiscano siffatte proprietà e che colpiscono — nei Ditteri — l'occhio dell'osservatore nella tonalità cromatica, forma, estensione e posizione rispondono a precise funzioni meccaniche dell'ala e delle sue singole parti e sono classificabili sulla base di quei medesimi concetti funzionali che mi hanno permesso di proporre uno schema per la venulazione alare dei Ditteri.

(1) Non posso certo escludere che in misura modesta e in determinati istanti della oscillazione completa delle ali la posizione nello spazio dell'una o dell'altra ala subisca leggere variazioni di posizione nello spazio nei confronti di quella teorica costituita dalle superfici dei due arti collegate vicendevolmente. È certo però che queste particolari rotazioni di uno o altro arto o di porzioni dell'uno e dell'altro siano di entità di gran lunga inferiori e quelle proprie dell'ala dei Ditteri Brachiceri.

(2) Si confronti il comportamento in volo della singola penna remigante dell'ala degli uccelli quale è stato delineato, per es., da Storer, 1952.

RIASSUNTO

L'A. espone nella presente pubblicazione gli elementi (desumibili da un esame di alcuni comportamenti generali delle colorazioni e delle maculature alari delle ali dei Ditteri) a sostegno della ipotesi che tali condizioni cromatiche della membrana alare rivestano soprattutto una funzione meccanica: nel senso che i pigmenti siano in grado di impartire particolari caratteristiche di rigidità od elasticità alle porzioni della superficie portante delle ali dei ditteri che ne siano forniti.

Nella parte generale viene inquadrato il problema e vengono definiti i limiti della ipotesi di lavoro. Nella parte speciale viene sinteticamente esaminato il comportamento del fenomeno cromatico delle ali dei Ditteri sotto i profili (e nei relativi capitoli) seguenti:

- Rapporto fra colorazione alare e dimensione corporea;
- Assenza di maculature nelle ali di Ditteri grandi volatori;
- Colorazioni e decolorazioni delle vene alari;
- Congiunzione o disgiunzione fra vene e colorazioni o maculature;
- Presenza di maculature (positive o negative) in punti di particolare interesse meccanico;
- Sostituzione della maculatura alla vena;
- Incorniciatura delle maculature;
- Opposizione di fase dei piani cromatici;
- Specularità delle maculature;
- Dicroismo sessuale di colorazioni e maculature alari;
- Piani cromatici simili in forme tassonomicamente lontane.

Nella parte conclusiva l'A. espone le presumibili cause meccaniche responsabili di un diverso comportamento dei fenomeni cromatici alari (del resto di ordine quantitativo e non qualitativo) negli Imenotteri e nei Ditteri ed afferma che le maculature possono essere classificate — su base funzionale — in modo simile a quello che il Venturi ha esposto e illustrato per gli assetti venulari delle ali dei medesimi Ditteri.

Introduction to the study of the presumable mechanical function of alar colourings and maculations of Diptera.

SUMMARY

The author explains in the present publication those elements (which are deducible by an examination of some general behaviours of alar colourings and maculations of diptera's wings) for supporting the hypothesis that such chromatic conditions of the alar membrane have chiefly a mechanical function: i.e. the pigments are in a condition to give particular features of stiffness and elasticity to the parts of the diptera wing planes when they are present.

In the general part of the publication the problem is framed and the limits of the hypotheses of work are set. In the special part the author has synthetically considered the behaviour of the wing chromatic phenomenon of diptera under the following aspects (subdivided in specific chapters):

- Relation between alar colouring and bodily size;
- Lack of maculations in the diptera wings which are great flyers;
- Colourings and decolorations of the alar veins;
- Connection and disjunction between veins, colourings and maculations;
- Presence of maculations (positive and negative) in points of particular mechanical interest;
- Substitution of the maculation to the vein;

Frame of maculations;
Fase opposition of the chromatic planes;
Specular properties of maculations;
Sexual dieroism of alar colourings and maculations;
Similar chromatic planes in taxonomical far forms.

In the conclusive part the author shows the presumable mechanic causes that are responsible of a different behaviour of alar chromatic phenomena (on the other hand of quantitative but not qualitative order) concerning hymenoptera and diptera, and states positively that maculations can be classified — on functional basis — in similar way to the one that Venturi has shown and illustrated for the wing venular dispositions of the same diptera.

BIBLIOGRAFIA

relativa alla parte generale

- BEER S., 1942. — Ricerche sulla morfologia dei disegni nelle ali di Papilionidi
Ins. Lepidoptera. - *Comment. Pont. Acad. Scient.*, 6: 27-181, 18 figg., 2 tavv.
BROWER L. P., 1969. — Chimica ecologica. - *Le Scienze*, 10: 98-105, — figg.
DENTON E., 1971. — Reflectors in Fishes. - *Scientific American*, 224: 64-72, 1 tav.
MEIJERE J. C. H., DE, 1916. — Zur Zeichnung der Insekten-, im besonderen der
Dipteren- und Lepidopterenflügels. - *Tijdschr. v. Ent.*, 49: 55-147.
SPOTTEL W., 1914. — Über die Farben der Vogelfedern. - *Zool. Jahrb., Anat. u.
Ont.*, 48: 357-379.
STORER J. H., 1952. — Aerodinamica degli uccelli. - *L'Illustrazione scientifica*,
32: 8-33, 6 figg.
TINBERGEN N. :::, 1958. — Il colore come difesa. - *L'Illustrazione scientifica*,
99: 8-13.
VENTURI F., 1969. — Le vie seguite dai Ditteri nella riduzione della venatura
alare. - *Mem. Soc. Entom. Ital.*, 48: 447-491, 106 figg.

