

ISSN 0425-1016

# ENTOMOLOGICA

Annali di Entomologia Generale ed Applicata  
pubblicati dall'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Bari

Vol. XXIV-1989



INDUSTRIA GRAFICA LATERZA  
BARI

---

*Direzione e Redazione:* Istituto di Entomologia Agraria della Università  
via Amendola 165/A - 70126 BARI

*Comitato scientifico e di redazione:* JAN BOCZEK - Department of Appl. Ent. Agr. Univ. Warsaw  
FRANCO FRILLI - Istituto Difesa delle Piante Univ. Udine  
RAFFAELE MONACO - Ist. Ent. Agr. Univ. Bari  
GIORGIO NUZZACI - Ist. Ent. Agr. Univ. Bari  
DOMENICO ROBERTI - Ist. Ent. Agr. Univ. Bari  
MARIO SOLINAS - Ist. Ent. Agr. Univ. Perugia  
ANTONIO TRANFAGLIA - Ist. Ent. Agr. e For. Univ. di Basilicata

*Direttore responsabile:* DOMENICO ROBERTI

Autorizzazione del Tribunale di Bari n. 306 del 19 aprile 1966

The papers published in this journal are selectively abstracted and indexed in the *Review of Applied Entomology* compiled by the Commonwealth Institute of Entomology, London, and published by the Commonwealth Agricultural Bureaux.

## Indice del volume

1. GIORGIO NUZZACI - ENRICO DE LILLO  
Contributo alla conoscenza dello gnatosoma degli Acari Tenuipalpidi (Tetranychoidae: Tenuipalpidae).  
Contribution to the knowledge of the gnathosoma in Tenuipalpid mites (Tetranychoidae: Tenuipalpidae) ..... pag. 5
2. BIN F., COLAZZA S., ISIDORO N., SOLINAS M., VINSON S.B.  
Antennal chemosensilla and glands, and their possible maening in the reproductive behaviour of *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hym.: Scelionidae).  
Sensilli chemiorecettori e ghiandole antennali e loro possibile significato nel comportamento riproduttivo di *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera, Scelionidae). » 33
3. LUIGI DE MARZO  
Note di anatomia sui genitali interni in alcuni Pselafidi (Coleoptera).  
Anatomical notes of the internal genitalia in some Pselaphids (Coleoptera) ..... » 99
4. R. MONACO  
Insolito sviluppo di una seconda generazione antofaga in *Prays oleae* (Bern.) (Lepid. Yponomeutidae).  
Unusual development of an anthophagus second generation in *Prays oleae* (Bern.) (Lepid.-Yponomeutidae) ..... » 107
5. LUIGI DE MARZO - NICOLA VOVLAS  
Strutture ed organi esoscheletrici in *Batrisodes oculatus* (Aubé) (Coleoptera, Pselaphidae).  
Exoskeletal structures and organs of *Batrisodes oculatus* (Coleoptera) (Pselaphidae) ..... » 113
6. ISIDORO N. - LUCCHI A.  
Eggshell fine morphology of *Allocontarinia sorghicola* (Coq.) (Diptera: Cecidomyiidae).  
Morfologia fine degli involucri (corion e membrana vitellina) dell'uovo di *Allocontarinia sorghicola* (Coq.) (Diptera: Cecidomyiidae) ..... » 127
7. O. TRIGGIANI - J.J. LIPA  
Pathogens occurring in a population of *Tortrix viridana* L. (Tortricidae) in Southern Italy.  
Patogeni presenti in una popolazione di *Tortrix viridana* L. (Tortricidae) nell'Italia del Sud ..... » 139
8. LUIGI DE MARZO  
Endosimbiosi batterica in *Paederus rubrothoracicus* Goeze (Coleoptera, Staphylinidae).  
Bacterial endosymbiosis in *Paederus rubrothoracicus* Goeze (Coleoptera, Staphylinidae) ..... » 145

9. LUIGI DE MARZO - FRANCESCO PORCELLI  
Dettagli strutturali dei chemiorecettori antennali in *Carpophilus hemipterus* (L.) e  
*C. humeralis* (F.) (Coleoptera, Nitidulidae).  
Fine structure of the antennal chemosensilla in *Carpophilus hemipterus* (L.) and  
*C. humeralis* (F.) (Coleoptera, Nitidulidae)..... » 151
10. S. LONGO, S. MAROTTA, A. RUSSO, A. TRANFAGLIA  
Contributo alla conoscenza della coccidofauna (Homoptera, Coccoidea) della Si-  
cilia.  
Contribution to the knowledge of the coccids fauna (Homoptera, Coccoidea) of  
Sicily with the description of a new species ..... » 163

GIORGIO NUZZACI - ENRICO DE LILLO\*

## Contributo alla conoscenza dello gnatosoma degli Acari Tenuipalpidi (Tetranychoida: Tenuipalpidae)\*\*

### INTRODUZIONE

Numerosi aspetti di morfologia ed anatomia degli Acari Tetranychidae (Superfamiglia Tetranychoida) sono stati già oggetto di ricerca (BLAUVELT, 1945; ALBERTI & STORCH, 1974; AKIMOV & BARABANOVA, 1977; CROOKER, 1981; MOTHES & SEITZ, 1981; ALBERTI & CROOKER, 1985; ecc.). Le conoscenze sulla anatomia funzionale dello gnatosoma di questi, descritto ed illustrato in alcune sue parti per diverse specie (BLAUVELT, 1945; SUMMERS *et al.*, 1973; AKIMOV & BARABANOVA, 1981; ANDRÉ & REMACLE, 1984; ALBERTI & CROOKER, 1985, ecc.), non possono però ritenersi definitive a causa delle difficoltà soprattutto tecniche di allestimento dei preparati per il microscopio elettronico a trasmissione (TEM).

Per i Tenuipalpidae, appartenenti anch'essi alla Superfamiglia Tetranychoida, è stato finora effettuato uno studio morfologico preliminare, al microscopio luce ed a quello elettronico a scansione, che suggerisce una certa similitudine con quanto già osservato per i Tetranychidi (HISLOP & JEPSON, 1976). Le informazioni fornite con tale studio sono scarse e insufficienti a confermare la predetta ipotesi.

Pertanto, data la conformazione dello gnatosoma che permette di ottenere più agevolmente sezioni seriali per indagini al TEM, si è inteso eseguire uno studio morfologico delle parti boccali dei Tenuipalpidi per verificare le ipotesi di Hislop e Jeppson ed avere ulteriori elementi di confronto con i Tetranychidi.

Il presente contributo completa ed approfondisce quanto già esposto in occasione del 1° Simposio Europeo di Acarologia (Graz - 1988) (NUZZACI & DE LILLO, 1988), dove è stata succintamente riportata la morfologia delle parti boccali del *Cenopalpus pulcher* (Canestrini & Fanzago), evidenziando la presenza di

---

\* Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Bari. Gli Autori hanno partecipato in eguale misura alla realizzazione del presente lavoro.

\*\* Ricerca parzialmente finanziata dal C.N.R. 89/0441.06.

una pompa salivare finora sconosciuta nei Tetranychoidi, e facendo un breve cenno ai meccanismi di assunzione del cibo. Di seguito si fornisce una dettagliata descrizione morfologica sia delle parti boccali che delle strutture nervose a queste correlate, illustrando anche con l'aiuto di disegni semischematici i rapporti funzionali tra le medesime durante l'attività trofica. Allo stesso tempo viene effettuato un tentativo di stabilire le omologie con le analoghe strutture individuate finora nei Tetranychidi.

#### MATERIALI E METODI

Sono state utilizzate in questa ricerca prevalentemente femmine svernanti di *C. pulcher*, raccolte da rami e branchette di *Prunus domestica* L.

Le micrografie al microscopio elettronico a scansione (Cambridge S100) sono state effettuate su esemplari di *Hystripalpus rotai* (Castagnoli & Pegazzano) uccisi con vapori di etere etilico poco prima dell'osservazione.

L'allestimento dei preparati per il microscopio elettronico a trasmissione (Zeiss EM 109) è stato eseguito secondo le usuali metodologie: fissazione prima con glutaraldeide al 4% in tampone fosfato 0,1 M a pH 7,2 per 5 h e poi in tetrossido di osmio al 3% per 3 h, sempre alla temperatura del ghiaccio fondente; disidratazione nella serie degli alcoli a partire da una soluzione al 25%; inclusione in Araldite 502 polimerizzata a 70°C per 48 h; taglio di sezioni fini (200-500 Å) utilizzando l'ultramicrotomo Ultratome L.K.B. III 8800; contrasto delle sezioni con acetato di uranile e citrato di piombo.

Le sezioni, tutte trasversali, sono state effettuate a partire dalla estremità anteriore dello gnatosoma fino poco oltre le setole infracapitulari.

Gli esemplari sono stati dissecati con un microbisturi, all'inizio della fissazione, al fine di agevolare la penetrazione all'interno dei tessuti dei vari composti utilizzati nell'allestimento dei preparati.

#### TERMINOLOGIA USATA NEL TESTO E SIMBOLI USATI NELLE FIGURE

Le strutture morfologiche descritte nel presente contributo, quando non precisato, vengono indicate con i termini già utilizzati per quelle analoghe osservate per i Tetranychidi nei lavori precedenti.

Per uniformità, si è inteso utilizzare nelle figure i simboli in parte già riportati da HISLOP & JEPSON (1976), VAN DER HAMMEN (1980) e ANDRÉ & REMACLE (1984) e qui di seguito elencati.

ad, sensilli adoral  
ap, pezzi accessori dello stiloforo

as, rinforzo anulare  
ca, apodema cervicale

cg,	solchi chelicerali	pc,	camera faringeale
Ci,	canale commesurale inferiore	pg,	solco preorale
cl,	labbra capitulari	PH,	faringe
cr,	strozzatura ciliare	pp,	pompa faringeale
fd,	digitus fixus	ps,	sensilli faringeali
GC,	creste laterali dell'infracapitulum	rg,	doccia rostrale
INF,	infracapitulum	sd,	dendriti sensoriali invadenti il lume degli stilette
is,	setole infracapitulari	se,	sella capitulare
Ji,	commessura orale inferiore	sp,	propiorecettore dello stiloforo
LL,	labbra laterali	ST,	stilette chelicerali
LS,	labrum	STY,	stiloforo
ls,	dendriti invadenti il labrum	t,	tendini
md,	dotto salivare mediano	tb,	corpi microtubulari
OE,	esofago		
PA,	pedipalpi		

## RISULTATI

### Gnatosoma

Viene riportata una descrizione dettagliata con indicazioni topografiche delle seguenti parti boccali: infracapitulum, solco preorale e labrum, cheliceri e solchi chelicerali, pompa salivare, commessura orale inferiore e pompa faringeale, strutture sensoriali delle parti boccali.

*Infracapitulum.* È noto anche come «subcapitulum» (GRANDJEAN, 1957; EVANS *et al.*, 1961; ecc.), «rostrum» (ROTA, 1962; BAKER & CONNELL, 1963; HISLOP & JEPSON, 1976; ecc.), «buccal cone» (EVANS *et al.*, 1961; ecc.), ecc. Si origina dal prolungamento in avanti delle coxe dei pedipalpi ed assume forma tipica di un tronco di cono, allungato e distalmente assottigliato (fig. 1). Si compone di due «labbra laterali» («lateral lips» di VAN DER HAMMEN, 1980) (figg. 2-3) le quali sono fuse medialmente e non mostrano alcuna linea commesurale visibile sulla faccia ventrale (fig. 3) (ANDRÉ & REMACLE, 1984). Diversamente a quanto riportato da HISLOP & JEPSON (1976), l'infracapitulum porta dorsalmente le «creste laterali» («large lateral ridges» di ANDRÉ & REMACLE, 1984) le quali originano le «labbra capitulari» («capitular lips» di ANDRÉ & REMACLE, 1984) (figg. 2-3). Le creste laterali delimitano una profonda doccia detta «rostrale» in accordo con HISLOP & JEPSON (1976) («rostral gutter» di SUMMERS *et al.*, 1973) la quale si estende in posizione dorsomediale per tutta la lunghezza dell'infracapitulum (figg. 2-4), ed accoglie lo stiloforo («mandibular plate» di BLAUVELT, 1945) ed i digiti fixi durante il loro scivolamento in senso postero-anteriore e viceversa. Nella parte più profonda di questa doccia sono contenuti

due tipici alloggiamenti, detti «solchi chelicerali», nei quali avviene lo scorrimento degli stiletti chelicerali (figg. 2-4).

