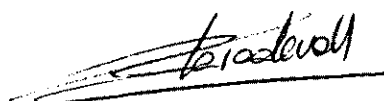


ASPECTES ANATÒMICS I BIOLÒGICS
D'ALGUNS ANGUILLIFORMES I OPHIDIIFORMES
DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL

Memòria presentada per a l'obtenció
del grau de doctor en Ciències, secció
Biològiques.

MARGARIDA CASADEVALL I MASÓ

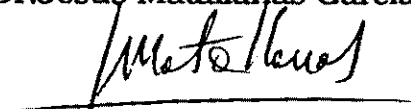


Llicenciada en Ciències, secció
Biològiques, per la Univ.
Autònoma de Barcelona.

Juliol 1991

DIRECTOR:

Dr. Jesus Matallanas Garcia



Catedràtic del Departament de
Biologia Animal, Biologia Vegetal
i Ecologia (U.A.B.) i director del
mateix Departament.

8- ANATOMIA

8-1- Neurocrani.

O.barbatum i *O.rochei*.

Vegeu una vista dorsal, ventral, lateral i posterior del neurocrani de les dues espècies a les figures 8 i 9. Les puntes de fletxa indiquen les diferències més importants entre les dues espècies, que comentarem a continuació.

La diferència més aparent entre els dos neurocranis és en el **dermetmoldes**: En *O.rochei* acaba formant un angle recte a la regió anterior, mentres que en *O.barbatum* forma una estructura que sobresurt cap a davant fent una corbatura característica (vegeu figura 8 de perfil).

En el mateix perfil podem veure com l'**òrbita** és marcadament més alta en *O.barbatum*, sobretot a la part dorso-posterior (perfil).

El **maxil.lar** sobresurt més en *O.rochei*. El **supramaxil.lar** adquireix formes més puntxagudes en *O.barbatum* i en canvi més arrodonides a *O.rochei* (perfil).

La **cresta occipital** es perllonga fins una mica més enrera a *O.rochei*. El **supraoccipital** és més elevat en aquesta última espècie i és més recte en *O.barbatum* (perfil).

Els dos **exoccipitals** que limiten el foramen magnum, es troben, en el cas d'*O.barbatum* (vista posterior), només soldats per l'extrem superior, obrint-se tot seguit. En *O.rochei*, els exoccipitals estan soldats en més de la meitat de tota la seva longitud, separant-se a la part més inferior (vista posterior i dorsal).

Els dos **còndils** de l'exoccipital tenen una forma més angular i sobresortida en *O.barbatum* i més rodona i continua amb l'exoccipital a *O.rochei* (vista dorsal, ventral i perfil).

Els radis braquiolostegues són 7 en les dues espècies.

FIG. 7- Maxil.lar i supramaxil.lar d'*O.barbatum* (a dalt) i *O.rochei* (a baix).

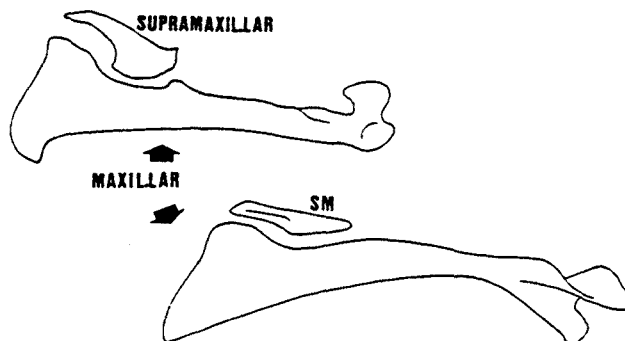


FIG. 8- Vista lateral (a dalt) i posterior (a baix) de l'esquelet cefàlic:

A= articulacions etmoidea i rostropalatina, BO= basioccipital, C=còndils de l'exoccipital, CO= còndils occipitals, D=dermetmoides, E=etmoides, EL=etmoides laterals, EO=exoccipital, EP=epiòtic, F=frontal, FM= foramen magnum, P=parietal, PE= paraesfenoides, PF=postfrontal, PO=proòtic, PSF=procés supraorbital del frontal, PT= pteròtic, PTE=Pteroesfenoides, SO=supraoccipital, V=vòmer.

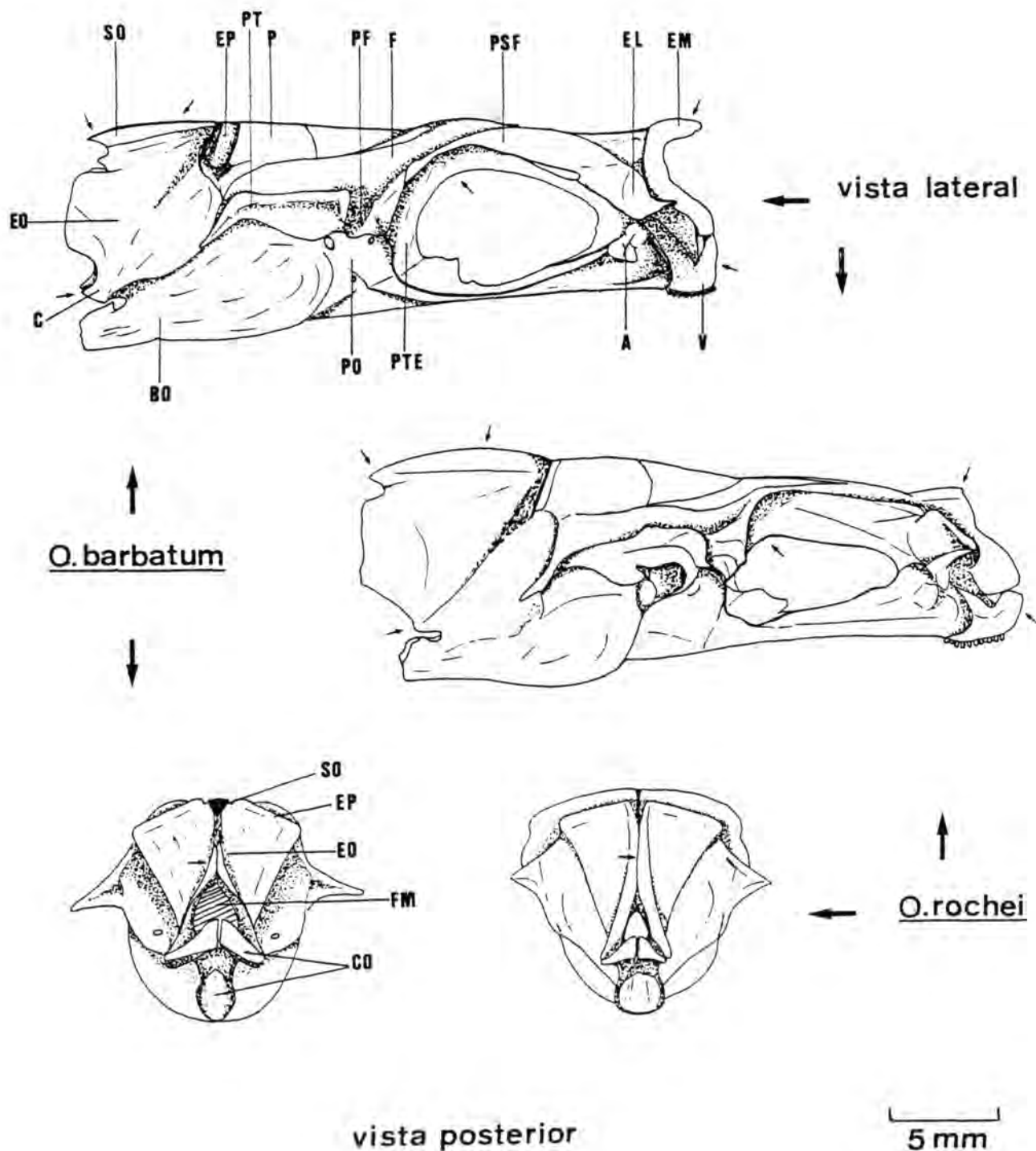
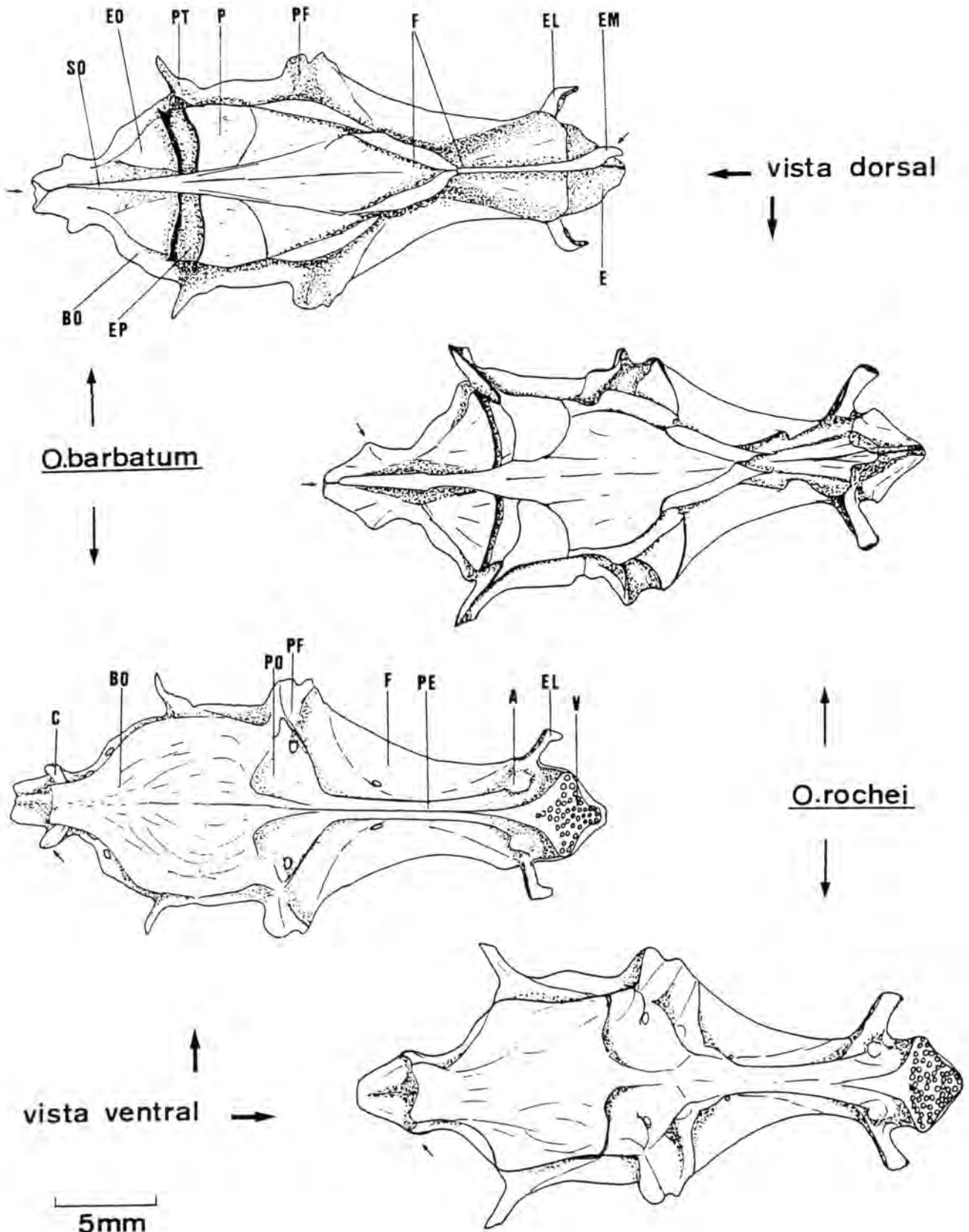


FIG.9- Vista dorsal (a dalt) i ventral (a baix) de l'esquelet cefàlic.



8-2- Otòlits

O.barbatum i *O.rochei*

La sagitta de les dues espècies, tal i com les descriu Matallanas (1979), no té rostre, ni antirostre, ni fissura. La cara interna, convexa i pràcticament llisa, té un ampli solc (sulcus o solc acústic), que divideix la sagitta en un camp dorsal i un ventral, clarament visible quan l'otòlit és ben net. La figura 10 compara les sagittes esquerra de les dues espècies, per la seva cara externa, interna i perfil.

A la taula 27 condensem els resultats pel que fa a les mides dels otòlits, alguns dels quals estan representats a les figures 11 i 12. El coeficient de correlació de Pearson demostra que hi ha una correlació linial entre la longitud total de l'exemplar i la longitud o amplada màxima de l'otòlit. Per als càlculs de les funcions de correlació s'han incorporat les dades de Matallanas (1979), ja que inclouen dades per talles intermitges a les nostres. Comparant les dues espècies observem que hi ha poca diferència entre les longituds màximes i alçades màximes per a igual o similar longitud total de l'exemplar. A grans trets, les dues espècies podem dir que tenen els otòlits molt similars.

En canvi, com ja va apuntar Matallanas (op.cit.), la diferència clara entre els dos és el seu aspecte extern. La sagitta d'*O.rochei* és més ovalada i amb la part posterior més aguda. En canvi a *O.barbatum* fa com una petita lobulació, amb una mica de solc entre mig, que fa que l'extrem tingui un aspecte més ampla, menys agut.

A més, a igual longitud total del peix, la sagitta d'*O.barbatum* és més complexa, per presentar unes rugositats perliformes a la cara externa, sobretot als marges posterior i anterodorsal. Aquestes rugositats augmenten en nombre i grandària amb la talla de l'exemplar. En canvi a *O.rochei*, aquestes formacions només es troben en els exemplars més grans (vegeu làmina III).

Pel que fa a les àrees en que es divideix el solc (ostium i cauda), només es veuen insinuades en els exemplars més grossos d'*O.barbatum* (fig. 11:1,3,4 i 5), a més de la crista. A *O.rochei* només en els exemplars més grossos s'insinua la crista i mai les dues parts del solc.

La línia ventral es veu ben marcada a les dues espècies, més difícil de veure però entre els exemplars més petits d'*O.rochei*. El marge anterodorsal de la cara interna de la sagitta d'*O.barbatum* presenta sovint també solcs i rugositats, mentres que *O.rochei* només té en tot cas el marge més o menys crenelat.