BIBLIOGRAFIA

relativa agli esempi citati nel testo ed alla iconografia non originale
(ma sempre ridisegnata) alla quale l'A. ha fatto ricorso

- ALEXANDER CH. P., 1928. — The Tanideridae of Australia (Diptera). - *Proc. Linn.
Soc., New South Wales*, 53: 367-374, 4 figg.
AUSTEN E. E., 1937. — Bombyliidae of Palestine Diptera. - *Typ. Trustes Brit.
Mus., London*, pp. ix+188, 72 figg., 3 tavv.
BEZZI M., 1913. — Indian Trypaneids (Fruit-Flies) in the Collection of the Indian
Museum. Diptera. - *Mem. Indian Mus.*, 3: 51-175, 3 figg., 3 tavv.
BEZZI M., 1924. — South African Trypaneid Diptera in the Collection of the South
African Museum. - *Ann. South. Afr. Mus.*, 19: 446-577, 4 tavv.
BRUNETTI E., 1918. — Revision of the Oriental Tipulidae (Dipt.) with Descriptions
of new Species. Part II. - *Rec. Indian Mus.*, 15: 255-340, 7 figg., 2 tavv.
COLE F. R., 1969. — The Flies of Western North America. - *Typ. Univ. of Calif.,
Berkeley*, pp. xi+693, 360 figg., 1 tav. col.
EDWARDS F. W., 1926. — Another case of reduced wings in a male Sciarine Fly
(Diptera Mycetophilidae). - *Ent. Monthl. Mag.*, 12: 111-113, 3 figg.
GOELDI E. A., 1905. — Os Mosquitos (Dipt. Culicidae) no Pará. - *Mem. Mus. Goeldi*,
6: 1-154, 5 tavv. col.

- LOEW H., 1873. — Diptera of North America, Part III. - *Smithsonian Misc. Coll.*, 256: pp. VII+351, 4 tavv.
- LUNDBLAD O., LINDBLOM A., 1925. — Sellerifugan *Philophylla (Acidia) heraclei* L. som skadedjur i Sverige. - *Meddel. n. Centralanst. f. Fforsoksvas.*, pp. 1-25, 21 figg.
- MARSHALL J. F., 1938. — The British Mosquitoes Dipt. Culicidae. - *Typ. Trustes Brit. Mus.*, London, pp. XI+342, 172 figg., 20 tavv.
- MELJERE J. C. H., DE, 1911. — Studien über sudostasiatische Dipteren. VI. - *Tijdschr. v. Entom.*, 54: 258-432, 5 tavv.
- MELJERE J. C. H., DE, 1919. — Beitrag zur kenntnis der Sumatranischen Dipteren. - *Bijdragen tot de Dierkunde*, 21: 13-39, 1 tav.
- MUNRO H. K., 1935. — Records of Indian Trypetidae (Diptera) with descriptions of some apparently new species. - *Rec. Indian Mus.*, 37: 15-27, 6 figg.
- MUNRO H. K., 1939. — Studies on African Trypetidae, with descriptions of new species. Diptera. - *Journ. Ent. Soc. South Afr.*, 1: 26-46, 1 fig.
- MUNRO H. K., 1946. — Some remarkable new Trypetidae (Dipt.) from the Mountains of East Africa. - *Ann. & Mag. Nat. Hist.* (Ser. 11), 13: 482-493, 4 figg.
- OLDROYD H., 1952. — The Horse-flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian Region. Vol. I. - *Typ. Trustes Brit. Mus.*, London, pp. IX+216, 318 figg.
- OLDROYD H., 1957. — The Horse-flies (Diptera: Tabanidae) of the Ethiopian Region. Vol. III. - *Typ. Trustes Brit. Mus.*, London, pp. IX+489, 340 figg., 13 tavv.
- PETERSON B. V., ARNTFIELD P. W., 1971. — A new species of *Coniceromyia* from Chiapas, Mexico (Diptera: Phoridae). - *Studia Entom.*, 14: 395-398, 1 fig.
- SPEISER P., 1909. — Diptera Orthorhapha. - In: *Sjosteds Kilimandjaro-Meru Expedition*, 10: 31-112, 19 figg.
- SPEYER E. R., 1923. — Mycetophilid Flies as Pests of the Cucumber plant in Glass-houses. - *Bull. Ent. Res.*, 13: 255-259, 8 figg.