L'apice dell'fracapitulum risulta arrotondato (fig. 1) ed appare più soffice ed elastico rispetto alle parti retrostanti, mentre subdistalmente un rinforzo anulare circonda i solchi chelicerali (fig. 5), conferendo rigidità a questa parte. Questa regione distale corrisponde al «prelabial cavity» di ANDRÉ & REMACLE (1984).

Due paia di corti sensilli conici («setole adorali») sono presenti apicalmente; quello dorsale è leggermente più distale rispetto a quello ventrale.

La cuticola delle pareti della doccia rostrale presenta numerosi punti a spes-

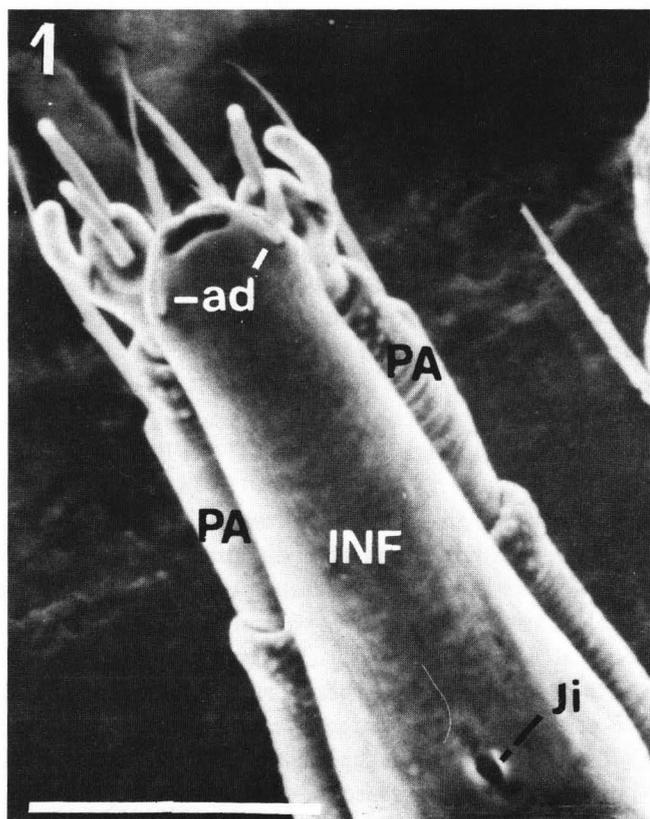


Fig. 1 - *Hystripalpus rotai*. Gnatosoma ripreso ventralmente al microscopio elettronico a scansione. Barra = 10  $\mu$ m.

sore ridotto i quali sembrano consentire il passaggio di materiale, probabilmente a funzione lubrificante (figg. 4-7), nella stessa doccia e nei solchi chelicerali.

Più prossimalmente, l'infracapitulum tende ad aumentare di sezione e mostra ventralmente, poco oltre la commessura orale inferiore, un paio di setole «infracapitulari».

All'interno dell'infracapitulum, oltre alla doccia rostrale e ai solchi chelicerali, sono presenti il solco preorale, il labrum, la bocca, i cheliceri, la pompa salivare, la faringe con la sua pompa e la commessura orale inferiore.

*Solco preorale e labrum.* Il «solco preorale» («preoral canal» di SUMMERS *et al.*, 1973; «propharynx» o «preoral cavity» di ANDRÉ & REMACLE, 1984; «preo-

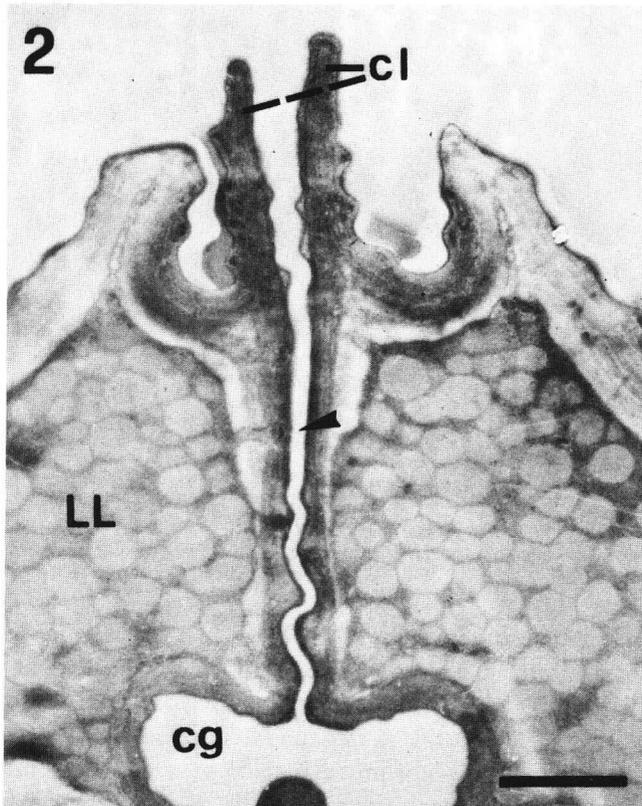
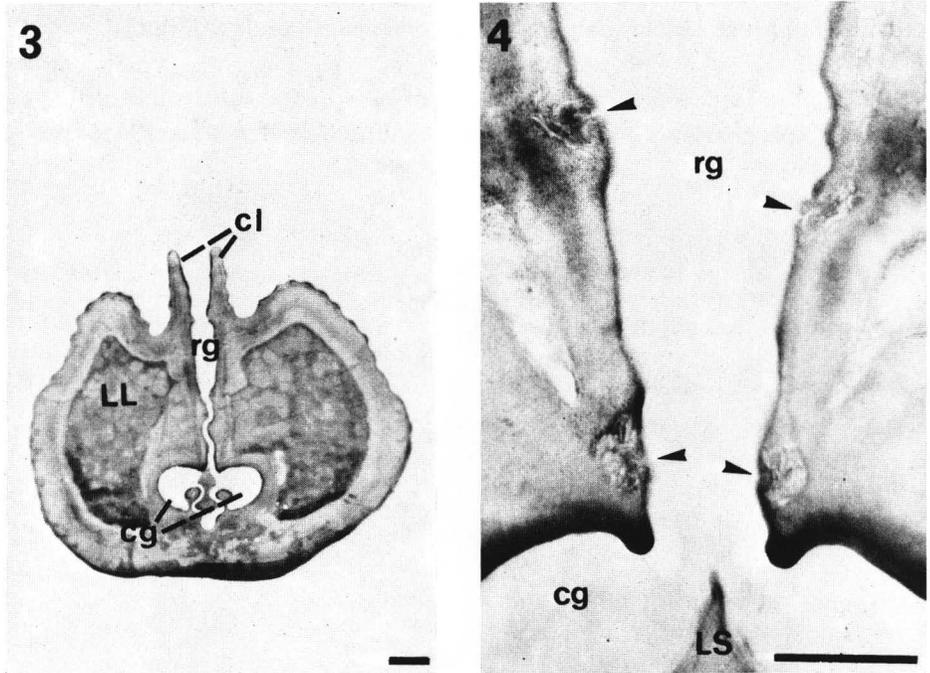


Fig. 2 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografia elettronica di sezione trasversale dello gnatosoma: dettaglio delle creste laterali e delle labbra capitulari a livello della sella capitulare. La freccia indica le aree porose. Barra = 1  $\mu$ m.

ral groove» nei Myobidae di PARAN, 1982) ed il «labrum»<sup>1</sup> risultano strettamente interdipendenti durante i processi trofici e pertanto vengono descritti in uno stesso paragrafo. Entrambi sono mediali, contenuti profondamente nell'infracapitulum, con il primo ventrale rispetto al secondo, ed affiancati dai solchi chelicerali (figg. 3 e 7).



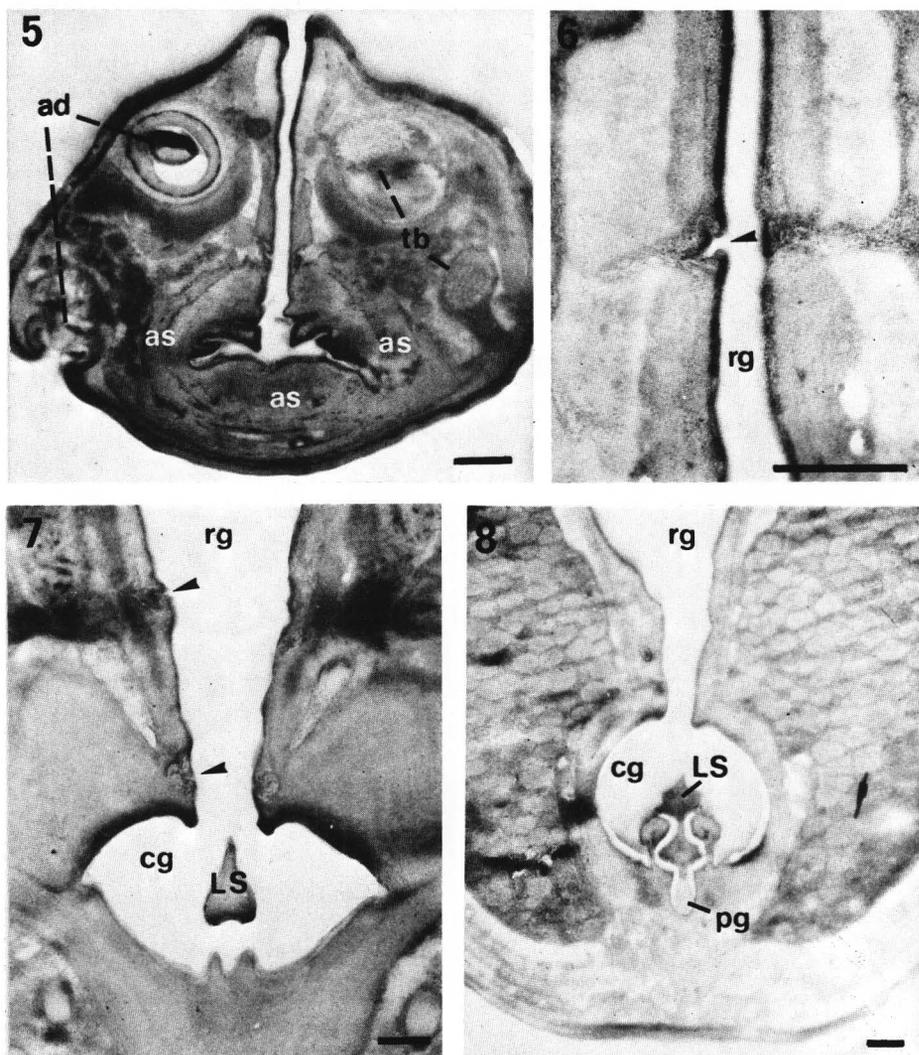
Figg. 3-4 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 3) sezione anteriore alla commessura orale inferiore; 4) doccia rostrale e dettaglio delle aree microporose presenti sulle pareti di questa. Le frecce indicano le aree porose. Barra = 1  $\mu$ m.