TAULA 27. Longitud màxima (Lmx, mm) i amplada màxima (Amx, mm) dels otòlits d'*O.barbatum* i *O.rochei* : LT= longitud total de l'exemplar (cm), coeficient de correlació de Pearson i funcions de correlació. Els números entre paràntesi es corresponen amb els dibuixos de les figures 11 i 12.

<i>O.barbatum</i>			<i>O.rochei</i>		
LT	Lmx	Amx	LT	Lmx	Amx
22.1	7.7	6.0 (1)	23.8	8.5	5.7 (1)
20.9	8.0	6.0			
18.4	6.2	4.0 (2)	18.9	6.4	4.6 (2)
17.6	6.0	5.0 (3)	18.0	6.6	4.5 (3)
17.1	6.1	5.0 (4)	17.2	6.4	4.4 (4)
16.5	5.0	4.8 (5)			
16.0	6.0	4.7			
15.8	5.6	4.9	15.8	5.5	4.0 (5)
15.7	6.0	4.5 (6)	14.7	5.7	4.0 (6)
13.9	5.4	3.9 (7)	13.6	5.4	3.9 (7)
13.9	5.0	4.5			
10.4	4.2	3.0			
10.2	4.3	3.0 (8)			
9.3	3.8	2.8			

Coeficient correlació Pearson:

Lmx-LT= 0.95914

Lmx-LT= 0.95102

Amx-LT= 0.89786

Amx-LT= 0.93268

Funcions de correlació:

O.barbatum

$\log Lmx = 0.84759 \cdot \log LT - 1.10999$ (r= 0.95718)

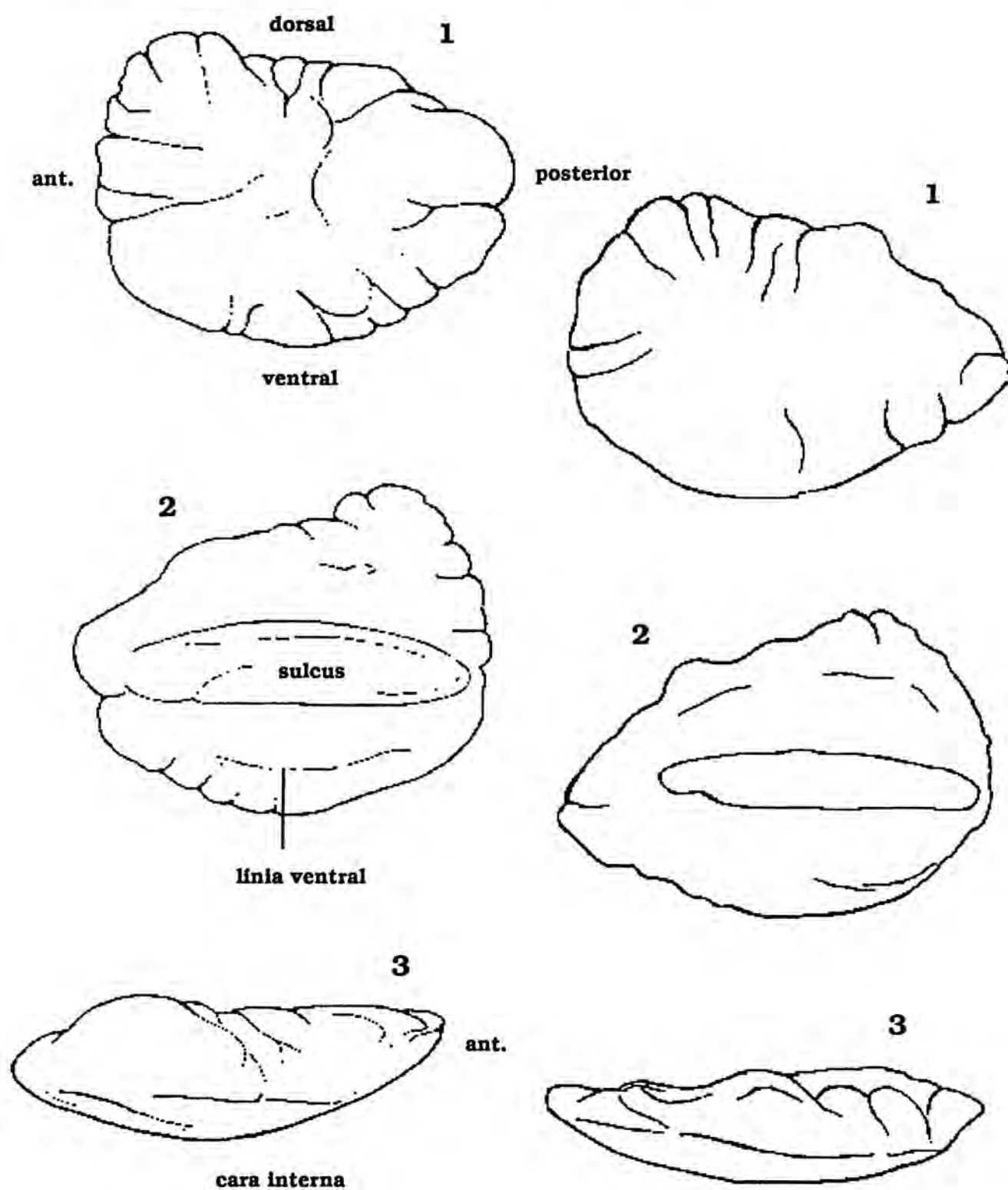
$\log Amx = 0.87428 \cdot \log LT - 1.28935$ (r= 0.91917)

O.rochei

$\log Lmx = 0.94459 \cdot \log LT - 1.33571$ (r= 0.95452)

$\log Amx = 0.89719 \cdot \log LT - 1.39005$ (r= 0.94223)

FIG.10 - Otòlit esquerre d'*O.barbatum* (esquerre) i *O.rochet* (dreta: 1- cara externa, 2- cara interna, 3- perfil.



LĂMINA III - Sagittes d'*O.barbatum* 1 *O.rochei*.

- 1-*O.barbatum*, cara interna (X13)
- 2- *O.barbatum* , detall sulcus (X1400)
- 3- *O.rochei*, cara interna (X16)
- 4- *O.rochei*, detall sulcus (X270)
- 5- " " " (X1020).

LÀMINA III

FIG. 11- Sagitta esquerra d' *O. rochei* (dreta): cara interna i

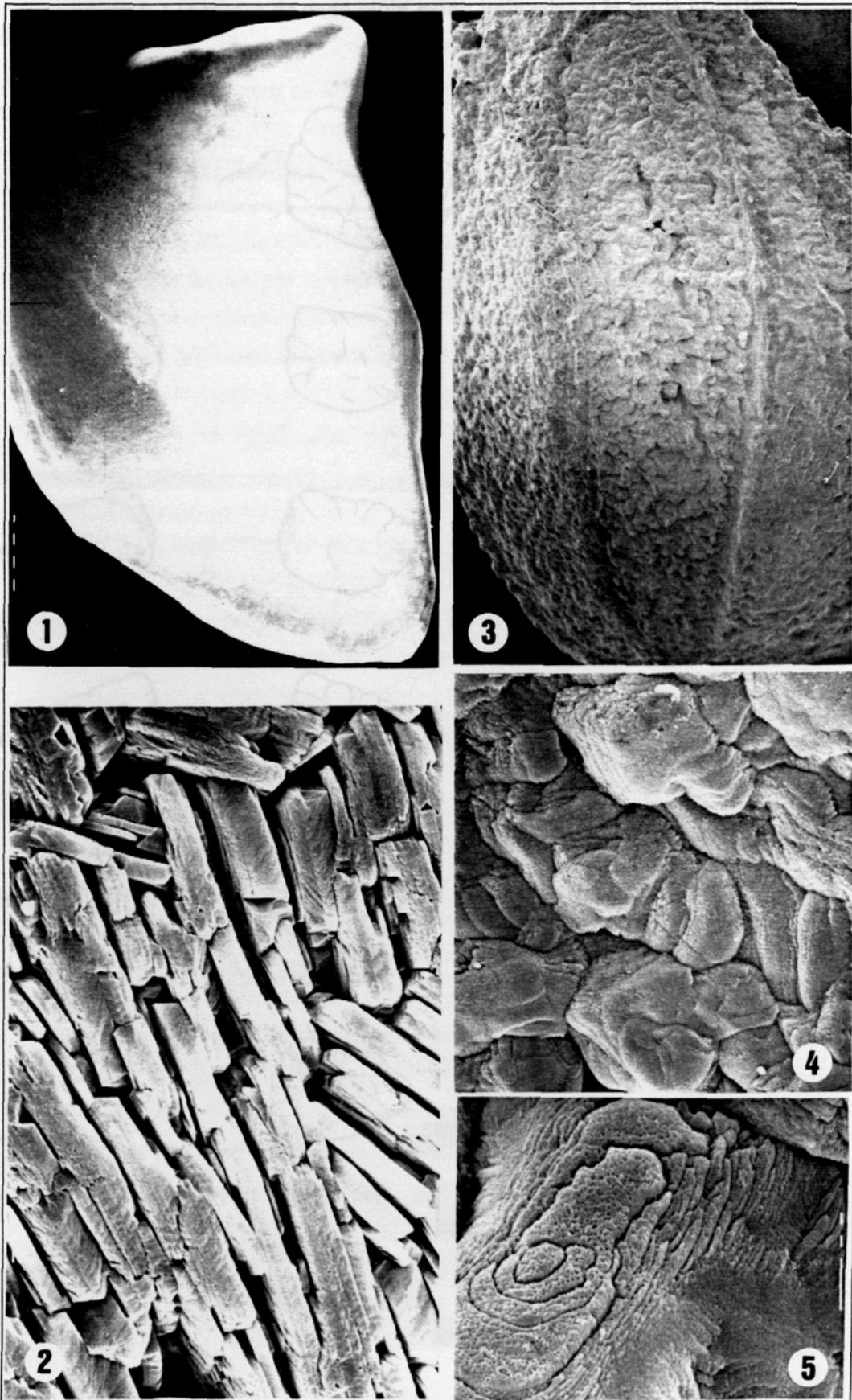


FIG 11- Sagitta esquerra d' *O. barbatum* (esquerre) i *O. rochei* (dreta): cara interna i cara externa. Les mides de cada otòlit estan indicades a la taula anterior.

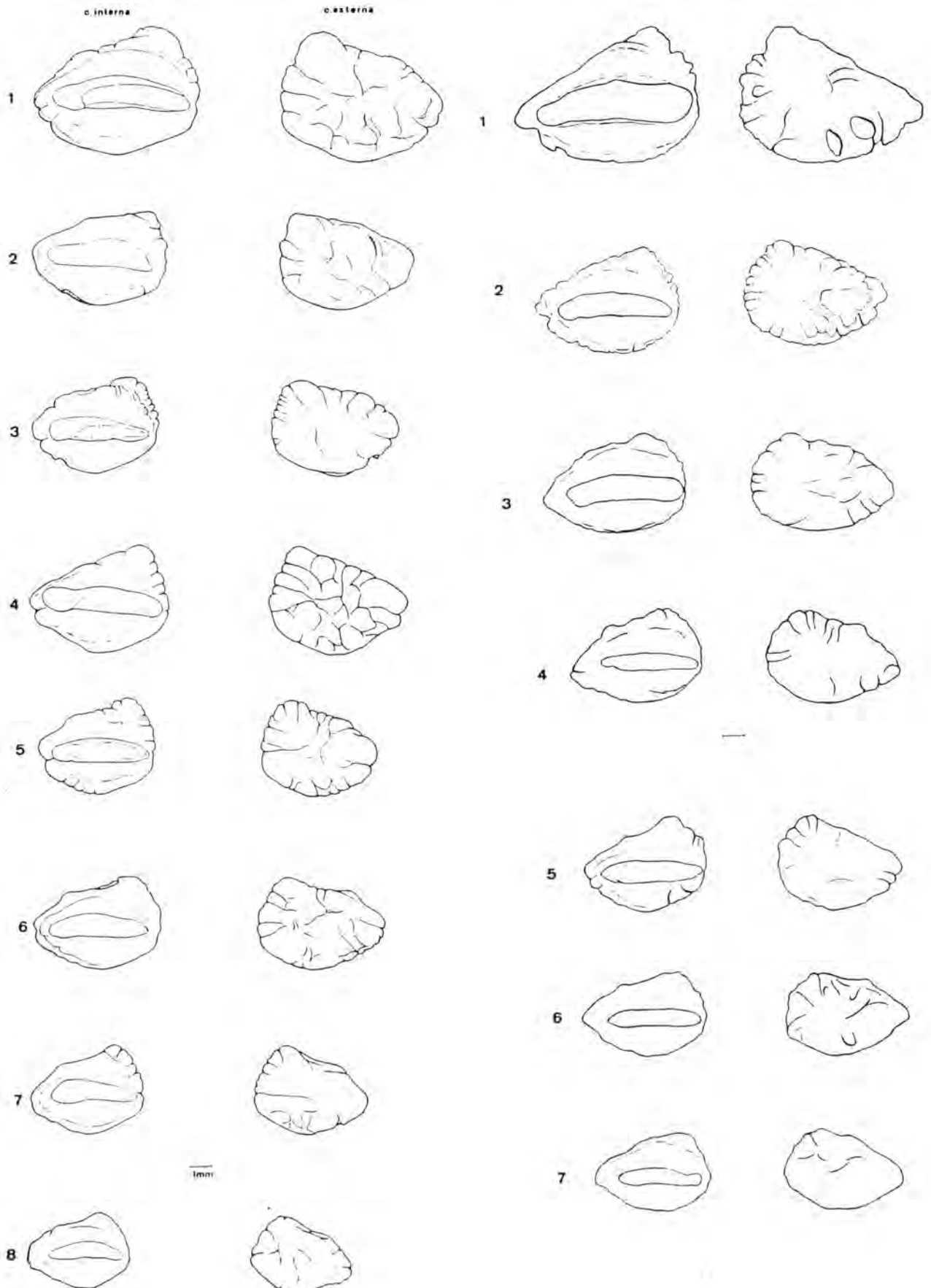
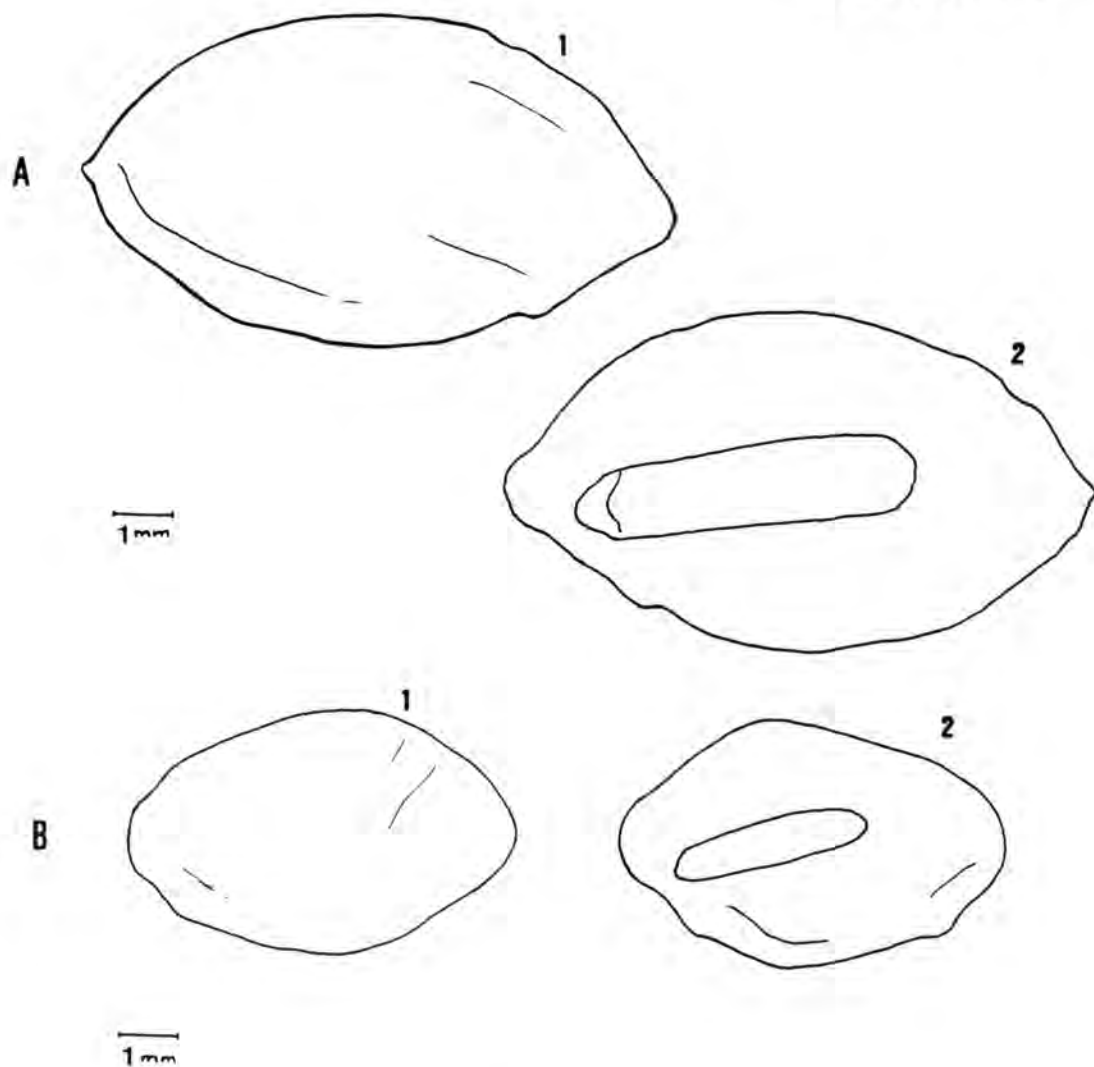
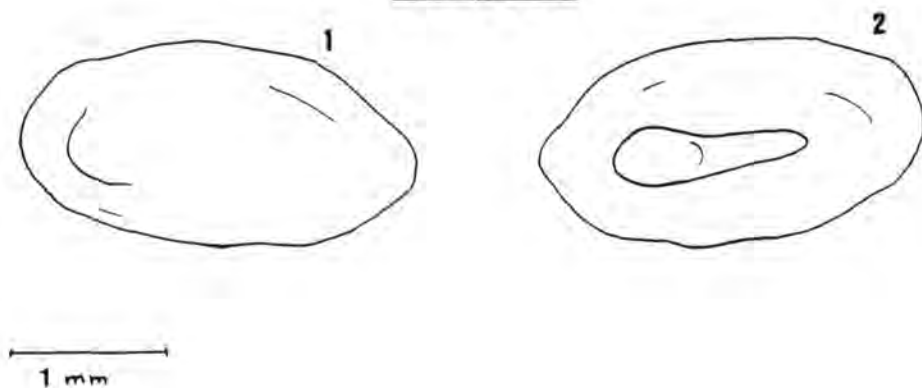


FIG. 12- Sagitta esquerra de *G.mystax* (a dalt): A- LT 35.6 cm, long. màx. otòlit 10 mm, B- LT 28.2 cm, long.màx.otòlit 6.5mm i *O.rufus* (a baix): Long.màx.otòlit 2.5 mm. A l'esquerre la cara externa i a la dreta la interna.

G.mystax



O.rufus



8-3- Esquelet postcefàlic.

Les vèrtebres de les dues espècies d'*Ophidion* són vèrtebres amficèliques típiques. Volem destacar però en aquest apartat les transformacions que pateixen les primeres vèrtebres com a conseqüència de la forma de l'os de la bufeta natatòria, en els mascles d'*O.barbatum* i *O.rochei*.

Tant en una com en l'altra espècie el conjunt format per la bufeta i el seu os ocupen l'espai situat per sota de les 10 primeres vèrtebres, però les modificacions importants són produïdes sobretot a les 5 primeres, que és l'espai ocupat per l'os.

La **primera vèrtebra**, a cap de les dues espècies no té arc ni espina neural, està molt modificada i només presenta com una petita protuberància mitjana que correspondria a les restes d'aquesta. Ara bé, aquesta primera vèrtebra forma unes expansions alades, que es dirigeixen lateralment, que cobreixen aquesta vèrtebra i part de la superfície dorsal i arc hemal de la segona vèrtebra (vegeu figura 14).

Aquesta **segona vèrtebra** té ja l'espina neural i l'arc hemal normalment formats. Aquestes modificacions són molt similars a les dues espècies. Per sota d'aquests processos alats (vegeu figura 13) i de la part més anterior, en surten uns altres processos laterals, que al cap de poc de sortir formen un angle gairebé recte per dirigir-se cap avall en el cas d'*O.rochei* i cap avall i al mateix temps cap a darrera en el cas d'*O.barbatum*. Són aquestes expansions les que entraran en contacte amb la part més anterior dels ossos de les bufetes.

La **superfície ventral** de les 5 primeres vèrtebres està considerablement modificada, en els dos casos (vegeu figura 14), especialment en el cas d'*O.barbatum*, ja que l'os és considerablement més gros i ocupa més superfície.

Fixem-nos especialment en la modificació de les vèrtebres 4 i 5 d'*O.barbatum* i l'amplada posterior d'aquesta última, que implica que la sisena vèrtebra encara estarà lleugerament modificada per poder encaixar amb ella.

A *O.rochei*, la vèrtebra 5 ja té el marge posterior de l'amplada que després tindran totes les vèrtebres que la segueixen. De fet són només les vèrtebres 4 i 5 d'*O.barbatum*, les que entren en contacte directe amb l'os. Vegeu fotografies.

En les dues espècies, de la meitat ventral de la vèrtebra tercera, en surten lateralment uns ossos de sosteniment de la bufeta, amb una forma lleugerament diferent a les dues espècies (vegeu figura 15). Segons Rose (1961), a *Ophidion holbrookii*, un lligament uneix les superfícies laterals d'aquests ossos de suport amb l'extrem posterior de l'estructura alada que descrivim a la primera vèrtebra.

Pel que fa a les **femelles**, tenen les expansions laterals alades de les primeres vèrtebres, encara que menys pronunciades, i els altres dos processos laterals que sortien per darrera, també presents, es dirigeixen però només cap enrera i no cap avall. A les seves superfícies ventrals no pateixen cap tipus de modificació particular, donada la no presència de l'os.

FIG.13 - Vista anterior de la segona vèrtebra, amb les corresponents modificacions de sosteniment de l'os de la bufeta (esquerre) i estructura semi-ossificada que manté aquest os unit a la bufeta (dreta). *O.barbatum* (a dalt) i *O.rochet* (a baix).

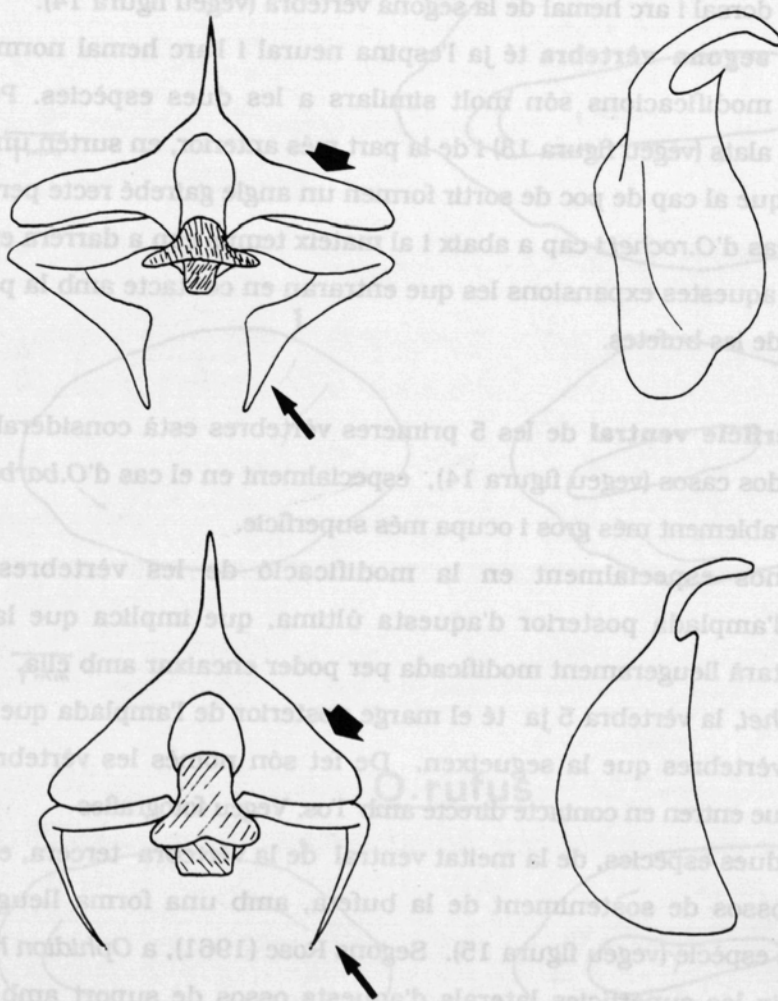
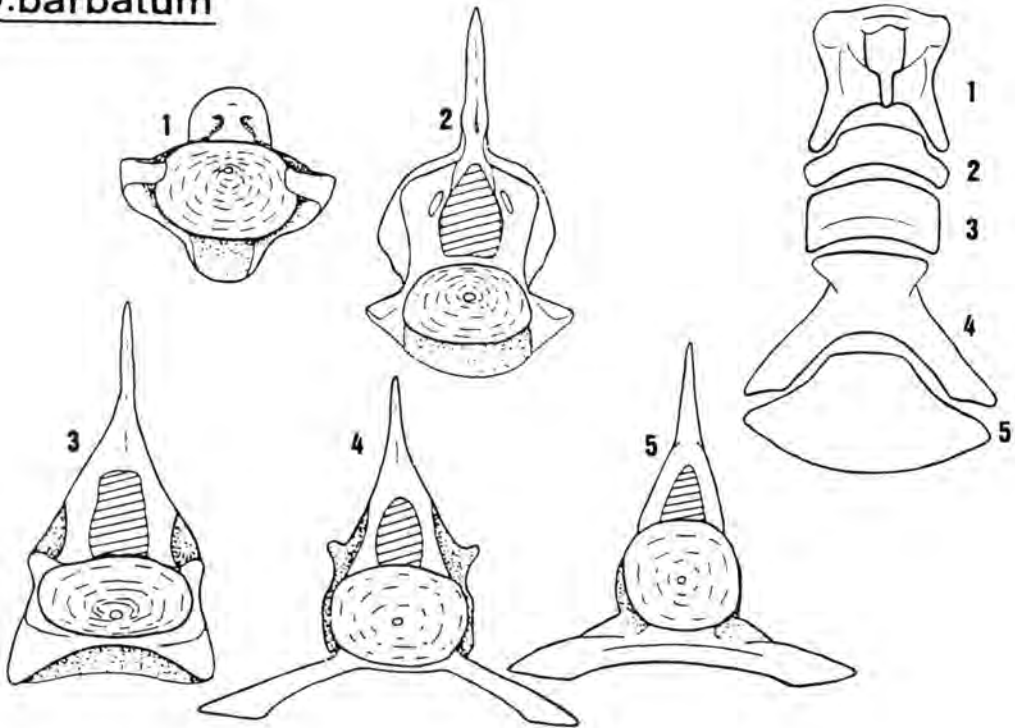
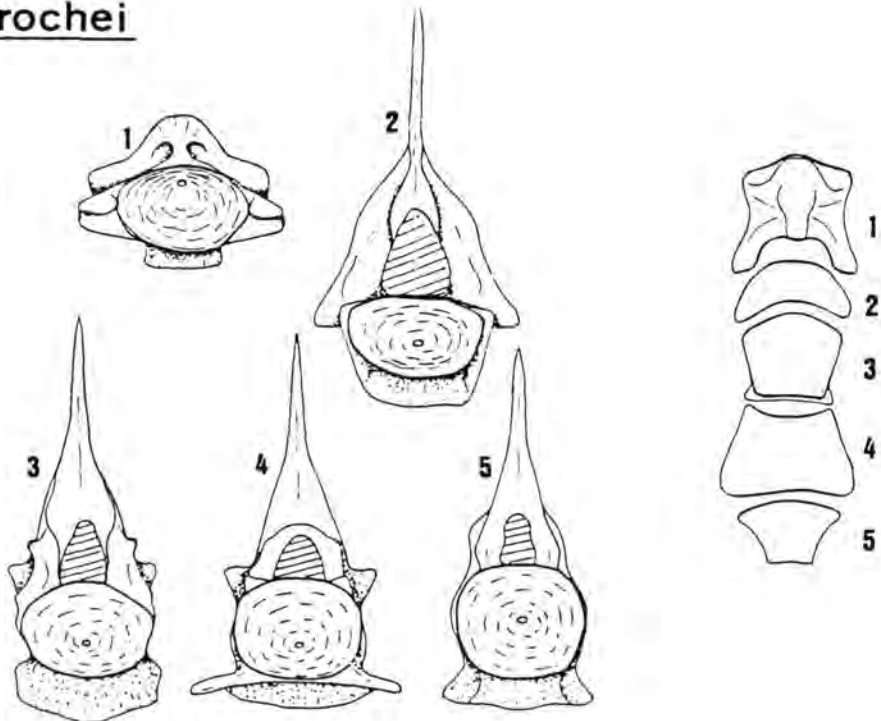


FIG.14 - Vista ventral i posterior de les cinc primeres vèrtebres dels mascles d'*O.barbatum* i *O.rochei*.