Il solco preorale, considerato un relitto della fusione delle labbra laterali, è caratterizzato da pareti più elettrondense e da forma prevalentemente semicircolare in sezione trasversale, come osservato per i Myobidae (PARAN, 1982). Dai margini laterali del solco preorale si elevano laterodorsalmente due rilievi a pareti elettrondense. Questi, il labrum ed il solco preorale si estendono da una posizione subdistale dell'infracapitulum fino alla bocca, hanno forme e dimen-

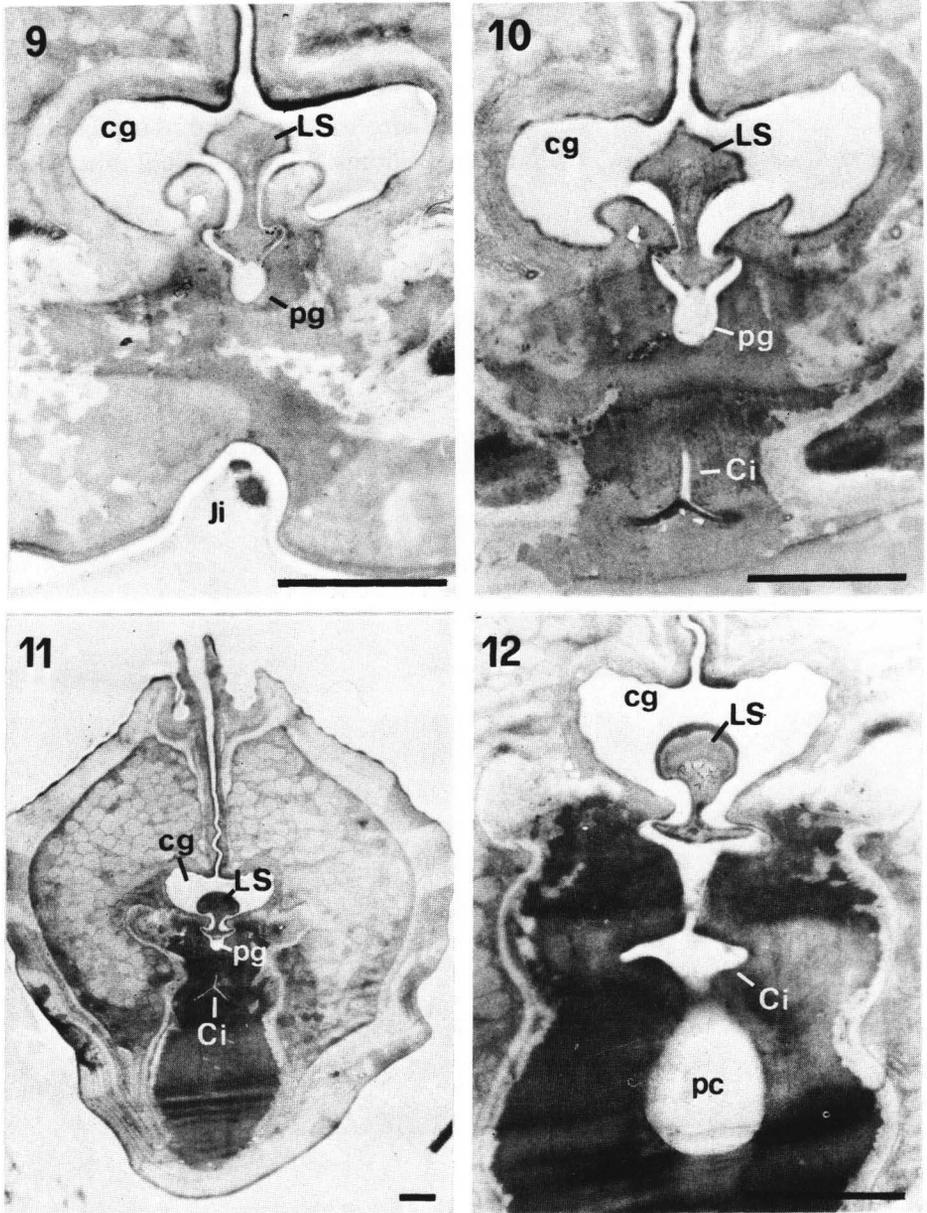
<sup>1</sup> In altri gruppi di Acari alcuni autori (AKIMOV *et al.*, 1988; BOURDEAU-GORIOSSI, 1989) considerano la struttura da noi indicata come labrum parzialmente formata dall'epifaringe, come di regola negli insetti.

sioni molto variabili lungo l'intera loro estensione e mostrano una caratteristica sagoma perfettamente complementare fra loro e tale da permettere la formazione di un «canale alimentare preorale».

Distalmente il labrum risulta assottigliato; ha sezione subtriangolare con altezza di  $0,75 \mu\text{m}$  e base di  $0,5 \mu\text{m}$ . Quest'ultima è rivolta verso il solco preo-



Figg. 5-8 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 5) sezione subdistale a livello del rinforzo anulare; 6) dettaglio delle aree porose presenti sulle pareti della doccia rostrale; 7) dettaglio della sezione subdistale del labrum; 8) dettaglio del labrum ad un livello più prossimale. Le frecce indicano le aree porose. Barra =  $0,5 \mu\text{m}$ .



Figg. 9-12 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: dettagli del labrum a livelli progressivamente prossimali lungo il canale commessurale inferiore. Barra = 1  $\mu$ m.

rale (fig. 7). A questo livello, il labrum ed il solco preorale appaiono circondati dal rinforzo anulare dell'fracapitulum precedentemente descritto.

Successivamente il labrum si ingrandisce in sezione assumendo un'altezza poco superiore al micron. Anche il solco preorale diviene più ampio e sviluppa due rilievi latero-dorsali, apparentemente elastici, che possono aderire perfettamente al labrum durante i suoi movimenti, verso l'alto ed il basso (figg. 8-12).

In una sezione anteriore alla commessura orale inferiore, il labrum appare più rigido, con sezione trasversale a forma di manubrio, disposto in senso verticale. Esso risulta strettamente connesso con i rilievi laterali del solco preorale i quali sono a loro volta verticalmente allungati e sviluppano un lobo dorsale, visto in sezione trasversale, che può inserirsi in una analoga costrizione ai lati del labrum (fig. 8).

Nelle sezioni posteriori alla commessura orale inferiore, si osserva un ingrossamento della porzione dorsale del labrum (figg. 9-12) il quale appare, in prossimità della bocca, dorsalmente arrotondato e ventralmente laminare (figg. 12-13). La parte dorsale arrotondata e quella ventrale laminare del labrum sono tra loro connesse mediante una laminetta verticale. Nello stesso tratto i rilievi laterali dei margini del solco preorale appaiono ridotti ed al di sotto di questi si

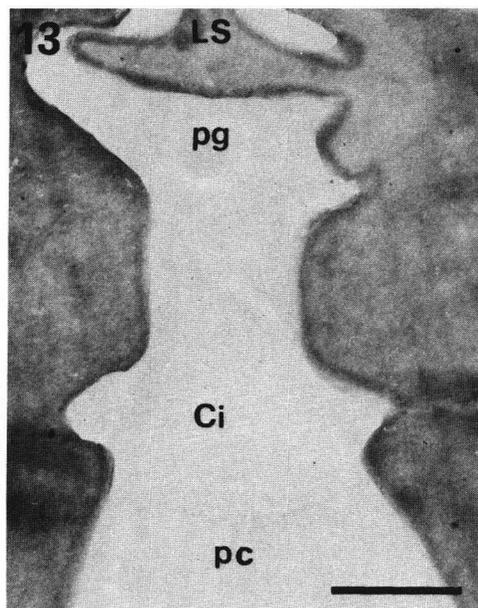


Fig. 13 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografia elettronica di una sezione trasversale dello gnatosoma: dettaglio del punto iniziale di fusione del labrum con l'fracapitulum e della confluenza del canale commessurale inferiore con la camera faringeale. Barra = 0,5  $\mu$ m.

evidenziano due scanalature laterali al solco preorale che costituiscono una guida per un leggero scivolamento antero-posteriore della parte laminare del labrum (figg. 12-13).

Infine, subito dopo la bocca, il labrum si fonde con il «cervix» mentre il solco preorale si continua nella camera faringale all'altezza della confluenza del canale commessurale inferiore nella camera faringale (figg. 12-13).

*Cheliceri e solchi chelicerali.* Nel tratto anteriore i diti mobili dei cheliceri costituiscono due stilette robuste ed allungate che giacciono separatamente nei due solchi chelicerali («stylar channels» di SUMMERS *et al.*, 1973; «cheliceral grooves» di ANDRÉ & REMACLE, 1984; «stylet channel» di ALBERTI & CROOKER, 1985). Questi solchi appaiono delimitati da pareti ispessite («stylar taenidia» di ANDRÉ & REMACLE, 1984), poco deformabili e perfettamente aderenti alla superficie antiassiale degli stilette chelicerali e si estendono dall'apice dell'infracapitulum fino alla base degli stilette (figg. 7-12).

Gli stilette appaiono a forma di semiluna in sezione trasversale, a diametro pressappoco costante di circa  $0,8 \mu\text{m}$  lungo il tratto studiato, e presentano sulla faccia parassiale tre ispessimenti (uno ventrale, uno mediano ed uno dorsale) e due solchi longitudinali di diversa grandezza (fig. 14).

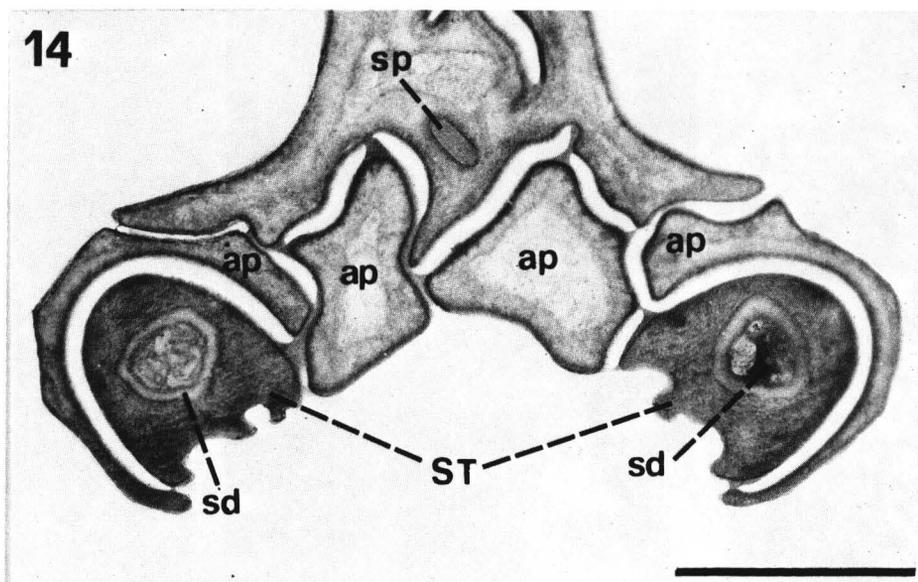


Fig. 14 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografia elettronica di una sezione trasversale dello gnatosoma: particolare dei pezzi accessori dello stiloforo. Barra =  $1 \mu\text{m}$ .

Quando vengono protratti all'esterno dell'infracapitulum, gli stilette possono giustapporsi con le faccie parassiali e, articolandosi attraverso le scanalature e gli ispessimenti, delimitano medialmente un piccolo canale a sezione quasi circolare di circa  $0,16 \mu\text{m}$ . Questo canale è collegato prossimalmente e subito dopo il cervix alla «pompa salivare» ed al «dotto salivare mediano» («median salivary duct» di ALBERTI & CROOKER, 1985) (figg. 15-16).