O.barbatum



O.rochei



8-4- Bufeta natatòria.

-O.barbatum- mascles:

La bufeta és gran, àmplia, de parets consistents i ocupa gran part de la cavitat abdominal, deixant per darrera just l'espai per a les gònades. Té forma clarament de sac i no té cap obertura posterior. La part dorsal de la bufeta està fortament ancorada a la superfície ventral de les primeres vèrtebres, modificades per a tal finalitat.

La paret, rígida, està formada per dues capes: la més externa està constituïda per un teixit connectiu gruixut, que sembla estar especialment reforçat amb col.lagen, ja que és molt resistent a la compressió, i una més interna, fina i transparent, que cobreix la cavitat interna, consistent en una sola cambra. Són peixos fisoclistes, per tant desprovistos de conducte neumàtic entre l'esòfag i la bufeta.

A la part anterior de la bufeta, tanca l'orifici un os reniforme característic. Aquest os, que en els exemplars més joves està representat per una petita bola de cartílag, va adquirint forma, grandària i consistència a mesura que creix el peix. Tal i com podeu veure a la figura 15, està col·locat de manera que un dels dos lòbuls penetra lleugerament a l'orifici de la bufeta, mentre que la resta queda a l'exterior.

O.barbatum- femelles:

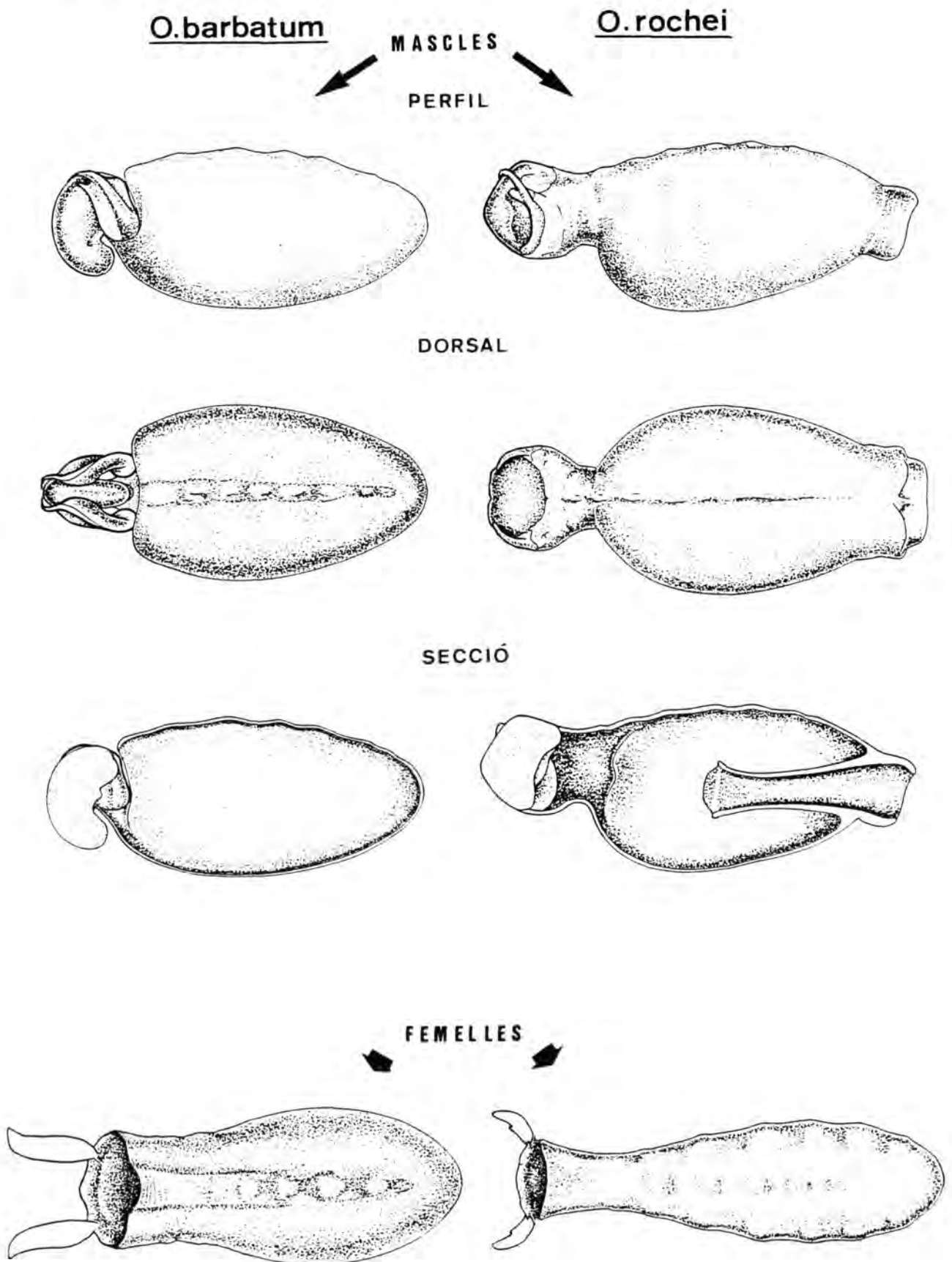
És igualment en forma de sac com en els mascles, però les seves parets no són reforçades com en aquells sinó molt més primes, poc resistents a la compressió. La secció té un diàmetre molt inferior al dels mascles i està fortament adosada a la superfície ventral de les vèrtebres. Consisteix igualment en una sola cambra, l'orifici anterior és simple i no hi ha cap mena d'os davant d'aquest.

O.rochei- mascles:

Aquesta bufeta és la que descriu Facciola (1933) atribuint-la a *O.barbatum*. És de parets molt consistents i rígides, més fins i tot que en la darrera espècie. El perfil general és de sac, però acaba tant per davant com per darrera en una zona més estreta, talment com un coll. Aquest "coll" és més llarg per la part del davant, i acaba amb l'os. Els mascles més petits, de longitud total inferior als 13 cm, no tenen l'os, poc a poc comença a formar-se un cartílag i a mesura que creixen agafa una forma quadrangular, que tancarà tota l'obertura del sac. L'extrem posterior acaba en el que seria un orifici circular, de contorn molt gruixut i tapat per una membrana.

L'interior està constituït per tres cambres, tal i com les descriu Tortonese (1975): l'anterior, al voltant de l'os, plena d'una substància geletinosa; la mitjana, molt més gran, plena de gas; la posterior constitueix un cilindre ple de substància

FIG.15 - Bufeta natatòria.



gelatinosa. Aquesta tercera cambra és com una perllongació del cilindre o coll posterior, que penetra dins de la cambra mitjana, de la que es manté separat per una membrana que en recobreix l'altre extrem (vegeu figura 15).

Tal i com passava en el cas anterior, aquesta bufeta està fortament adosada a la superfície ventral de les vèrtebres, ocasionant les modificacions ja esmentades.

***O.rochei*- femelles:**

La bufeta és molt més simple que la dels mascles i molt similar a la de les femelles de l'altra espècie, amb només una diferència important, i és que les parets són molt més rígides i consistents, i és en conjunt una bufeta més voluminosa que la de les femelles d'*O.barbatum*.

8-5- Complex uròfor.

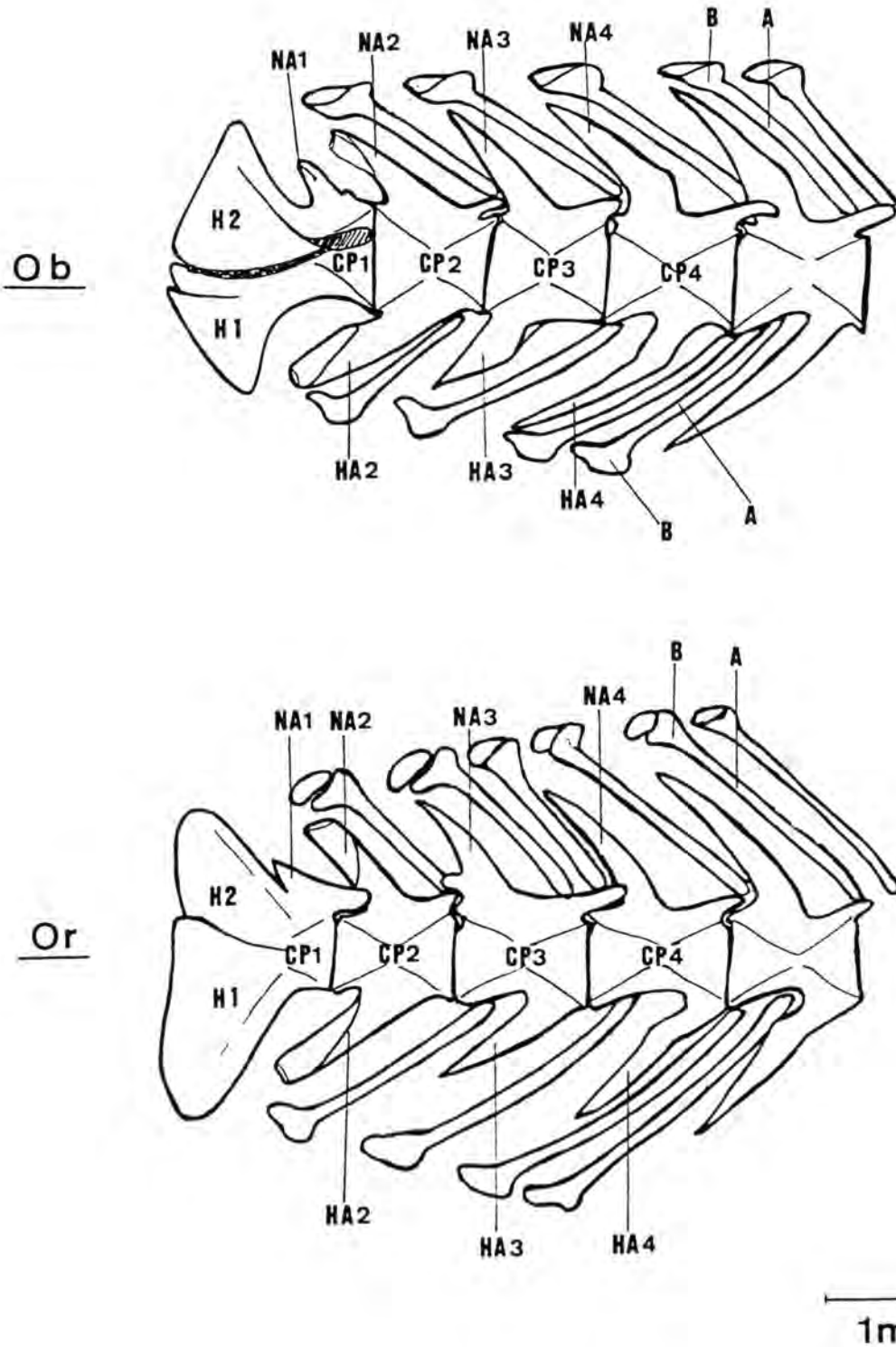
Segurament la diferència més palesa entre els complexos uròfors d'*O.barbatum* i *O.rochei*, sigui la forma dels hipurals (vegeu figura 16). En els peixos existeix una tendència evolutiva a la fusió i desaparició dels hipurals superiors. Totes dues espècies tenen únicament dos hipurals, separats per una petita escotadura, però la forma de ventall que tenen, és més sòlid, potser més ossificat en *O.rochei* i l'extrem terminal es podria representar gairebé com una línia vertical en aquesta espècie, mentres que en *O.barbatum* acaba en una forma més arquejada.

A més, en *O.barbatum* s'observa com l'inici d'una petita escotadura, que podria correspondre als vestigis de la fusió d'un últim hipural. Si això fos cert, podria significar que el complex uròfor d'*O.rochei* és lleugerament més evolucionat que el d'*O.barbatum*.

L'esquema que presenta Monod (1968) del complex uròfor d'*O.barbatum* és més similar al que nosaltres trobem a *O.rochei*. De fet ell mateix diu que li va ser impossible determinar amb seguretat que es tractés d'aquella espècie. Destaca com a singulars les formes del neuracant 2 i del hemacant 2, estructures semi-ossificades, ja descrites per Whitehouse (1910, a: Monod, 1968). Monod constata que el cap dilatat dels axonostes corresponents, es recolzen sobre l'extremitat doblement escotada de les apòfisis arcuals, i ho relaciona amb la regressió de la caudal i el retrocés de les aletes dorsal i anal.