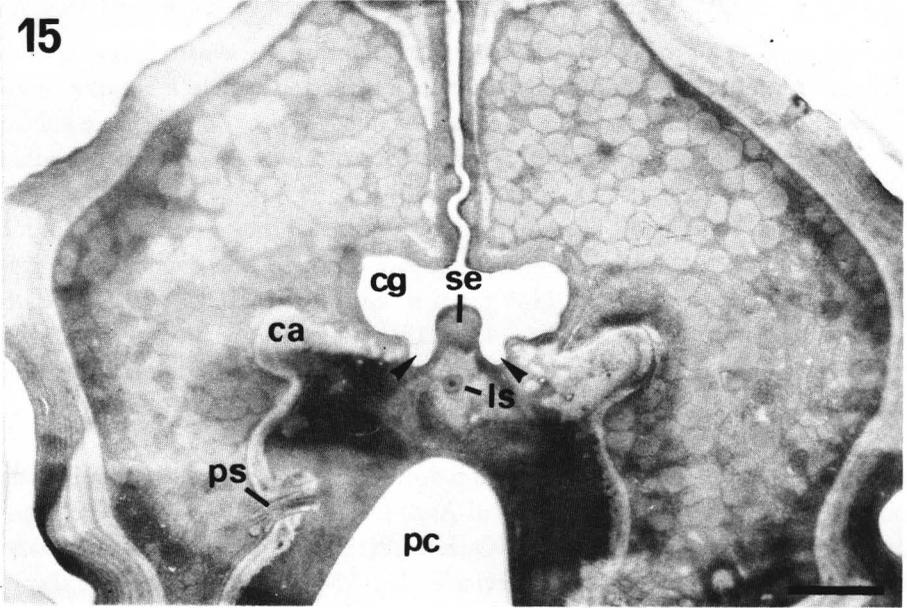
I digiti fixi sono molto corti, appiattiti in senso laterale e costituiscono due strutture laminari e verticali (fig. 17). Queste tendono prossimalmente e gradualmente ad ispessirsi e mostrano pezzi accessori di forma e dimensione diversa disposti ventralmente (figg. 14, 17-18). I digiti fixi scorrono all'interno della doccia rostrale ed in parte, con i pezzi accessori, anche nei solchi chelicerati interponendosi fra gli stilette e le pareti di questi.

*Pompa salivare.* Nei Tenuipalpidi il dotto salivare mediano è delimitato da robusti rilievi («median taenidium» di ANDRÉ & REMACLE, 1984) che lo separano dai solchi chelicerati (fig. 17). Questi ultimi ed il dotto salivare mediano sono inseriti sul robusto apodema cervicale (figg. 15-17). Distalmente esso si apre in un «vestibolo», comparabile con il «salivarium» degli Ixodoidei (ARTHUR, 1962), delimitato lateralmente da due rilievi laminari flessibili ed obliqui, incernierati sull'apodema cervicale, ed a contatto con gli stilette chelicerati (fig. 16). Anteriormente il dotto salivare confina con la «sella capitulare» («capitular saddle» di VAN DER HAMMEN, 1980) (fig. 15). Lateralmente a questa sono distinguibili due brevi e piccoli solchi che sembrano mettere in comunicazione il vestibolo con il canale che gli stilette chelicerati formano durante la protrusione (fig. 15).

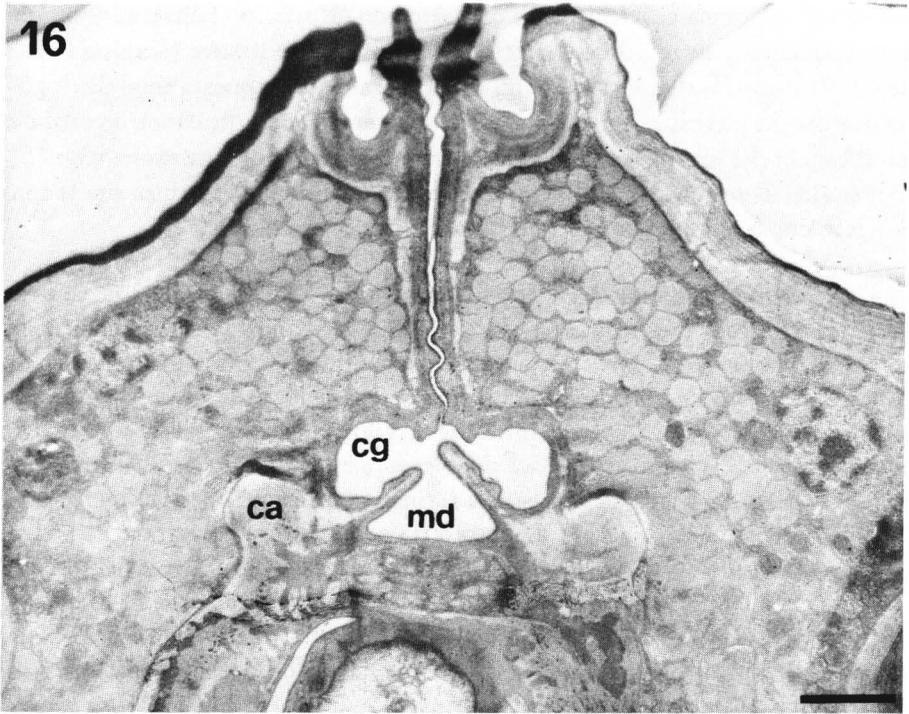
Per altri Tetranychoidi non era stata mai descritta una struttura simile funzionante come una pompa per l'emissione della saliva.

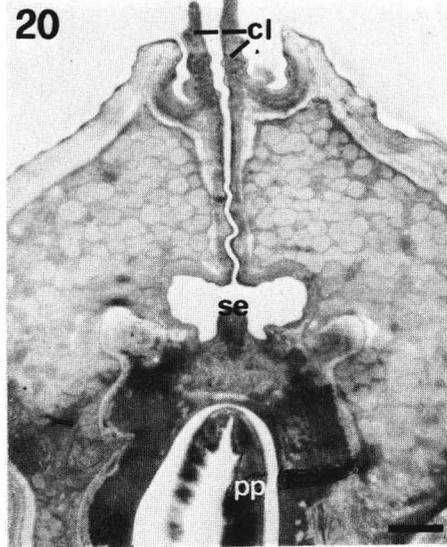
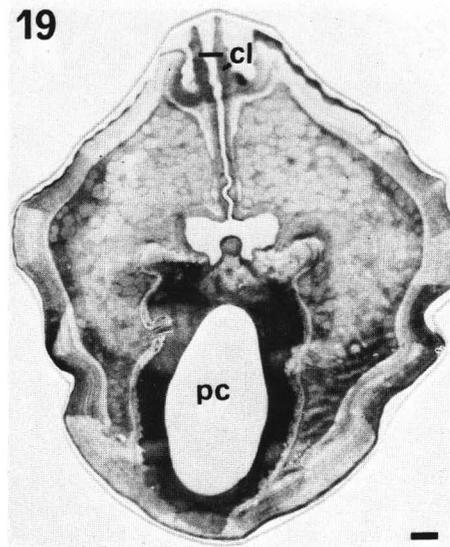
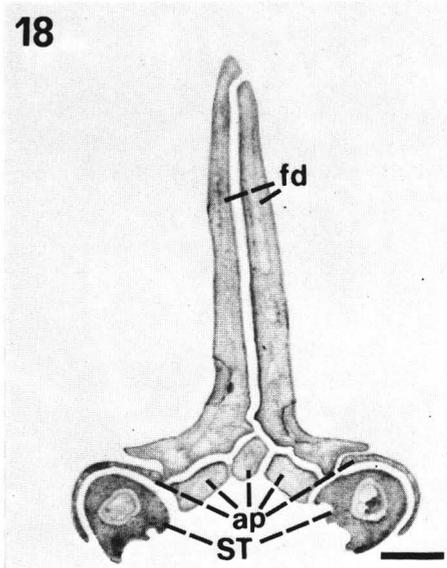
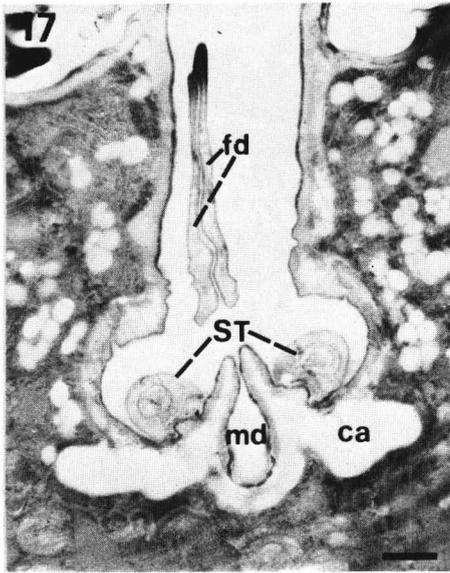
*Commessura orale inferiore e pompa faringeale.* La commessura orale inferiore («rostral fossette» di SUMMERS *et al.*, 1973) è disposta anteriormente alle setole infracapitulari (figg. 1 e 9) e può essere considerata un relitto della fusione delle labbra laterali. Essa ha diametro di circa  $0,5 \mu\text{m}$ , si continua in un tubicino («canale commessurale inferiore»), a lume molto ridotto, con calibro leggermente maggiore di quello del solco preorale ed a sezione tipicamente tricuspide (figg. 10-11) che si apre nella faringe quasi in prossimità dello sbocco del solco preorale (figg. 12-13). Le pareti possono aderire perfettamente tra di loro costituendo così una sorta di valvola oppure essere poco distanziate in modo da formare un lume beante relativamente minuto. Il tessuto circostante le pareti di questo dotto appare più o meno elettrondenso, come quello delle pareti della camera faringeale. Non sono stati osservati muscoli costrittori o dilatatori di questo tubicino.

15



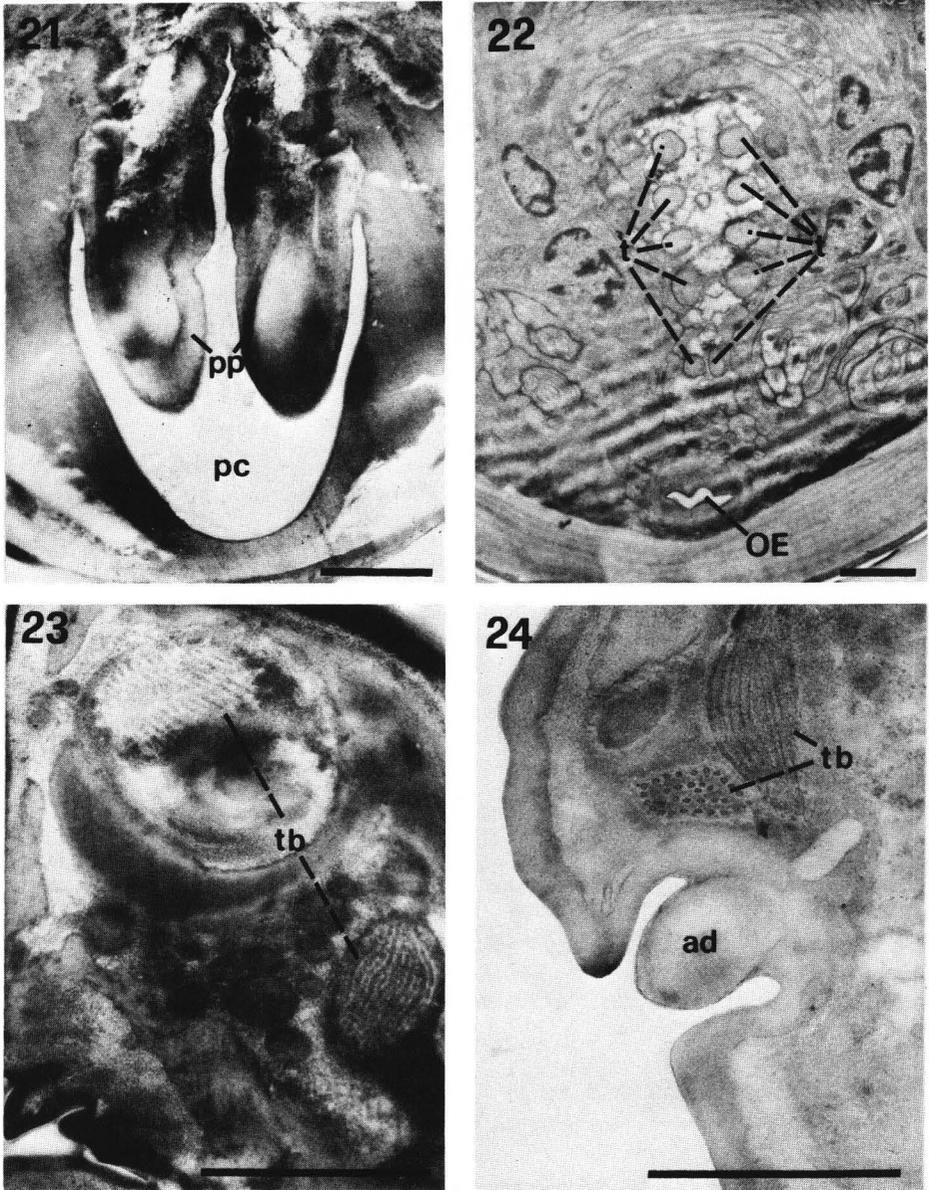
16





Figg. 17-20 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 17) dettaglio mostrante i diti fissi nel loro tratto distale; 18) cheliceri, diti fissi e pezzi accessori dello stilofo; 19) sezione a livello della sella capitulare; 20) sezione con dettaglio del tratto distale della pompa faringea. Barra = 1  $\mu$ m.

Figg. 15-16 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 15) dettaglio della sella capitulare; 16) particolare del tratto terminale del dotto salivare mediano. Le frecce indicano i canalicoli della pompa salivare. Barra = 1  $\mu$ m.



Figg. 21-24 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 21) dettaglio della pompa faringeale; 22) dettaglio dei tendini dei muscoli dilatatori della faringe; 23) dettaglio delle terminazioni nervose collegate con le setole adorali; 24) dettaglio delle terminazioni nervose connesse con la setola adorale inferiore. Barra = 1 μm.

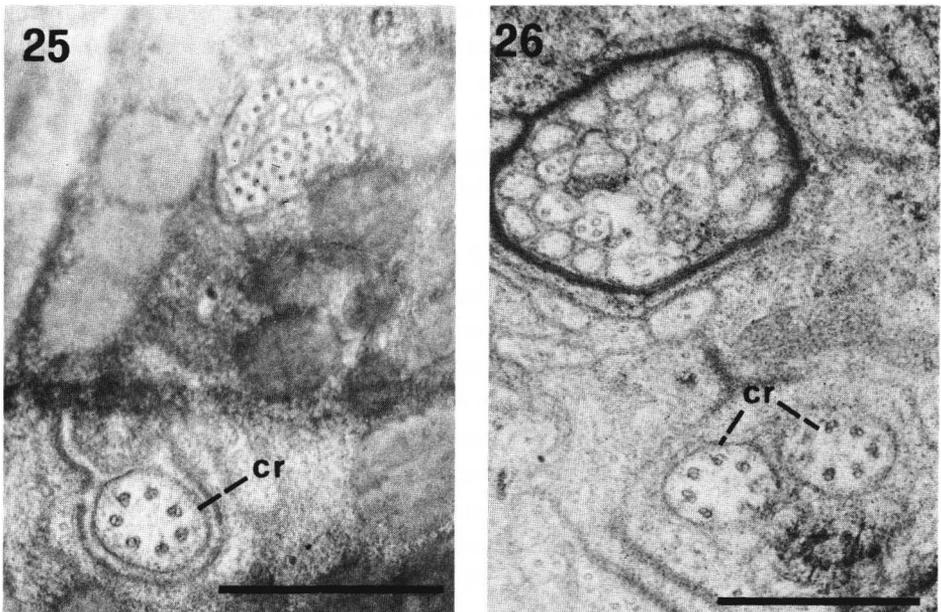
La faringe, poco studiata nei Tetranychoidi (BAKER & CONNELL, 1963; SUMMERS *et al.*, 1973; MOTHES & SEITZ, 1981; ALBERTI & CROOKER, 1985), è situata circa all'altezza delle setole infracapitulari, dove l'infracapitulum aumenta considerevolmente di diametro. Essa si compone di una camera faringeale rigida e da una massa retrattile che agisce da pistone. La camera faringeale ha lume molto ampio (circa 7  $\mu\text{m}$  in altezza e 4  $\mu\text{m}$  in larghezza) ed assume forma quasi ellittica in sezione trasversale (fig. 19). La parte anteriore comunica dorsalmente con il solco preorale e poco al di sotto di questo con la commessura orale inferiore (figg. 12-13); la parte posteriore si continua nell'esofago. Il tessuto circostante le pareti della camera faringeale appare elettrondenso. Il pistone è prodotto dal ripiegamento in avanti della parete dorsale e posteriore della faringe e riempie il lume della camera faringeale, in condizioni di riposo. La porzione anteriore appare distinta in due lobi che gradualmente si fondono tra loro, a formare una unica struttura (figg. 20-21). Cinque paia di tendini per i muscoli dilatatori della faringe sono visibili posteriormente (fig. 22).

*Strutture sensoriali delle parti boccali e loro funzioni.* Le parti boccali sono sempre dotate di numerosi sensilli collegati alla funzione trofica. Nei Tetranychidi, a parte le indicazioni della presenza di dendriti contenuti negli stiletti chelicerali (MOTHES & SEITZ, 1981; ANDRÉ & REMACLE, 1984; NUZZACI, 1985), non sono state finora mai individuate e studiate al microscopio elettronico a trasmissione strutture sensoriali di questo tipo. Le minute dimensioni dei Tenuipalpidi non hanno consentito di osservare esaurientemente le componenti cellulari dei sensilli medesimi, onde poterne meglio ipotizzare le funzioni.

Di seguito vengono comunque riportate alcune osservazioni relative ai sensilli adorali, agli stiletti visti come unità sensoriali, al propiorecettore dello stilofo, ai dendriti invadenti il labrum, ai sensilli faringeali ed ai sensilli indicati semplicemente come «setole infracapitulari».

*Sensilli adorali* («adoral setae» di EVANS *et al.*, 1961; «adoral sensilla» di SUMMERS *et al.*, 1973). Appaiono di tipo chetico; presentano una setola a forma quasi conica, apparentemente rigida, con pareti spesse, lisce, non porose. L'articolazione basale del sensillo consente una profonda introflessione dello stesso all'interno della cuticola formando una sorta di fossetta (figg. 5, 23-24). Le pareti di questa appaiono elastiche («joint membrane» di THURM, 1964) e risultano avvolte da una struttura a forma di cappuccio («cap membrane» di THURM, 1964) in collegamento con le terminazioni dendritiche sottostanti (fig. 24). La caratteristica elasticità mostrata dalla fossetta potrebbe essere dovuta alla resilina, come ipotizzato per alcuni meccanorecettori delle api (THURM, 1964). Alla base di ciascun sensillo sono presenti due corpi microtubulari («tubular body») molto evidenti (figg. 23-24). La regione ciliare, mostra un caratteristico schema

di arrangiamento dei microtubuli ( $7 \times 2 + 0$ ) (fig. 25) osservato anche nei sensilli dei pedipalpi (fig. 26). Altri componenti cellulari non sono chiaramente distinguibili. I sensilli adorali sembrano essere dunque meccanorecettori molto importanti per la scelta delle superfici vegetali più idonee alla puntura. Interessante è la particolare organizzazione dei microtubuli nella regione ciliare che differisce dallo schema tipico di altri Artropodi in cui si contano 9 coppie di elementi (ZACHARUK, 1985).



Figg. 25-26 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 25) dettaglio mostrante, tra l'altro, la sezione trasversale della strozzatura ciliare del dendrite che poi raggiunge la base della setola adorale inferiore; 26) dettaglio mostrante le terminazioni nervose che poi giungono ad una setola dei pedipalpi. Barra = 0,5  $\mu$ m.

*Dendriti invadenti il lume degli stilette.* Tutte le sezioni osservate degli stilette mostrano 3 dendriti (fig. 27). Si potrebbe supporre un collegamento di questi con l'esterno, attraverso micropori, in modo tale da consentire una azione di tipo chemiorecettiva correlata alla scelta dell'alimento, come già ipotizzato in parte da MOTHES e SEITZ (1981) per i Tetranychidi. Nelle sezioni da noi studiate, che non comprendono l'apice degli stilette, non sono stati osservati micropori. Questa parte in *Tetranychus urticae* Koch (osservazioni non pubbli-

cate) mostra invece numerosi micropori che potrebbero essere presenti anche nei Tenuipalpidi.

*Propiorecettore dello stiloforo.* Ventralmente e medialmente ai digiti fixi, è presente un lobo impari dello stiloforo contenente un particolare corpo elettrondenso facente parte presumibilmente di un propiorecettore (fig. 14). Questo è allungato e baccilliforme, si origina dalla regione dorsale e posteriore dello

27

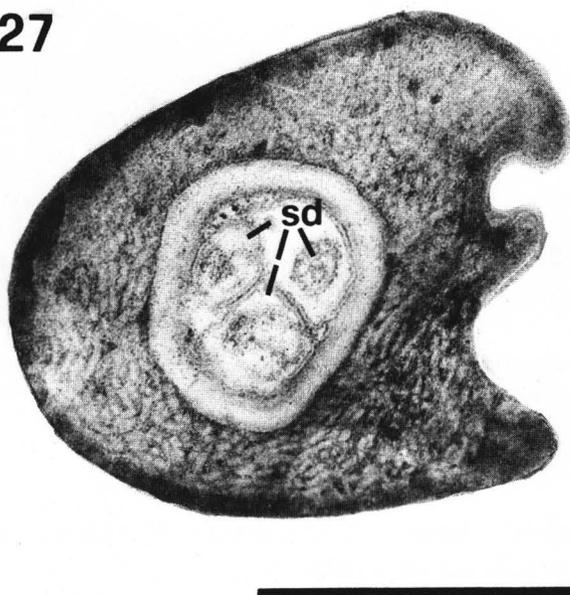
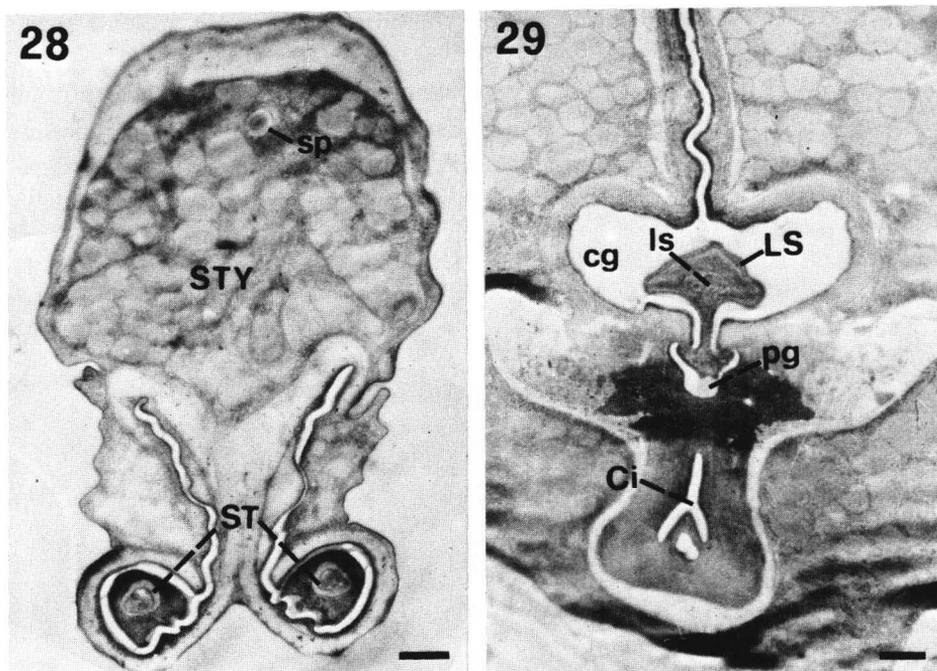


Fig. 27 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografia elettronica di una sezione trasversale di uno stiletto chelicerales mostrante le terminazioni nervose in esso contenute. Barra = 0,5  $\mu$ m.

stiloforo che attraversa per quasi l'intera lunghezza (fig. 28). Di questa struttura non sono state individuate chiaramente altre parti cellulari. Questo propiorecettore sembra essere strettamente collegato alla percezione della posizione dello stiloforo lungo la doccia rostrale e della pressione esercitata dai digiti fixi sulle palette della pompa salivare, nel corso della protrusione degli stiletti. Pertanto la sua azione sembra di importanza essenziale per la emissione della saliva.