Pel que fa als exemplars que nosaltres hem disseccionat, constatem que tant l'hemacant com el neuracant acaben en una forma lleugerament còncava, però no hem observat la doble escotadura de les apòfisis arcuals i pel que fa als baseostes

FIG. 16- Complex uròfor d' *Ophidion barbatum* (a dalt) i *O. rochei* (a baix):
 A= axonoste, B= baseonoste, A+B= pterigòfor, CP= centre preural, HA= hemacant
 (espina hemal), H1= hipural 1, H2= hipural 2, NA= neuracant (espina neural).



dels axonostes corresponents, si no es recolzen directament sobre aquesta escotadura, si que hi són al menys molt propers.

Monod (1968) diu també haver observat en un cas, respecte al CP3, 2 neuracants i 2 hemacants i en un altre cas, 2 neuracants i 1 hemacant. Nosaltres en els exemplars disseccionats n'hem vist sempre un de cada.

Caldria potser també esmentar una lleugera diferència entre el NA1 de les dues espècies. En *O.barbatum* conserva encara una forma similar, encara que més reduïda, a la dels neuracants dels altres centres preurals, mentres que en el cas d'*O.rochet* presenta una morfologia més modificada i com més integrada en el complex constituït per el CP1 i els hipurals.

Els parahipurals o arcs hemals del primer centre preural CP1, estan integrats totalment en el conjunt i no es diferencien en cap de les dues espècies.

8-6- Tub digestiu.

O.barbatum i *O.rochei*.

Totes dues espècies tenen un patró de tub digestiu corresponent al **tipus "B"** descrit per Mok (1980). Aquest tipus de tub es caracteritza per una primera ansa de l'intestí postpilòric, que Mok anomena **ansa f**, situada cap a davant i una segona ansa, l'**ansa a**, que s'extén horitzontalment cap a la part posterior de la cavitat peritoneal. El mateix autor diu que és el més bàsic i més àmpliament distribuït tipus de tub digestiu en els acantopterigis.

L'estomac és de tipus cecal, és a dir fent un arc a la regió cecal i tornant cap a davant, deixant en aquesta zona un cul-de-sac. L'estructura del tub digestiu no varia al llarg de la vida de l'animal. A cap de les dues espècies no hi ha cecs pilòrics. Vegeu a la figura 17, la forma i esquema corresponent al tub digestiu de les dues espècies.

Gnathophis mystax

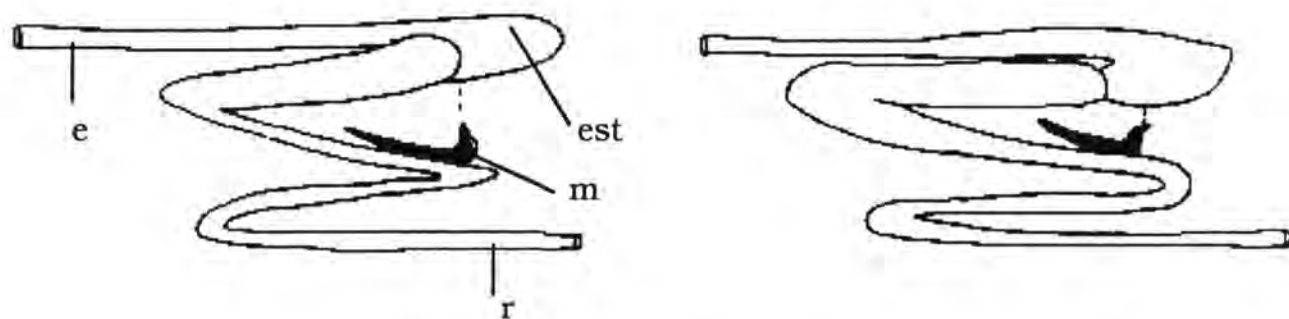
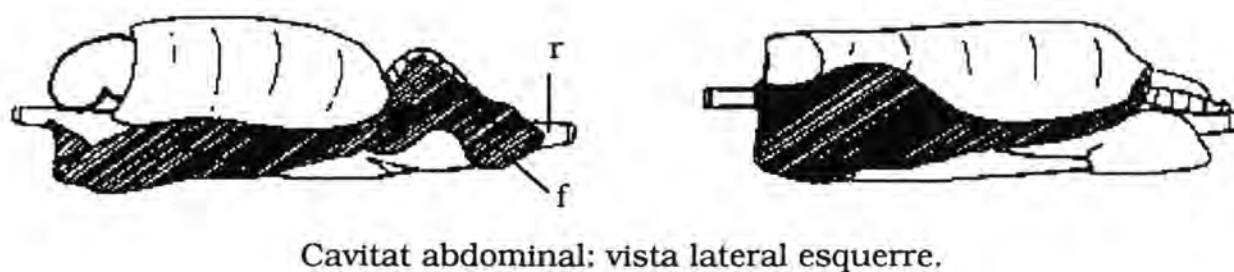
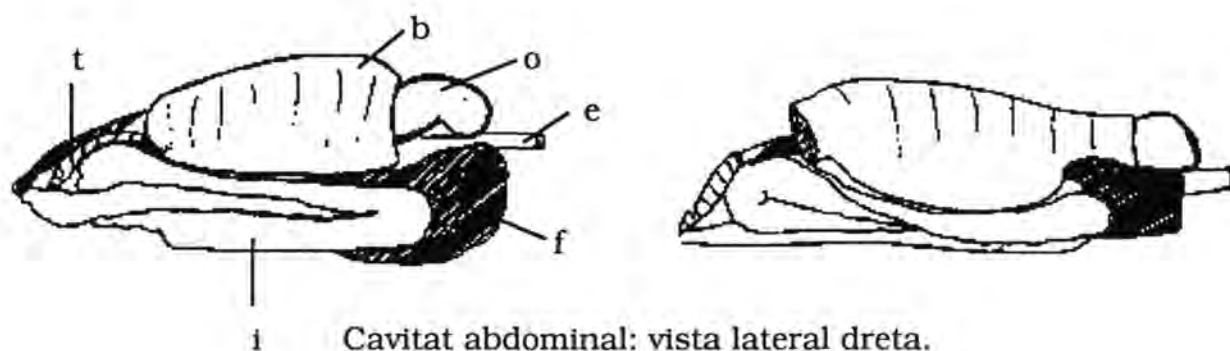
El tub digestiu de *G.mystax* es correspon amb el **tipus LA** descrit per Mok (1980) (vegeu figura 18). Aquest tipus de tub té l'ansa f, però en canvi l'ansa a hi és absent. Segons aquest autor, el tipus LA no està limitat a uns grups específics, però és present a diverses famílies d'actinopterigis.

L'estòmac, igual que en el cas de les espècies anteriors és de tipus cecal, encara més pronunciat en aquest cas. Després de l'ansa f l'intestí es dirigeix ja cap enrera, cap al recte. A nivell aproximat del límit de l'ansa estomacal, fa alguns petits replegaments, que incrementen una mica la longitud del tub.

Donada la presència d'aquests replegaments als que hem fet referència, s'han fet algunes medicions de longitud de l'intestí postpilòric (+ recte), per veure si es donaven variacions importants d'aquesta longitud en funció de la talla. Vegeu els resultats a la taula 28.

Observem que la longitud intestinal creix amb la talla amb molta més intensitat en les femelles que en els mascles. Això ho demostren, a part dels percentatges, les funcions de correlació. Es tracta sempre d'una al·lometria creixent, però en el cas dels mascles, la pendent de la recta de regressió s'aparta molt poc d'1, mentres que en el cas de les femelles n'és clarament diferent. Això vol dir per tant que al llarg de la vida de l'individu, particularment de les femelles, aquestes anses augmenten en nombre o mida, mentres que en els mascles mantenen probablement una estructura més constant.

FIG. 17- Cavitat abdominal i tub digestiu de *O.barbatum* (esquerre) i *O.rochei* (dreta):
b= bufeta, e= esòfag, est= estomac, f= fetge, i= intestí, m= melsa, o= os bufeta, t=
testicles, r= recte.



TAULA 28 . Longitud intestinal (post-pilòrica i rectal) de *G.mystax*: LT= longitud total de l'exemplar en cm, LI= longitud intestinal en cm., %= de la Li respecte a la LT.

FEMELLES

hivern			estiu			tardor		
LT	LI	%	LT	LI	%	LT	LI	%
23.0	5.8	25.21	23.0	6.5	28.26	23.5	5.5	23.40
23.3	5.8	24.89				24.8	5.2	20.97
24.4	6.2	25.41	24.6	5.2	21.14	25.6	5.0	19.53
25.7	6.3	24.51	25.5	7.0	27.45	25.7	4.8	18.68
26.1	8.2	31.41	25.9	6.0	23.17	26.5	6.7	25.28
27.5	7.4	26.91	27.8	8.3	29.86	26.7	6.0	22.47
28.0	8.3	29.64				27.0	5.8	21.48
29.3	8.0	27.30	29.2	7.0	23.97	27.6	7.0	25.36
29.5	7.3	24.74	29.9	9.5	31.77	28.0	6.0	21.42
30.5	9.3	30.49	30.6	7.0	22.87	29.4	8.3	28.23
31.5	10.0	31.74	31.5	7.6	24.12	30.4	7.5	24.67
33.0	7.8	23.63	33.0	8.9	26.97	31.0	6.8	21.93
34.1	9.7	28.44	34.2	8.8	25.73	32.6	8.5	26.07
35.0	10.5	30.00	35.0	8.5	24.28	33.3	7.8	23.42
35.6	9.8	27.53	35.8	11.0	30.72	33.9	8.5	25.07
36.2	12	33.15	36.3	9.7	26.72	34.4	8.5	24.71
37.0	13	35.13	37.1	14	37.73	35.4	8.7	24.57
38.2	15.0	39.26	38.0	15.0	39.47	36.3	10.4	28.65

MASCLES

hivern			estiu			tardor		
LT	LI	%	LT	LI	%	LT	LI	%
22.0	4.8	21.82	22.0	4.9	22.27			
23.7	5.7	24.05	22.9	6.7	29.26			
24.9	6.3	25.30	23.3	5.8	24.89	23.4	5.7	24.36
26.5	8.0	30.19	24.3	6.0	24.69	25.0	5.0	20.00
27.8	8.0	28.78	26.8	5.6	20.89	27.0	5.5	20.37
27.9	7.0	25.09	27.5	6.5	23.64	27.8	5.5	19.78
28.1	6.5	23.13	28.1	6.5	23.13	28.8	6.0	20.83
30.1	7.7	25.58	29.1	7.0	24.05	29.5	7.3	24.74
31.5	6.7	21.27	30.1	7.4	24.58			
32.0	9.4	29.37	31.4	6.4	20.38	31.8	7.5	23.58
32.9	8.3	25.23	32.1	7.4	23.05	32.8	9.0	27.44

FEMELLES :

Long.intes. mitjana (cm) = 8.55 ± 0.43

Mínim 4.80 cm, màxim 15 cm.

Desv. típica 2.59 (cm)

Funció de correlació :

LI = 4.056 . LT ^{1.5569}

(r= 0.8544)

MASCLES :

Long in.mit (cm)= 6.86 ± 0.25

Mínim 5 cm, màxim 9.40 cm.

Desv. típica 1.20 (cm)

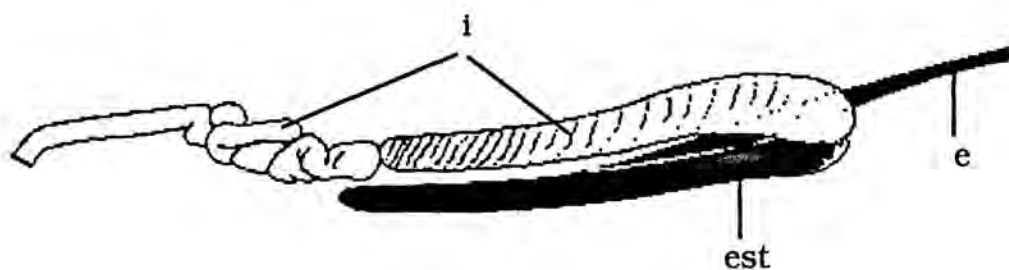
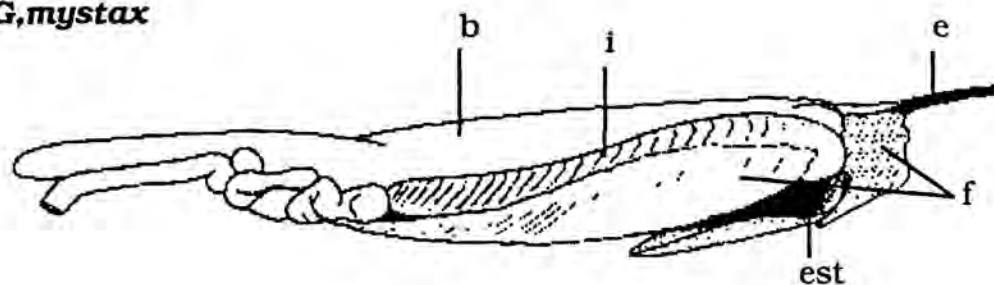
Funció de correlació :

LI = 2.093 . LT ^{1.0821}

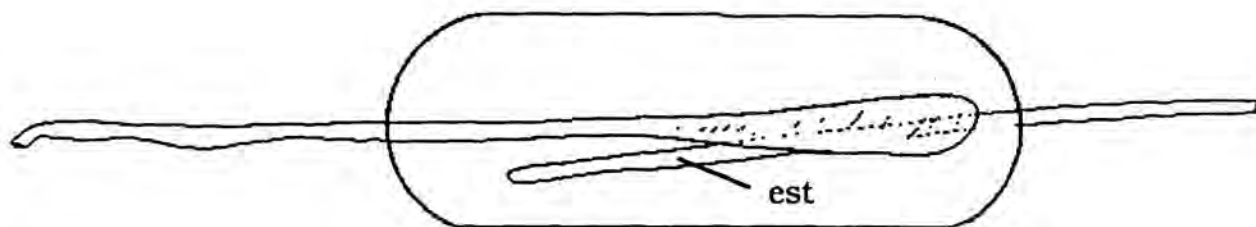
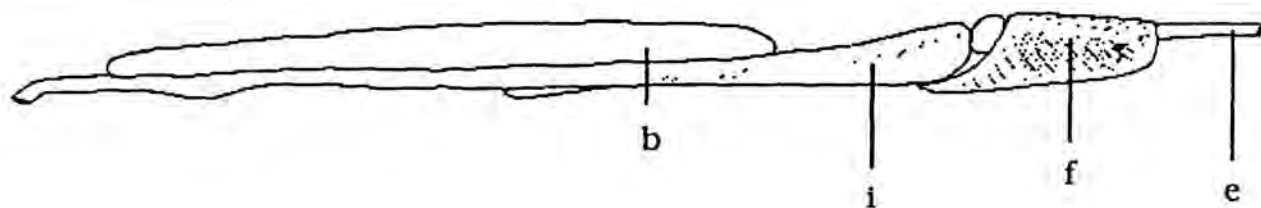
(r= 0.7190)

FIG. 18- Tub digestiu de *Gnathophis mystax* (a dalt) i *Ophichthus rufus* (a baix):
b= bufeta, e= esòfag, est= estòmac, f= fetge, i= intestí.

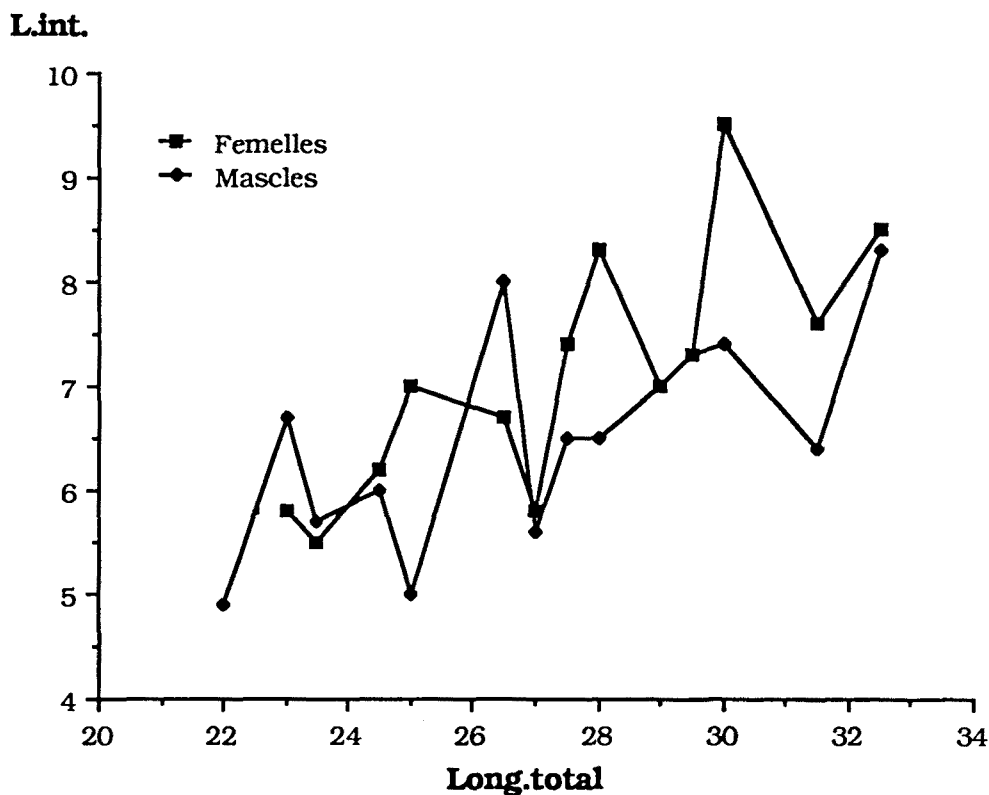
G. mystax



O. rufus



GRÀFICA 7. Relació entre la longitud total de l'exemplar (eix X) i longitud de l'intestí (eix Y) en femelles i mascles de *G. mystax*.



Ophichthus rufus

El tub digestiu d'aquesta espècie, és a grans trets igual que el de l'espècie anterior (vegeu figura 18). Correspon per tant al **tipus LA** descrit per Mok (1980), amb una sola cosa que el diferencia de *G. mystax*, i és que l'intestí, per darrera de l'ansa f és totalment recte. En aquest cas doncs, la longitud postpilòrica només podrà variar en la mateixa proporció que ho faci el peix.

El tub digestiu és doncs d'aspecte molt simple, llarg i prim, amb l'únic replegament de l'estòmac. L'estòmac, de tipus cecal, té una ansa o cul de sac molt pronunciada i puntxaguda.

8-7- Gònades.

O.barbatum i *O.rochei*

L'aparell genital femení, ja descrit en detall per Casadevall et al. (1987), consisteix en un únic sac ovàric, situat a la part dorsal i posterior de la cavitat abdominal, que, mitjançant un curt oviducte, s'obre directament a l'exterior pel gonoporus femení (vegeu figura 19). L'ovari queda unit a la paret dorsal del cos per bandes de teixit de tipus mesentèric, constituint l'anomenat *mesovarium* o mesovari.

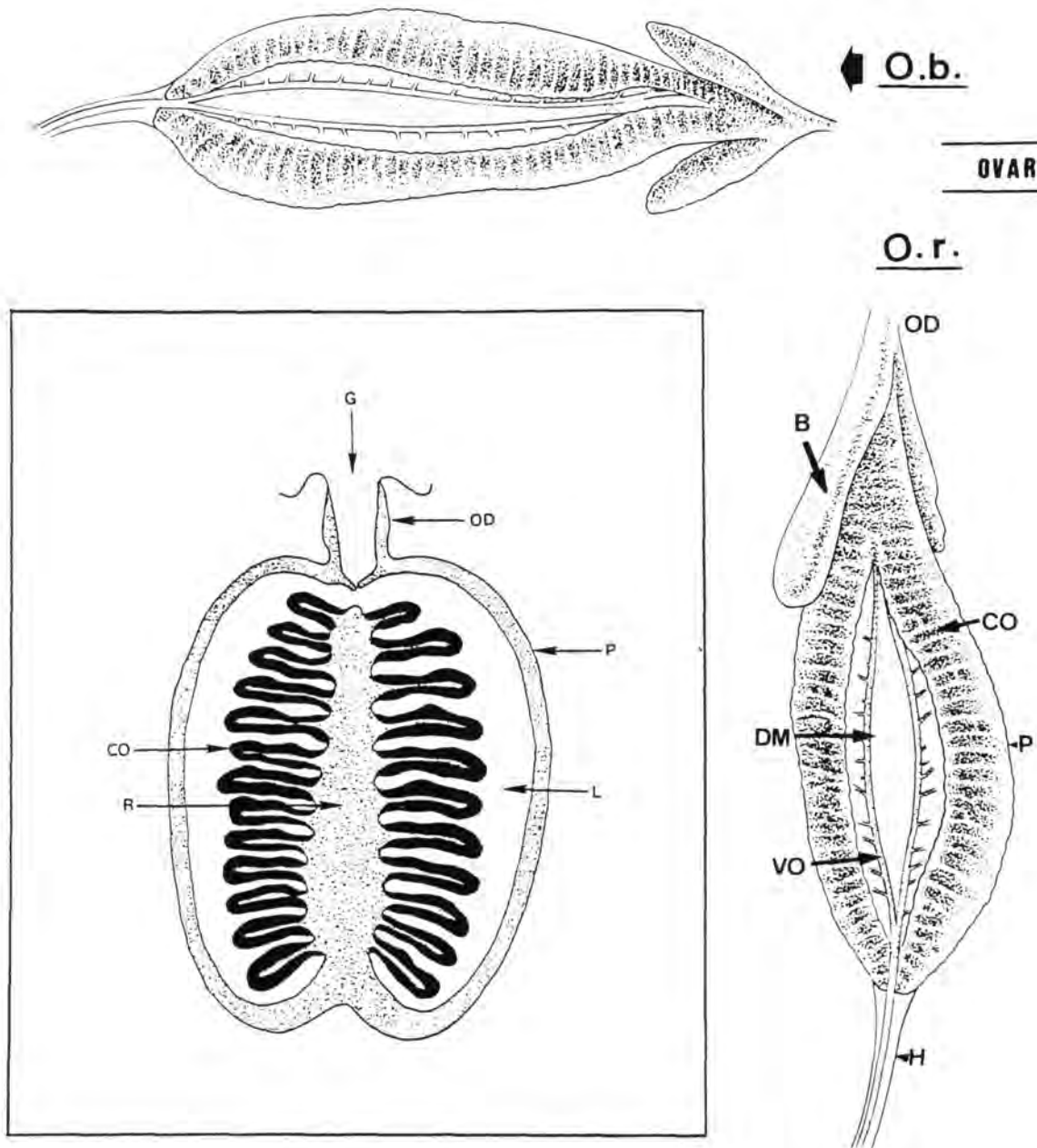
L'**ovisac** és de tipus entovàric, sacular, pla-el·líptic, que en secció transversal té la part superior lleugerament convexa i la part ventral bilobulada i presenta una depressió medial ocupada pel raquis músculo-connectiu. D'aquest raquis en parteixen radialment els cordons ovàrics, augmentant així notablement la superfície germinal de la gònada. Aquesta depressió medial, a mesura que la gònada va augmentant de volum en època de posta, s'anirà tancant, quedant en les gònades més madures, com una simple escolladura longitudinal.

L'**oviducte** o conducte vector, resulta d'una perllongació de l'embolcall peritoneal de la gònada i desemboca a l'exterior per darrera l'anús. Es tracta d'un pavelló molt curt, revestit internament per un epitel·li cúbic, monoestratificat, idèntic al que revesteix la cavitat ovàrica i dotat d'un embolcall muscular molt desenvolupat, format per diverses capes de fibres musculars llises. S'obre a l'exterior pel gonoporus femení i per l'altre extrem, cap a la cavitat ovàrica, queda tancat per dos plects parietals que impedeixen la sortida dels òvuls fins al moment de la posta. Arribat aquest moment seran expulsats de forma convulsiva per la contracció espasmòdica de la musculatura parietal de l'ovari. A nivell de l'oviducte hi podem observar la presència de la bufeta de l'orina, més correctament anomenada dilatació vesical, que presenta la particularitat en aquesta espècie de ser doble.

La **paret ovàrica** està constituïda per tres estrats: la túnica albugínia o estrat extern, la túnica muscular o estrat medial i l'epitel·li germinatiu o estrat intern. La **túnica albugínia** és la capa més externa de la paret ovàrica, formada per un teixit connectiu fibrós, que té per funció la protecció mecànica de l'ovari.

La **túnica muscular**, molt irrigada i innervada, és ocupada per fibres musculars llises, orientades i agrupades formant dues bandes: una externa circular, i l'altra interna longitudinal. La banda circular està formada per unes tres capes cel·lulars i la banda longitudinal per unes vuit. La seva contracció, regulada probablement per via neurohormonal, condueix els òvuls presents a la cavitat ovàrica cap a l'oviducte.

FIG. 19- Gónades d' *O. barbatum* i *O. rochet* : ovaris en vista ventral (a dalt) i secció d'un ovari, i testicles (a baix):
 B= bufeta urinària, CO= cordons ovàrics, D= depressió medial, G= gonoporus, H= hili gonadal, L= lumen, VO= venes ovàriques, OD= oviducte, P= paret del sac, R= raquis ovàric.



L'**epiteli germinatiu**, més intern, està format per un epiteli de revestiment monoestratificat, cúbic. Tot i la seva denominació, cal observar que no és el responsable de l'origen de les cèl·lules germinals femenines.

El **raquis ovàric** prové d'una invaginació de la túnica muscular i de la capa germinativa cap a la cavitat ovàrica. Ramificacions radials donen lloc als cordons ovàrics. En l'estructura dels **cordons ovàrics** hi distingim: l'axis músculo-connectiu, el teixit germinal i l'epiteli germinatiu.

Entre els cordons ovàrics i la superfície interna de la paret del sac s'obre la cavitat ovàrica o lumen, a la que seran expulsats, des dels cordons, els òvuls madurs.

A cada cordó ovàric, el teixit germinal es disposa al voltant de l'axis, un eix constituït per una arteriola central i una banda circular circundant molt desenvolupada i formada per diverses capes de fibres musculars llises, disposades helicoïdalment. El teixit germinal està format per cèl·lules germinals immerses en un teixit connectiu lax estromàtic, molt vascularitzat. Externament, cada cordó ovàric és cobert per un epiteli cúbic monoestratificat continu amb l'epiteli germinatiu que revesteix la superfície interna de la paret ovàrica.

Els testicles ocupen, igual que l'ovari, l'extrem posterior de la cavitat abdominal, just darrera de la bufeta i per sota dels ronyons.

L'aspecte dels testicles immadurs és el de dos llengüetes d'un blanc gairebé translúcid, que desemboquen en espermiductes separats, però que es fusionen caudalment. A cada costat d'aquest s'observa la presència, igual que en els ovaris, de la bufeta urinària, que en aquests peixos presenta la particularitat de ser doble (vegeu figura 19).

Quan els testicles estan madurs, o en el moment de la posta, augmenten considerablement de volum (especialment de gruix) i esdevenen opacs i més densos.

Gnathophis mystax

L'aparell genital femení consisteix en dues estructures foliars, planeres, molt allargades, situades dorso-lateralment, partint de la paret dorsal a on es mantenen unides mitjançant el mesovari i cobrint part dels flancs del peix. Les dues gònades són sempre diferents de mida, sent la gònada esquerra sempre més desenvolupada i arribant fins gairebé l'extrem anterior de la cavitat abdominal, mentres que la dreta és sempre entre un 15 i un 30 % més curta, segons l'època i l'estat de maduració (vegeu figura 20).

Sobre els ovaris, gairebé sempre s'ha observat la presència d'un **dipòsit de greix**, de color taronja, més o menys gruixut segons l'estat de l'animal, però sempre

molt aparent, seguint la línia dorsal de la gònada.

La **túnica albugínia** és extremadament fina i ho esdevé encara més a la gònada madura. La zona dorsal d'aquesta túnica, està molt vascularitzada ja que està en contacte amb el mesovari des d'on li arriben els vasos sanguinis.