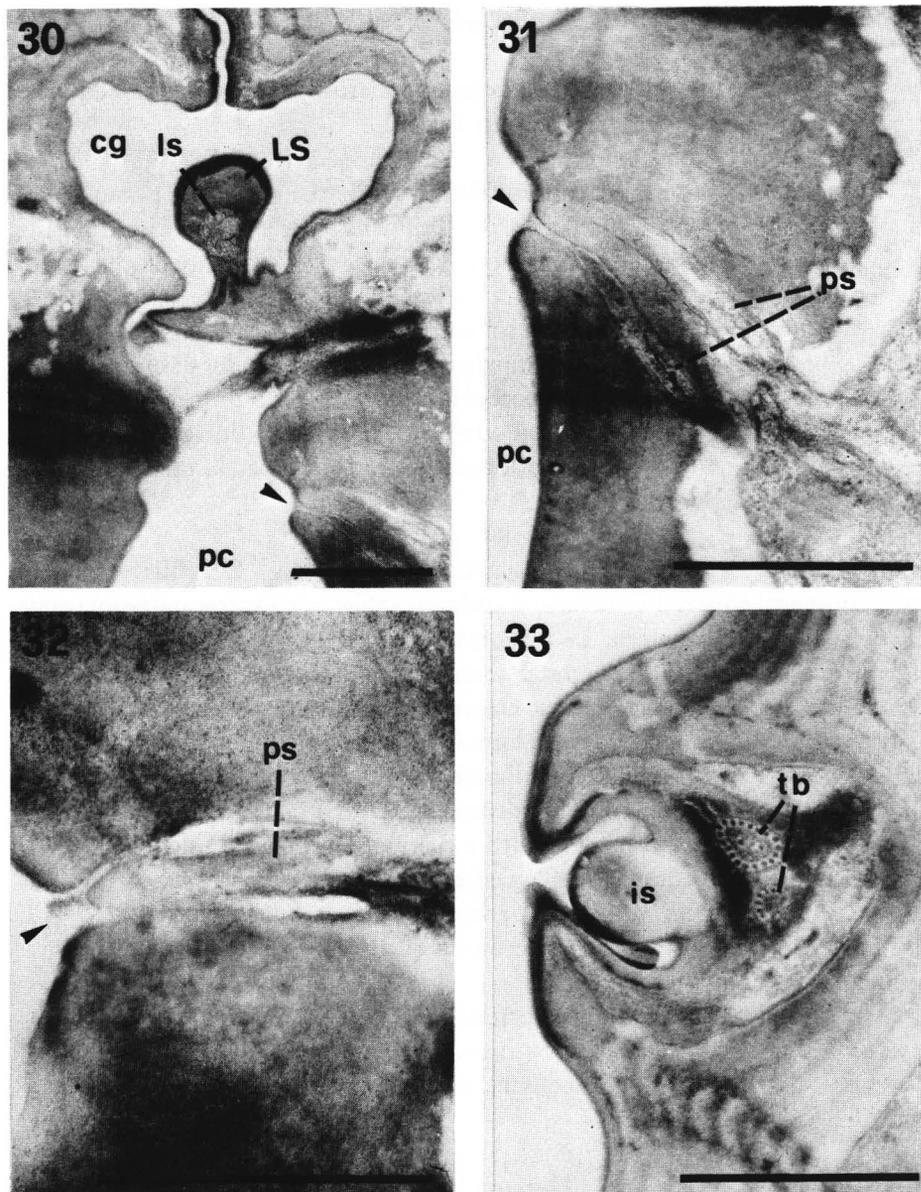


Figg. 28-29 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 28) stiloforo; 29) dettaglio mostrante le terminazioni nervose contenute nel labrum. Barra = 0,5  $\mu$ m.

*Dendriti invadenti il labrum.* Il lobo dorsale del labrum è raggiunto da alcuni dendriti solo nella sua parte basale (figg. 12, 29-30). Più prossimalmente, a livello della sella capitulare, si osserva un organulo interpretato come corpo microtubulare (fig. 15). Non è stato possibile individuare altri componenti cellulari e stabilire i collegamenti tra i dendriti ed il corpo microtubulare; questo recettore potrebbe essere di tipo misto (chemio- e meccanorecettore).

*Sensilli faringeali.* Le pareti della camera faringeale, in prossimità dello sbocco del canale commessurale inferiore (fig. 30), presentano un'area microporosa raggiunta da alcuni dendriti (figg. 31-32). Si tratta evidentemente di chemiorecettori probabilmente a funzione gustativa. Questi potrebbero essere collegati anche all'azione di apertura e chiusura del canale commessurale inferiore a seguito della percezione di particolari stimoli chimici.

*Setole infracapitulari.* Queste lunghe setole mostrano una organizzazione simile a quella delle setole adorali. Alla base sono presenti due corpi microtubulari che suggeriscono una funzione meccanorecettiva (fig. 33), probabilmente non strettamente collegata all'attività trofica.



Figg. 30-33 - *Cenopalpus pulcher*. Micrografie elettroniche di sezioni trasversali dello gnatosoma: 30) dettaglio delle terminazioni nervose contenute nel labrum e sulla parete della camera faringeale; 31 e 32) dettaglio delle terminazioni nervose delle pareti laterali della camera faringeale; 33) dettaglio delle terminazioni nervose della setola infracapitulare. Le frecce indicano le aree microporose dei sensilli faringeali. Barra = 1  $\mu$ m.

## Meccanismi funzionali delle parti boccali

L'attività trofica dell'acaro comprende numerose fasi che per comodità di esposizione sono stati schematizzati in 7 punti.

1) *Selezione dei punti di infissione degli stiletti.* La scelta del punto in cui alimentarsi richiede particolare cura per l'influenza che le caratteristiche della superficie fogliare hanno sulle fasi alimentari successive (ad es. realizzazione di una ermeticità del sistema) e pertanto necessita dell'intervento di recettori di vario tipo e diversamente dislocati sul corpo dell'Acaro (ALBERTI & CROOKER, 1985). A tale scelta partecipano principalmente i sensilli adorali che, essendo capaci di una percezione di tipo meccanica, sono in grado di individuare sulla lamina fogliare l'area a superficie più idonea alla puntura. L'infracapitulum viene allora appoggiato su tali siti costituendo una guida per la infissione degli stiletti nei tessuti vegetali.

2) *Protrusione degli stiletti, loro coaptazione e puntura.* Gli stiletti vengono spinti in avanti e forzati attraverso il rinforzo anulare dell'infracapitulum prima di fuoriuscire dal suo apice. La conformazione dei solchi chelicerali e lo scorrimento postero-anteriore dei pezzi accessori dei *digiti fixi* provocano una leggera rotazione degli stiletti intorno al loro asse in modo tale che le facce adorali si dispongano parallelamente tra di loro. Questi, inoltre, tendono ad avvicinarsi nella regione distale dell'infracapitulum e, man mano che la sezione del labrum si riduce, ad appaiarsi in corrispondenza del rinforzo anulare dove, in seguito alla riduzione di spazio, sono costretti a coaptarsi mediante i solchi e gli ispessimenti delle facce adorali. Dall'apice dell'infracapitulum fuoriesce così una struttura a forma di ago cavo che penetra nella superficie fogliare (fig. 34). È presumibile peraltro che in altre occasioni gli stiletti vengano protrusi separatamente.

È probabile che le sostanze secrete dalle glandole contenute nelle creste laterali dell'infracapitulum assolvano una funzione lubrificante dei cheliceri riducendo gli attriti che si producono nel corso del loro scivolamento nella doccia rostrale.

3) *Emissione della saliva.* Durante lo scivolamento dello stiloforo, i pezzi accessori dei *digiti fixi* si spostano dorsalmente alla pompa salivare e pressano le lamine laterali. Queste si piegano verso il basso e, di conseguenza, il secreto contenuto nel tratto terminale del dotto salivare mediano (fig. 35) viene spinto dapprima all'interno del vestibolo ed in seguito nei piccoli canalicoli disposti più anteriormente a questo. Il secreto viene successivamente raccolto dalla faccia parassiale degli stiletti e fluisce all'interno del canale salivare costituito dai

due stilette coaptate fino a raggiungere la sua estremità anteriore ed essere immesso nella ferita praticata sul vegetale. Durante questa fase, verosimilmente, il labrum agisce da coperchio realizzando una chiusura ermetica ed impedendo il deflusso della saliva all'interno del solco preorale (fig. 35).

4) *Retrazione degli stilette.* Una volta praticata la ferita ed immessa la saliva gli stilette sono retratti all'interno dei solchi chelicerali tornando ad essere separati. In tal modo la lesione rimane beante e piccole quantità di succhi cellulari fluiscono sulla superficie in seguito al turgore cellulare e/o grazie all'azione aspirante della pompa faringea.

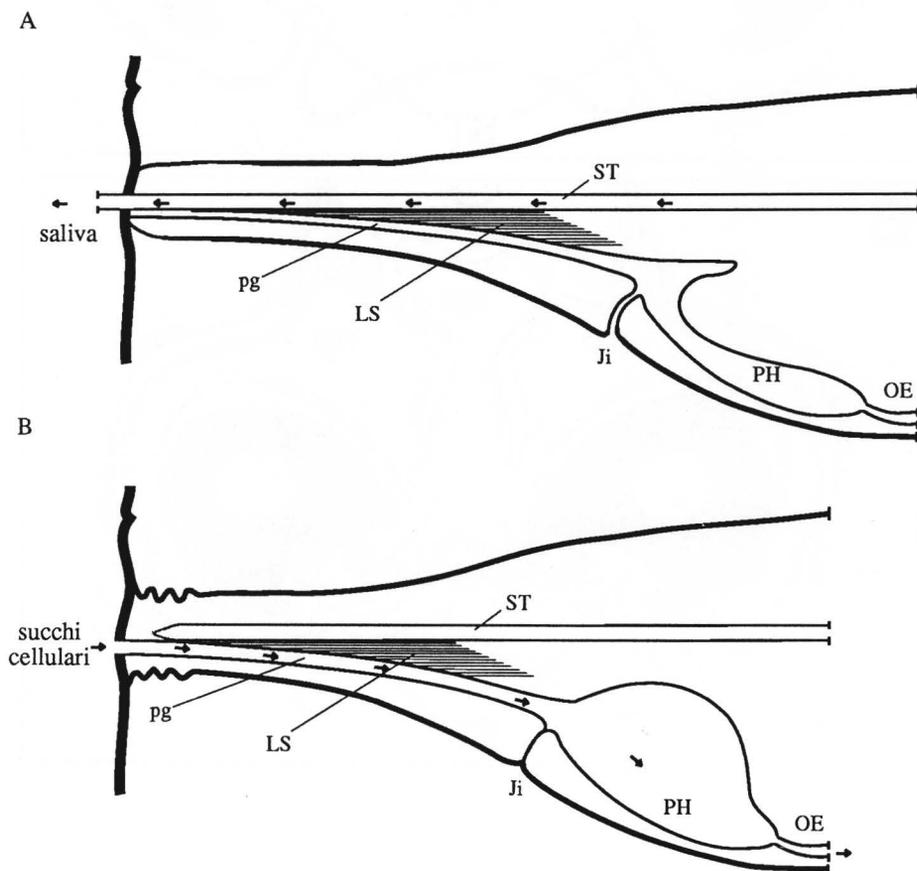


Fig. 34 - Disegni semischematici illustranti i rapporti funzionali esistenti fra cheliceri, solco preorale, dotto salivare e faringe: A) fase di puntura ed immissione della saliva; B) fase di suzione.

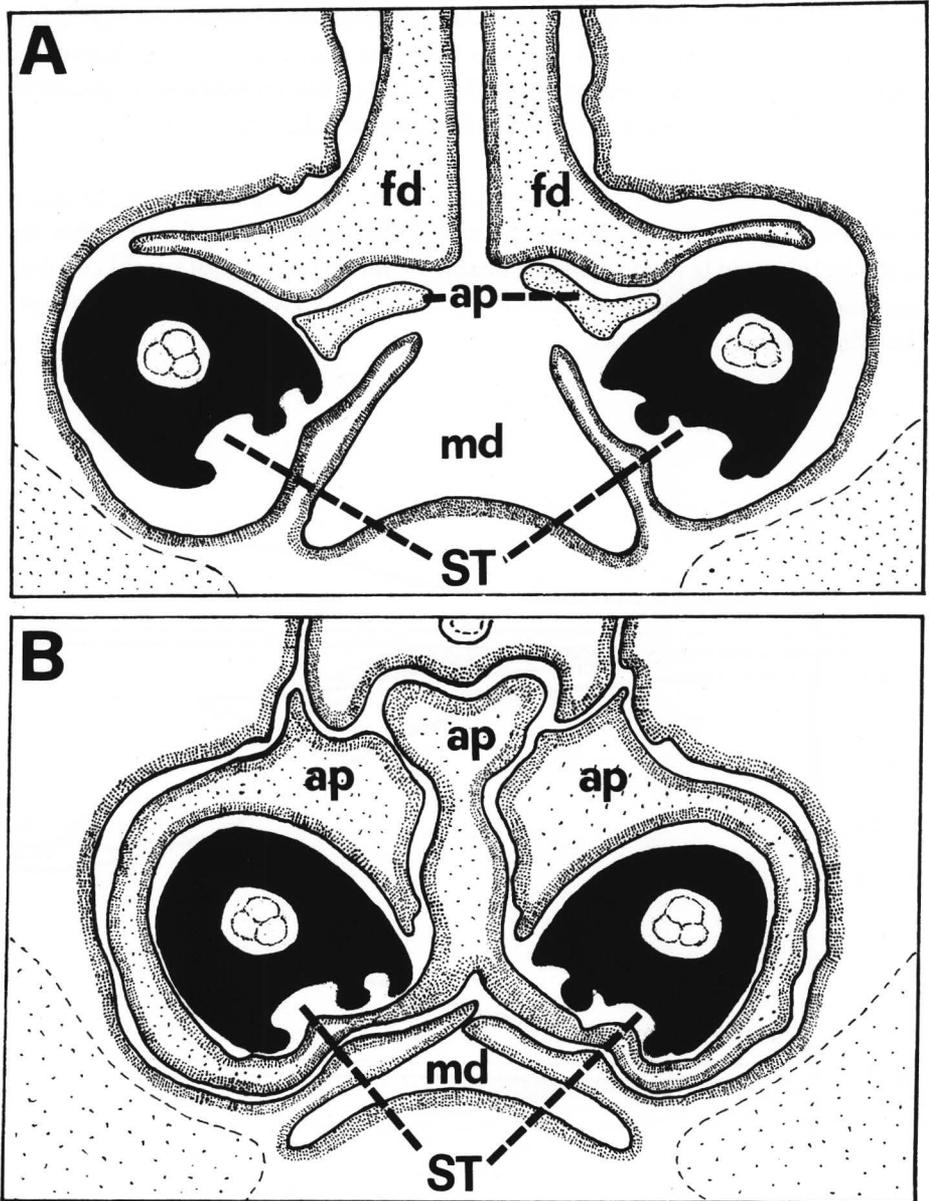


Fig. 35 - Disegni semischematici illustranti i rapporti funzionali tra i cheliceri ed il tratto distale del dotto salivare mediano: A) fase di riposo e/o di suzione; B) fase di puntura ed immissione di saliva.

5) *Ermeticità del canale alimentare preorale.* La suzione dei fluidi vegetali richiede la realizzazione di un sistema ermetico che eviti perdite di pressione lungo le vie alimentari preorali costituite dall'apice dell'infracapitulum, canale preorale, labrum e canale commessurale inferiore.

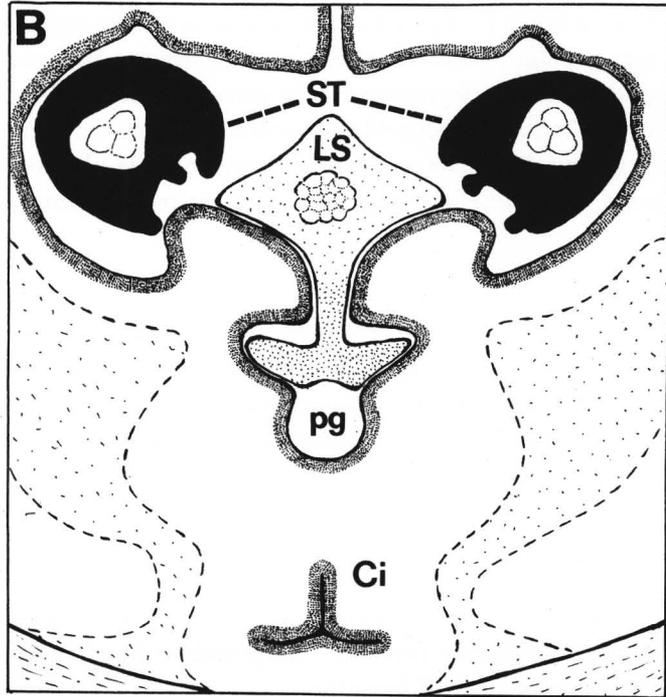
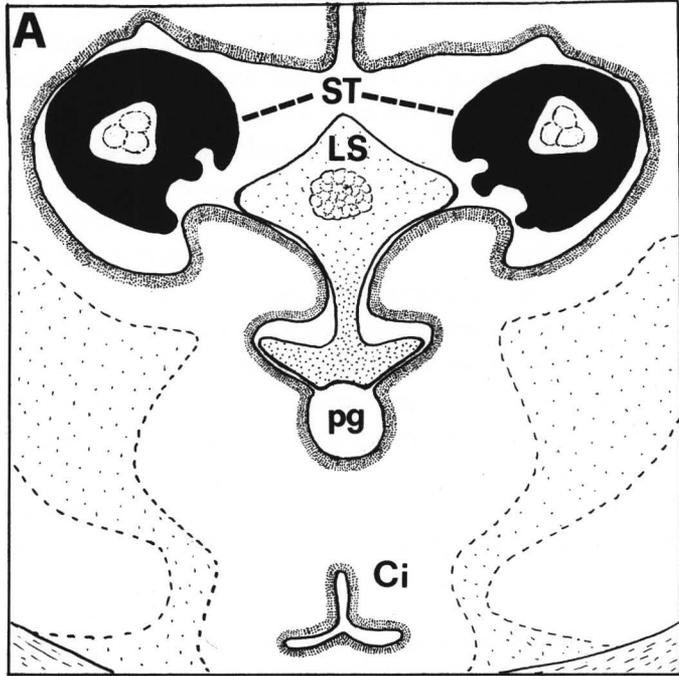
L'apice dell'infracapitulum, pur non avendo l'aspetto di una ventosa come nei Tetranychidi, aderisce perfettamente alla lesione sulla superficie fogliare e viene compresso fino a livello del rinforzo anulare, praticamente a livello dell'estremità distale del labrum. Il contatto con la superficie fogliare e la compressione subita dall'infracapitulum sono percepite dai sensilli adorali.

Il labrum, a sua volta, può apporsi sopra il solco preorale combaciando perfettamente con i rilievi laterali di questo, delimitando il canale alimentare preorale (fig. 36). Questo canale assume l'aspetto di un capillare a sezione circolare ed in tale fase collega la lesione praticata sul vegetale con la faringe senza alcuna soluzione di continuità.

Il canale commessurale inferiore, in questa fase risulterebbe a pareti appaiate in seguito alla depressione provocata dalla pompa faringeale (fig. 36).

6) *Suzione dei fluidi alimentari.* Nei Tenuipalpidi si può supporre un meccanismo di suzione dei fluidi vegetali simile a quanto descritto per i Tetranychidi da MOTHES e SEITZ (1981). Una volta create le condizioni di ermeticità, i muscoli dilatatori della pompa faringeale si contraggono facendo arretrare il pistone e provocando una depressione nella camera faringeale e nel canale alimentare preorale. La suzione potrebbe avvenire anche mediante il fenomeno di capillarità all'interno del canale preorale. Attraverso quest'ultimo avviene il deflusso dei succhi vegetali nella faringe e nelle successive vie intestinali (figg. 34 e 36).

7) *Eventuale espulsione di sostanze estranee.* Il canale commessurale inferiore potrebbe assolvere la funzione di valvola di sicurezza, già in parte suggerita da ALBERTI e CROOKER (1985). Difatti eventuali sostanze estranee alla alimentazione, come bolle d'aria, eventualmente responsabili dell'interruzione del flusso regolare dell'alimento, o particelle estranee raccolte dalla superficie della foglia, possono essere espulse attraverso questo tubicino. Il riconoscimento di queste sostanze estranee potrebbe essere realizzato dai sensilli faringeali. Il movimento in avanti del pistone, in seguito al rilassamento dei muscoli della faringe, non solo ripristina le normali condizioni di pressione nella camera faringeale e nel canale alimentare preorale, ma potrebbe fornire anche la spinta necessaria alla espulsione di tali impurità.



### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo studio dello gnatosoma del *C. pulcher* e dell'*H. rotai* ha permesso di descrivere in dettaglio la morfologia delle parti boccali ponendo in evidenza le correlazioni morfologiche e funzionali esistenti fra le diverse strutture (fig. 37). La morfologia di buona parte di queste risulta simile a quella già descritta per i Tetranychidi. Rispetto a questi è stato possibile individuare una pompa salivare, finora mai descritta nei Tetranychidae, e strutture sensoriali nel labrum, nello stiloforo e nella camera faringale.

Morfologicamente sono distinguibili due vie completamente distinte utilizzate durante l'attività trofica: 1) un canale salivare che si origina dalla protrusione e giustapposizione degli stiletto chelicerali, 2) un canale alimentare preorale che è formato dal solco preorale, dai suoi rilievi e dal labrum.