Els **cordons ovàrics** s'irradien des d'aquesta zona dorsal vascularitzada de la túnica, dirigint-se en direcció ventral. Sobre cada un d'aquests cordons s'hi desenvolupa el teixit germinal, constituïnt com **lamel·les ovàriques**, voltades per un epíteli germinatiu molt prim cúbic i monoestratificat. Aquesta estructura laminar és especialment marcada en gònades immadures, veient-se clarament un espai entre les lamel·les i només s'arriba a perdre en gònades totalment madures, a punt per la posta.

El **teixit germinal** es veu perfectament per transparència a qualsevol ovari. Els oòcits immadurs apareixen petits, groguencs i transparents i en canvi es veuen els oòcits madurs grossos, blancs i opacs, a través de l'epíteli germinatiu.

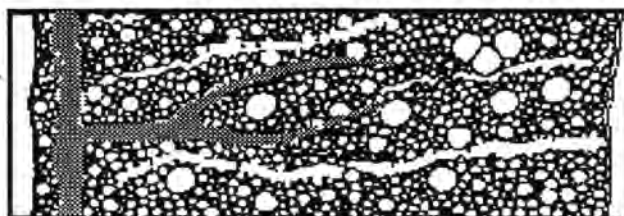
No s'ha observat presència d'**oviducte**. Quan es dissecciona una femella madura a punt per la posta, a l'obrir la cavitat abdominal queden lliures tots els ous continguts per aquesta. Aparentment sembla que la gònada es desintegra amb la posta, però queda a les femelles després de la posta dues estructures molt primes, fines, transparents, que només sostenen grups d'oòcits en estadis molt primerencs i alguns de madurs que no han estat posats i regresionaran.

Així com en el cas de l'espècies anteriors l'**augment de volum** de la gònada durant l'època de posta és molt limitat per l'estructura i posició del propi ovari, en el cas d'aquesta espècie, és espectacular: els ovaris s'allarguen cap a la part més ventral i creixen en gruix, inflant els flancs del peix; passen de ser dues làmines translúcides poc aparents, a ser una gran massa d'ous que omple tot el peix. Probablement la posta s'anirà efectuant per la pressió que produeixi la contracció de la musculatura de les pròpies parets de la cavitat abdominal, fent que es vagin expulsant els ous per l'orifici urogenital.

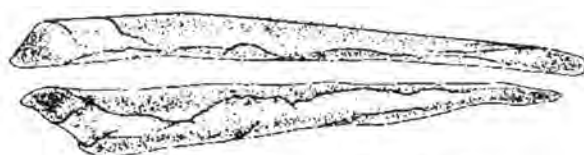
Els testicles són dues estructures allargades i parelles, situades a la part dorsal i posterior de la cavitat abdominal, amb una diferència marcada de **grandària** igual que en les femelles, és a dir amb l'esquerre lleugerament més desenvolupat. Els testicles dels exemplars immadurs tenen una estructura laminar, planera, lleugerament més amples a la part anterior, molt poc prominent, que en canvi, augmenten de gruix a mesura que van madurant, alhora que es tornen més opacs, especialment en època de posta. En aquesta època presenten un gruix considerable i una secció lleugerament triangular. En la zona dorsal i a tot el llarg de cada gònada hi transcorren els tubs espermàtics, que acaben en un curt espermiducte.

G.mystax

Detall de l'ovari. Es pot observar el raquis ovàric que es ramifica per formar els cordons ovàrics, portadors d'òocits en diferents estadi de desenvolupament.



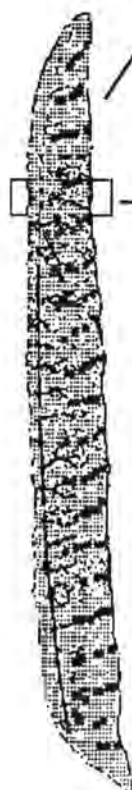
Ovari esquerre,
posició ventral.



Testicles madurs,
en posició dorsal.

O.rufus

Detall de l'ovari, on s'observa el raquis ovàric que es ramifica formant els cordons ovàrics portadors dels oòcits.



Testicles madurs,
posició dorsal.

FIG.20 - Gònades de *G.mystax* i *O.rufus*.

Ophichthus rufus

L'aparell genital femení d'aquesta espècie consisteix en un parell d'òrgans llargs, fusiformes, situats lateralment, des del dors fins a cobrir els flancs del peix i fins i tot el ventre d'aquest quan estan madures per la posta. La secció és semi-circular, seguint en certa manera la forma de la superfície que recobreixen, amb una cara lleugerament convexa, la més interna, en contacte amb el digestiu, i una clarament còncava, externa, en contacte amb les parets del cos. S'extenen a tot el llarg de la cavitat visceral i no s'observa diferència de llargada entre les dues gònades.

El mesovari s'exten dorsalment en tota la llargada de la gònada, mantenint-la unida a la paret dorsal del cos. La gònada està voltada per un fina **túnica albugínia** en el seu marge dorsal i part de la superfície ventral o més interna. El **raquis ovàric**, a la superfície ventral o interna de la gònada, segueix una línia dorso-ventral, s'exten a tot el llarg de la mateixa i està format per una túnica muscular molt irrigada, de fibres musculars llises, formant tres bandes: dues més externes circulars i una interna longitudinal, extraordinàriament irrigada.

Al llarg d'aquest raquis van sortint ramificacions laterals que van constituint els **cordons ovàrics**, sempre en posició molt ventral o interna de la gònada, sobre els quals s'hi desenvolupa el teixit germinal. Aquests cordons estan formats per una axis músculo-connectiu i una arteriola central i voltats per un epitelí germinatiu prim.

Els oòcits són ben aparents a simple vista ja que la gònada està ben poc protegida per la part externa. Són groguencs i transparents quan són immadurs i groc-taronja i opacs quan maduren i tornen a ser més groguencs, més clars, quan estan a punt per la posta.

No s'ha observat presència d'**oviducte**, sinó que sembla ser que els ous madurs, igual que en l'espècie anterior queden a la cavitat abdominal i seran expulsats per contracció de la musculatura de les parets del cos.

Els testicles són dos òrgans parells, situats a la part dorsal i posterior de la cavitat abdominal, planers, amb marges aguts, fusiformes, i molt poc aparents excepte en època de posta, en que adquireixen més volum i es fan més consistents i opacs. Els tubs espermàtics recorren tota la gònada dorsalment i acaben en un curt espermiducte.

9- REPRODUCCIÓ I FECUNDITAT

9-1- Oogènesi

Ophidion barbatum

PREVITEL.LOGÈNESI

La gònada immadura presenta un teixit germinal format per oogònies i oòcits previtel.logènics en diferents estadis de desenvolupament: oòcits A, B i C.

Les **oogònies**, de $36.6 (\pm 2.46) \mu\text{m}$ diàmetre mig i amb el del nucli de $16.2 (\pm 1.13) \mu\text{m}$, presenten una relació núcleo-plasmàtica (RNP) de 0.09. S'observa la presència constant de 2 o 3 nuclèols en posició paracentral. El seu citoplasma és d'aspecte fibro-reticular i es tenyeix intensament amb l'Orange G.

A l'estadi **A**, els oòcits mesuren uns $55.0 (\pm 2.04) \mu\text{m}$, el seu nucli $26.0 (\pm 1.00) \mu\text{m}$ i s'observa un increment en la RNP (0.12) respecte a les oogònies. Hi ha un augment en el nombre de nuclèols, acompanyat d'un moviment migratori cap a l'embolcall nuclear i al mateix temps el citoplasma perd afinitat per l'Orange G.

A l'estadi **B**, els oòcits han assolit un diàmetre mig d'uns $69.0 (\pm 2.31) \mu\text{m}$, el nucli $31.5 (\pm 1.17) \mu\text{m}$ i mantenen la RNP (0.10-0.11). Els nuclèols, cada cop més nombrosos, es disposen perifèricament, associats a l'embolcall nuclear. El citoplasma es tenyeix intensament amb el Blau d'Anilina.

A l'estadi **C**, els oòcits presenten $116.3 (\pm 5.05) \mu\text{m}$ de diàmetre mig, el nucli $51.6 (\pm 2.38) \mu\text{m}$ i s'observa una disminució de la RNP (0.09). L'escisió nucleolar finalitza i el nombre de nuclèols, per a seccions de $10 \mu\text{m}$, s'estabilitza entre 10 i 14. El citoplasma perd afinitat pel Blau d'Anilina i el seu aspecte esdevé fibro-granular.

VITEL.LOGÈNESI

Durant aquesta fase es produeixen un conjunt d'esdeveniments entre els que cal assenyalar la formació dels alvèols corticals i grànuls de vitel, la diferenciació de la zona pel·lúcida i de la capa fol·licular i un augment volumètric progressiu dels oòcits, molt superior a l'experimentat a la previtel.logènesi.

En un cordó ovàric madur, hi coexisteixen oòcits previtel.logènics (A, B i C) i vitel.logènics: estadis D, E i F. Vegeu la làmina IV.

A l'estadi **D**, els oòcits han adquirit un diàmetre mig d'uns $147.1 (\pm 5.65) \mu\text{m}$, el nucli $61.4 (\pm 2.95) \mu\text{m}$ i la RNP (0.07) és inferior a la dels darrers oòcits previtel.logènics. Aquest estadi es coneixia amb el nom d'**estadi de les vesícules de vitel**, nom que denominava el que ara anomenem alvèols corticals, per evitar la confusió amb el que realment és el vitel d'origen extracel·lular. Aquests alvèols

corticals apareixen primerament constituint dues o tres capes localitzades en el citoplasma cortical. La resta del citoplasma, al principi d'aspecte homogèniament fibro-granular, es reorganitza en una distribució radiada, iniciada a la zona cortical. La zona pel·lúcida (P.A.-S.+), comença a diferenciar-se clarament en aquest estadi i és particularment interessant la presència de certes zones citoplasmàtiques, perinuclears, fortament basòfiles (vegeu làmina V).

El diàmetre mig a l'estadi **E** és d'uns 177.1 (± 9.34) μm , el del nucli 63.1 (± 3.36) μm i segueix havent una evolució decreixent de la RNP (0.05). Es pot observar, a més, l'inici d'una migració nucleolar en sentit centrípet. Els al·vèols corticals van ocupant cada vegada més, la zona més cortical del citoplasma, mentre que els **grànuls de vitel** es van diferenciant de forma radial i centrípeta, amb una forta afinitat per la Fucsina àcida.

Els al·vèols corticals ocuparan finalment una sola capa en el citoplasma cortical perifèric i els grànuls de vitel ocuparan ja totalment el citoplasma, podent-se observar ben netament diferenciades al final d'aquest estadi, la zona pel·lúcida i la capa fol·licular.

Una tinció P.A.-S. en aquest estadi mostra els grànuls de vitel P.A.-S.+ (mucopolisacàrids neutres o glucoproteïnes), així com la zona pel·lúcida. La tinció amb Blau d'Alcià per a mucopolisacàrids àcids dóna negatiu en tots els estadis, així com la prova del Sudà per a la detecció de gotes lipídiques.

A l'estadi **F**, estadi final de la vitel·logènesi, els oòcits presenten un diàmetre d'uns 322.9 (± 16.6) μm , el nucli 91.8 (± 6.14) μm i la RNP disminueix considerablement (0.02). Els nuclèols han evolucionat cap al centre del nucli i el citoplasma es troba ja totalment ocupat per grànuls de vitel, que augmenten de grandària i es tenyeixen intensament amb l'Orange G. El nombre i volum dels mateixos fa que els al·vèols corticals no puguin ser observats en aquest estadi. En aquest punt, els grànuls de vitel són fortament P.A.-S.+ i les capes extracel·lulars adquireixen el seu màxim desenvolupament (vegeu làmina VI).

A les mostres observades d'aquesta espècie no s'ha observat la presència d'un estadi més avançat (G) com el que es comentarà amb *Ophidion rochei*, degut probablement a que les mostres eren del final de l'època de posta i els oòcits més madurs (F) estaven destinats a regressionar sense arribar a ser postos. Si s'ha observat en canvi, la presència de nombrosos cossos atrèsics.

Els **cossos atrèsics** són de diàmetre i aspecte molt variable, segons la fase d'atrèsia en que es troban i l'estadi de l'oòcit que regressiona. L'espai del cos atrèsic pot estar ocupat per un líquid coloidal d'aspecte homogeni i afi a diversos colorants de tipus àcid (Àcid pícric, Eosina, Blau d'anilina), si l'atrèsia és avançada, o si no ho és tant, es poden observar clarament, en el si d'aquest col·loide, una estructura amorfa,

vesículo-granular, que sovint encara permet entreveure les restes de l'oòcit que està en regressió.

Sovint, en els cossos atrètics més grans, s'observa la presència d'un canal que comunica el lumen del fol·licle madur amb la cavitat ovàrica. Aquest canal està revestit d'un epitel·li ciliat que resulta d'una diferenciació de l'epitel·li germinatiu (vegeu làmina VI).

O. rochei

L'oogènesi d'*Ophidion rochei* és molt similar a la d'*O. barbatum*, pel que en aquest apartat només es fa esment de les diferències entre les dues, sent la descripció general anterior vàlida per aquesta espècie. Vegeu làmina VII.

PREVITEL·LOGÈNESI

Aquest procés transcorre de la mateixa manera que en *O. barbatum*. Una primera diferència és el fet que en conjunt, els diàmetres mitjos, tant de la cèl·lula com del nucli a tots els estadis és inferior:

	<u>Diàmetre mig (µm)</u>		RNP
	cèl·lula	nucli	
- oogònies	23.0 (±1.4)	10.7 (±0.9)	0.11
- oòcits A	43.7 (±2.5)	24.0 (±1.2)	0.20
- oòcits B	54.4 (±1.84)	28.5 (±1.09)	0.17
- oòcits C	89.8 (±3.64)	40.8 (±2.29)	0.10

La relació nucleoplasmàtica, tot i que a l'estadi C és quasi igual a la de *O. barbatum* (0.09), assoleix als estadis A i B un valor molt superior, i per tant, en aquests estadis el nucli és a proporció més voluminós. Aquest fet podria estar relacionat amb l'altra diferència important que observem en aquesta etapa pel que fa a l'escisió nucleolar: el **nombre de nuclèols** que van apareixent en aquests estadis és molt **superior** al nombre que trobàvem en l'espècie anterior. Així doncs, la intensa activitat podria ser la causa del creixement superior del nucli en aquests dos estadis.