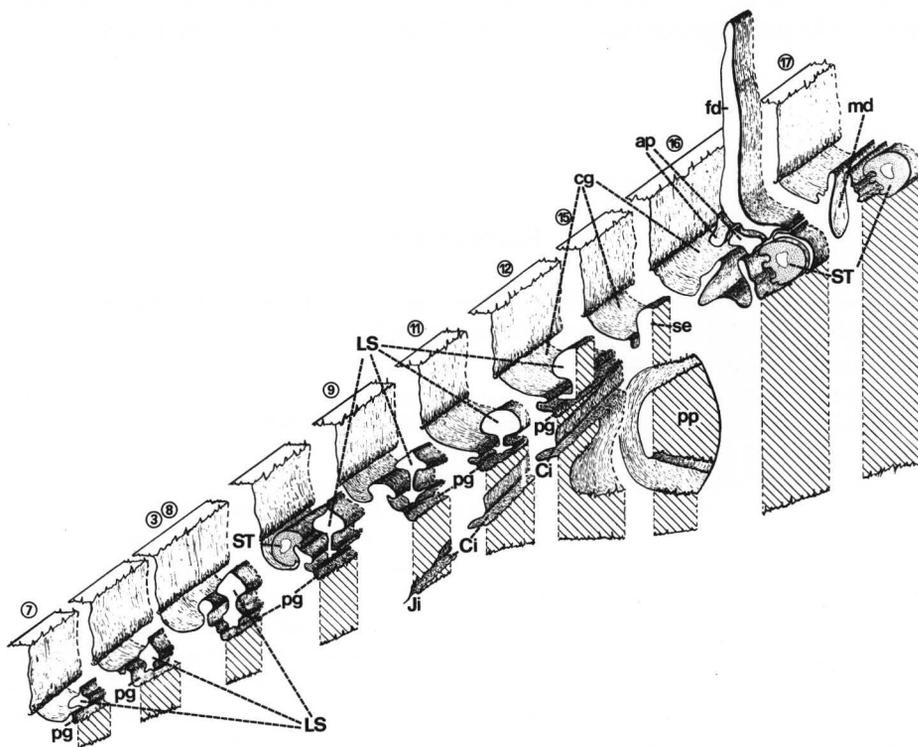


Fig. 37 - Disegno semischematico delle parti boccali del *Cenopalpus pulcher*. I numeri cerchiati posti in alto sui disegni delle sezioni si riferiscono al numero delle figure riportate nel testo.

Fig. 36 - Disegni semischematici illustranti i rapporti funzionali tra il labrum, il solco preorale ed il canale commessurale inferiore: A fase di riposo e/o di puntura; B) fase di suzione.

In accordo con HISLOP e JEPSON (1976), gli stilette chelicerali provvedono alla puntura della cellula, come avviene anche nei Tetranychidi (SUMMERS *et al.*, 1973; ANDRÉ & REMACLE, 1984; ALBERTI & CROOKER 1985).

Una volta praticata la puntura ed introdotta la saliva all'interno della lesione attraverso gli stilette, l'acaro retrae questi, lasciando la lesione libera da impedimenti fisici, e succhia piccole quantità di fluidi cellulari attraverso il canale alimentare preorale in accordo con le ipotesi formulate da HISLOP e JEPSON (1976) ed ALBERTI e CROOKER, (1985) riguardo i Tetranychidi.

Le strutture sensoriali presenti intervengono in vario modo nella scelta dei punti dove alimentarsi, nella degustazione e nella regolazione dei meccanismi alimentari.

Sarebbe interessante a riguardo verificare l'esatta omologia delle diverse parti boccali dei Tetranychoidi con gli altri gruppi di Acari ed in particolare per quanto riguarda il labrum, come da noi indicato, e l'epifaringe descritta per alcuni Mesostigmata (AKIMOV *et al.*, 1988; BORDEAU-GORIOSSI, 1989)

## RIASSUNTO

È stato eseguito uno studio morfologico delle parti boccali di femmine di *Cenopalpus pulcher* (Canestrini & Fanzago) e *Hystripalpus rotai* (Castagnoli & Pegazzano) utilizzando i microscopi elettronici a scansione ed a trasmissione.

Sono state osservate, descritte ed illustrate: l'infracapitulum, il labrum, il solco preorale, la commessura orale inferiore, il «canale commessurale inferiore», la pompa salivare, gli stilette chelicerali, i diti fissi ed i solchi chelicerali.

Nei cheliceri, nello stiloforo, nel labrum, nelle pareti della camera faringea e sull'infracapitulum sono state evidenziate diverse strutture sensoriali. È stato possibile accertare una funzione meccanorecetttrice per i sensilli adorali ed infracapitulari e per il propriocettore dello stiloforo e chemiorecetttrice per i sensilli faringei. Non è stato possibile accertare chiaramente il tipo di recettore e la funzione svolta per gli altri recettori.

Sono stati evidenziati pori glandolari lungo le pareti parassiali della doccia rostrale il cui secreto potrebbe avere funzione lubrificante nello scorrimento dei cheliceri. Due differenti canali implicati nella funzione alimentare sono stati individuati. Il primo è formato dai due stilette chelicerali al momento della loro protrusione e costituisce il canale salivare; il secondo è composto dal solco preorale, dalle lamine relative e dal labrum e costituisce il canale alimentare.

Una pompa salivare, la cui morfologia spiega il funzionamento, è stata individuata presso la base del labrum.

Il «canale commessurale inferiore», infine, grazie alla sua particolare conformazione, potrebbe assolvere la funzione di «valvola di sicurezza», garantendo la regolarità del funzionamento della pompa faringea durante la suzione dei fluidi cellulari.

## SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE GNATHOSOMA IN TENUIPALPID MITES  
(TETRANYCHOIDEA: TENUIPALPIDAE)

The mouth parts of *Cenopalpus pulcher* (Canestrini & Fanzago) and *Hystripalpus rotai* (Castagnoli & Pegazzano) females have been studied by means of scanning and transmission electron microscopes.

The fine morphology of the infracapitulum, the labrum, the preoral groove, the inferior oral commissure («rostral fossette»), the «inferior commissural channel», the «salivary pump», the cheliceral stylets, the *digitus fixi* and the cheliceral grooves are described in detail.

Sensorial structures have been observed in the cheliceral stylets, in the stylophore, in the labrum, in the walls of the pharyngeal chamber and on the infracapitulum. Adoral, infracapitular and stylophore sensilla are supposed as mechanoreceptors; pharyngeal sensilla are supposed as chemioreceptors. The functions of the other sensilla have to be ascertained. The presence of glandular pores on the rostral gutter is pointed out.

During the feeding activity, two different channels are observed: a «salivary channel» is formed by protracted and interlocked cheliceral stylets; a «food channel» is composed of a preoral groove and a labrum interlocked with the overhead lateral margins of the preoral groove.

The particular morphology of the distal portion of the median salivary duct constitutes a «salivary pump» functioning during the movement of the cheliceral stylets.

The structure of the «inferior commissure channel» suggests its relationship with the function of the pharyngeal pump which is similar to that of a vacuum valve acting as a safety valve.

## BIBLIOGRAFIA

- AKIMOV I.A. & BARABANOVA V.V., 1977 - Morphological and functional peculiarities of the digestive system of tetranychid mites (Trombidiformes, Tetranychidae). *Rev. Entomol. URSS*, 56: 912-922.
- AKIMOV I.A. & YASTREBTSOV A.V., 1981 - Structure and function of muscles of mouthparts and appendages in spider mites. *Vestn. Zool. Kiev*, 3: 54-59.
- AKIMOV I.A., STAROVIR I.S., YASTREBTSOV A.V. & GORGOL V.T., 1988 - The Varroa mite - cause of Varroa disease of honeybees. *Nauk. Dunka*: 118 pp.
- ALBERTI G. & CROOKER A.R., 1985 - Internal anatomy. In: HELLE W. & SABELIS M.W. (eds.), *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier. Amsterdam*, vol. 1A: 29-62.
- ALBERTI G. & STORCH V., 1974 - Über Bau und funktion der Prosoma-Drüsen von spinnmilben (Tetranychidae, Trombidiformes). *Z. Morphol. Tiere*, 79: 133-153.
- ANDRÉ H.M. & REMACLE C., 1984 - Comparative and functional morphology of the gnathosoma of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Acarologia*, 25 (2): 179-190.
- ARTHUR D.R., 1961 - Ticks and disease. *Pergamon Press Ltd.*, Oxford, xvi, 445 pp.
- BAKER J.E. & CONNELL W.A., 1963 - The morphology of the mouthparts of *Tetranychus atlanticus* and observations on feeding by this mite on Soybeans. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 56 (6): 733-736.
- BLAUVELT W.E., 1945 - The internal morphology of the Common Red Spider Mite (*Tetranychus telarius* Linn.). *Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Stn.*, 270: 1-35 + 11 tavv.

- BORDEAU-GORIOSSI F., 1989 - More reflections on the gnathosoma of the Mesostigmata. *Bull. Inst. Royal Sci. Nat. Belgique, Entomol.*, 58: 191-207.
- CROOKER A.R., 1981 - Internal morphology and morphological observation of the sperm path in the adult female two-spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Ph. D. Dissertation. Washington State University, Pullman, WA*, xiv, 122 pp.
- EVANS G.O., SHEALS J.G. & MACFARLANE D., 1961 - The terrestrial Acari of the British Isles. *Bartholomew Press, London*. vol. 1: 219 pp.
- GRANDJEAN, F., 1957 - L'infracapitulum et la manducation chez les Oribates et d'autres Acariens. *Ann. Sci. Natur.* 19(11): 233-281.
- HISLOP R.G. & JEPSON L.R., 1976 - Morphology of the mouthparts of several species of phytophagous mites. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 69(6): 1125-1135.
- MOTHES U. & SEITZ K.A., 1981 - Functional microscopic anatomy of the digestive system of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *Acarologia* 22: 257-270.
- NUZZACI G., 1985 - Il ruolo dell'acarofauna negli ecosistemi agrari. *Atti XIV Congr. Naz. It. Entomologia*, Palermo, Erice, Bagheria, 28 maggio — 1 giugno 1985: 693-707.
- NUZZACI G. & DE LILLO E., 1988 - Fine structure and function of the mouthparts involved in the feeding mechanisms in *Cenopalpus pulcher* (Canestrini and Fanzago) (Tetranychoida: Tenuipalpidae). In: Schuster R. & Murphy P.M. (eds.), *The Acari: reproduction, development and Life-history strategies*. (in stampa).
- PARAN T.P., 1982 - Functional morphology of the gnathosoma in *Myobia musculi* (Schranz, 1781) (Trombidiformes - Acari). *Acarologia* 23: 347-357.
- ROTA P., 1962 - Osservazioni sugli Acari Tetranychidi dannosi alle piante coltivate ed ornamentali in Italia. *Boll. Zool. Bach.*, Milano, vol. 4 ser. II: 31-145.
- SUMMERS F.M., GONZALES-R. R.H. & WITT R.L., 1973 - The mouthparts of *Bryobia rubrioculus* (Sch.) (Acarina: Tetranychidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 75(1): 96-111.
- THURM U., 1964 - Mechanoreceptors in the cuticle of the Honey Bee: fine structure and stimulus mechanism. *Science*. 145: 1063-1065.
- VAN DER HAMMEN L., 1980 - Glossary of acarological terminology. Vol. 1. General terminology. *Dr. W. Junk, The Hague*, 244 pp.
- ZACHARUK R.Y., 1985 - Antennae and sensilla. In: Kerkut G.A., Gilbert L.I., (eds.), *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. Pergamon Press. 6: 1-69.