A més, així com en el cas anterior el nombre de nuclèols s'estabilitzava a l'estadi C i aparentment finalitzava l'escisió, en aquesta espècie, aquest fenomen sembla prorrogar-se fins ben entrada la vitel·logènesi. Pel que fa al seu desplaçament cap a la perifèria del nucli, es dona de forma similar.

Pel que fa a les diferències de tinció i aspecte de citoplasma i nucli, és igual que en *O. barbatum*.

VITEL·LOGÈNESI

Durant l'**estadi D** fan igualment aparició els alvèols corticals i sembla que és al final del mateix quan finalment s'atura l'escisió nucleolar. En aquest punt es poden arribar a comptar fins a **60 nuclèols** per secció de 13 µm en front dels 14 de l'altra espècie, sempre però de diàmetre inferior.

	<u>Diàmetre mig (µm)</u>		RNP
	cèl.lula	nucli	
- oòcits D	130.5 (±4.18)	57.7 (±2.43)	0.09
- oòcits E	174.7 (±5.81)	67.2 (±2.04)	0.06
- oòcits F	228.1 (±4.75)	67.0 (±2.82)	0.03
- oòcits G	295.7 (±5.53)	73.14 (±2.27)	0.015

Durant l'**estadi E** s'observa una petita variació en la forma en que evolucionen els grànuls de vitel (tinció Tricròmica de Mallory): els grànuls comencen a madurar a la zona cortical, però en un cercle una mica més interior, deixant la banda més externa dels alvèols ben neta de grànuls. Al principi d'aquest estadi es veuen dos bandes ben netes i diferenciades, la dels alvèols i la dels grànuls. En el cas de l'espècie anterior els grànuls apareixien també entre els alvèols en la zona més cortical de la cèl.lula. Aquests grànuls van madurant en cercles concèntrics, apropant-se progressivament al nucli, sense observar-se però l'evolució radial de l'altra espècie.

Els nuclèols en aquest estadi formen dos o tres cercles concèntrics a la zona cortical del nucli. Els nuclèols més grossos en l'estadi E tenen un diàmetre de 3.2 µm i en canvi a *O.barbatum* arribaven als 9.6 µm.

L'**estadi F** és idèntic, però en canvi podem resaltar l'aparició d'un nou estadi que no observàvem en l'altra espècie, l'**estadi G**, en el que els grànuls de vitel comencen a augmentar considerablement de diàmetre, aparentment a causa de la fusió de diversos grànuls entre si. No s'ha observat mai però la fusió en una massa única de vitel, com s'observa en altres espècies, tot i trobar-se les gònades molt pròximes a l'època de posta. Els nuclèols que havien iniciat un petit desplaçament cap al centre del nucli a l'estadi F, no es veuen tots definitivament situats en aquest centre fins al final d'aquest estadi G.

En aquesta espècie no observem pràcticament cossos atrèsics, donat que la posta encara no s'ha iniciat.

Gnathophis mystax

Per estudiar l'oogènesi d'aquesta espècie hem utilitzat gònades del mes de juny, en què els oòcits més madurs encara estan dins les làmines ovàriques. Poc després, els oòcits madurs comencen a despendre's i la gònada es desfà tan fàcilment que fa impossible la obtenció de seccions histològiques. Les incusions s'han realitzat en parafina (vegeu les làmines VIII i IX).

S'observen un gran nombre d'oòcits vitel·logènics, voltats per un nombre més reduït d'oòcits previtel·logènics.

PREVITEL·LOGÈNESI

Les **oogònies** tenen $38.0 (\pm 2.6) \mu\text{m}$ de diàmetre mig, el nucli d'uns $16.4 (\pm 1.23) \mu\text{m}$ i una RNP de 0.09. Tant el nucli com el citoplasma es tenyeixen molt intensament, de manera que es fa difícil veure si hi ha més d'un nuclèol, i fins i tot és difícil diferenciar bé el nucli.

Els oòcits a l'**estadi A** tenen un diàmetre mig d'uns $72.4 (\pm 3.9) \mu\text{m}$, el seu nucli mesura $32.4 (\pm 1.48) \mu\text{m}$, i la RNP és 0.10. Tot i que en aquest estadi s'han comptat fins a 6 nuclèols per secció de $13 \mu\text{m}$, sempre s'observa de manera característica la presència d'un nuclèol molt més gran i aparent que els altres. El citoplasma i, sobretot, el nucleoplasma, es tenyeixen amb menys intensitat i es diferencien clarament.

El diàmetre mig dels oòcits a l'**estadi B** és d'uns $104.5 (\pm 4.6) \mu\text{m}$, el seu nucli mesura $50.5 (\pm 2.27) \mu\text{m}$ i la RNP és 0.13. El citoplasma no presenta cap característica especial, mentre que en el nucli progressa clarament l'escisió nucleolar. Es poden observar en aquest punt diversos nuclèols molt grans, acompanyats per altres més petits, i tots ells formant una o dues bandes a la perifèria del nucli.

A l'**estadi C** el diàmetre mig és d'uns $135.85 (\pm 8.06) \mu\text{m}$, el del nucli $72.95 (\pm 3.6) \mu\text{m}$ i la RNP 0.18. En aquest estadi tots els nuclèols són petits, de mida molt similar i tots ells situats a la perifèria del nucli formant una sola banda. El citoplasma en aquest punt comença a presentar un aspecte molt més fibro-granular.

VITEL·LOGÈNESI

L'**estadi D** correspon a l'estadi d'aparició dels alvèols corticals. El diàmetre de la cèl·lula assoleix un promig de $204.56 (\pm 8.2) \mu\text{m}$ i el nucli $91.1 (\pm 4.13) \mu\text{m}$. A partir de la vitel·logènesi la relació nucleo-plasmàtica baixa considerablement (0.096), donat el gran augment en volum de la cèl·lula en aquest procés.

Els alvèols corticals, que en aquesta espècie són fortament basòfiles (es tenyeixen intensament amb l'Hematoxilina i el Blau d'anilina, vegeu làmina VIII, figura 5), apareixen primer totalment aïllats i dispersos per tot el citoplasma i, quan

s'iniciï la maduració dels grànuls de vitel, aniran ocupant poc a poc 4 o 5 capes del citoplasma més cortical.

En aquest estadi, tots els nuclèols es troben en posició perinuclear i s'han comptat fins a 32 nuclèols per nucli i per secció de 13 μm .

A l'estadi **E** es produeix la maduració dels **grànuls de vitel**. L'augment volumètric de la cèl.lula es manté molt alt, assolint un diàmetre mig d'uns 438.4 (± 22) μm , mentre que el nucli augmenta ja molt poc, amb un diàmetre mig d'uns 113.9 (± 5.7) μm , donant com a resultat una RNP de 0.018. La maduració dels grànuls comença a la zona cortical, entre mig dels alvèols (Vegeu làmines VIII,7) i va avançant progressivament cap a la zona més propera al nucli.

Els grànuls més madurs agafen formes esfèriques i sovint el·líptiques, tal com es pot veure a la làmina VIII,7. Es manté una zona cortical basòfila, just on es troben situats els alvèols corticals i una zona perinuclear també basòfila (Vegeu làmina IX,2). Els grànuls de vitel es tenyeixen ja intensament amb l'Orange G en aquest estadi.

Els nuclèols es mantenen en posició perinuclear i la zona pel·lúcida i la capa fol·licular es troben ja molt desenvolupades. La zona radiata presenta un gruix mig de 40 μm i es tenyeix intensament amb la Fucsina àcida.

A l'estadi **F**, el diàmetre mig és d'uns 665.3 (± 30.5) μm , i el del nucli 130.4 (± 6.8) μm , amb una RNP (0.007) molt baixa. El citoplasma queda absolutament ple pels grànuls de vitel ja madurs, desapareixen les zones cortical i perinuclear basòfiles i els alvèols corticals queden adossats a la zona més cortical de la cèl.lula, ocupant una sola capa. La zona radiata adquireix el seu màxim desenvolupament, amb un gruix al voltant dels 50 μm (Vegeu làmina IX,5). En aquest estadi els nuclèols perden la seva posició paracentral i es fa difícil observar el nucli ben diferenciat ja que pràcticament desapareix sota els grànuls, nombrosos i madurs.

No s'han pogut observar en aquest cas cossos atrèsics, fet per altra banda lògic donat que les gònades estaven encara en estadis molt pre-posta.

Ophichthus rufus

Els ovaris més madurs, donat el gran nombre d'oòcits ja desenvolupats, es desfan i no han permès l'obtenció de bones seccions histològiques. Les gònades utilitzades per l'estudi histològic corresponen al mes de març, és a dir, en estadis encara molt pre-posta. Els millors resultats en aquest cas s'han obtingut amb inclusions en plàstic, pel que s'han pogut realitzar talls molt més fins (3 µm) (vegeu làmines X i XI).

PREVITEL·LOGÈNESI

Les **oogònies** presenten 22.7 (±1.46) µm de diàmetre mig i el nucli 13.5 (±1.04) µm. La RNP és de 0.26. El nucli, tenyit amb poca intensitat, és per tant molt voluminós i el citoplasma apareix com un petit cercle al voltant d'aquest, amb un aspecte fibro-reticular, tenyint-se intensament amb la Fucsina bàsica. S'han observat fins a 6 nuclèols per secció (3 µm), però generalment d'aquests se'n destaquen 1 o 2 de diàmetre molt superior.

L'**estadi A** es diferencia per un increment del volum cel·lular, amb un diàmetre mig d'uns 59 (±3.7) µm. El diàmetre mig del nucli assoleix 27.3 (±1.4) µm i la RNP passa a ser 0.108, molt inferior. El canvi en les afinitats tintorials del citoplasma fa molt evident que determinades zones del citoplasma perden afinitat per la Fucsina, i comencen a tenyir-se intensament amb el Blau de Metil·lè. Tot i això es mantenen unes àrees isolades, que es tenyeixen encara amb la Fucsina (vegeu làmina X-3).

S'observa encara un nucli voluminós, amb nuclèols poc nombrosos, però alguns de diàmetre molt gran (fins a 11 µm), en front d'altres més petits (1-1.5 µm), iniciant-se la migració cap a la perifèria.

A l'**estadi B**, el diàmetre mig de la cèl·lula és d'uns 105.4 (±3.94) µm i el del nucli 48.2 (±1.84) µm, La RNP (0.106), varia molt poc des de l'estadi anterior, fet que implica que fins a aquest estadi el nucli augmenta proporcionalment amb el volum cel·lular.

El citoplasma es tenyeix uniformement i intensa amb el Blau de metil·lè. S'observa un augment en el nombre de nuclèols, fins a 10 per secció, tots ells situats a la perifèria del nucli, amb diàmetres molt variables i sovint encara amb la presència d'un d'ells de diàmetre molt superior, fet que indica que encara es manté el fenomen d'escisió nucleolar.

A l'**estadi C** s'observa un increment del volum cel·lular superior al del nucli, amb un diàmetre mig cel·lular d'uns 150.22 (±3.61) µm, nuclear de 64.5 (±3.77) µm i una RNP menor (0.08). El citoplasma perd intensitat en la tinció, i esdevé més pàl·lid.

Ja al final d'aquest estadi finalitza l'escisió nucleolar, havent-se comptat

fins a 22 nuclèols per secció (3 μm), tots ells petits, de diàmetre força similar i situats perinuclearment.

VITEL·LOGÈNESI

En aquesta espècie es fa difícil diferenciar entre un estadi d'alvèols corticals i un estadi de grànuls, ja que la seva aparició es fa de forma pràcticament simultània. Distingirem 3 estadis diferenciats de vitel·logènesi igual que en les altres tres espècies, però amb característiques molt diferents:

L'estadi **D** correspon a l'estadi d'aparició tant dels **alvèols corticals** com de **grànuls de vitel**. El diàmetre mig cel·lular és d'uns 166 (± 9.73) μm , el nuclear de 71.2 (± 4.89) μm i la RNP (0.08) es manté. Els grànuls de vitel apareixen formant una o dues capes sempre en el citoplasma més cortical, tenyits intensament amb el Blau de Toluidina. Simultàniament apareixen els grànuls de vitel, molt grans (fins a 15 μm) i encara poc nombrosos a la part central del citoplasma, formant dues o tres capes. Aquests grànuls no presenten afinitat tintorial per cap dels colorants utilitzats (afinitat neutre) i apareixen de color blanc, molt destacat al mig del citoplasma. Al mateix temps apareixen uns grups de grànuls molt petits i nombrosos, associats als alvèols i en posició una mica menys cortical, és a dir al mig dels alvèols i dels grànuls de vitel, amb una clara afinitat per la Fucsina bàsica (Vegeu làmina X,1 i XI,3).

El nucli es manté l'afinitat tintorial, com en els estadis anteriors i els nuclèols estan en posició perinuclear.

A l'estadi **E** el volum cel·lular augmenta moltíssim, sent el diàmetre cel·lular mig de 281.0 (± 8.58) μm , el nuclear de 86.2 (± 5.33) μm i la RNP 0.03. Els **alvèols corticals** augmenten lleugerament de gruix, però es mantenen en el citoplasma més cortical. Els grànuls de vitel, en canvi, es fan molt més nombrosos, aparentment producte de la divisió dels primers que havien aparegut, adquirint un diàmetre mig de fins 20 μm i passant a ocupar tot el citoplasma, fins la zona al voltant del nucli.

Els grànuls més propers al nucli són els més grans, de forma sovint ovalada i semblen estar fortament associats a l'embolcall nuclear de contorn ara molt irregular. El nucli en aquest estadi es tenyeix amb molta més intensitat.

Els petits grups de **grànuls** que havien aparegut prop dels alvèols corticals, s'escampen entre els grànuls de vitel i arriben fins a la zona citoplasmàtica perinuclear. En aquest estadi, una tinció amb Negre de sudà ens delata la **naturallesa lipídica** d'aquests grànuls, que assoleixen fins uns 8 μm de diàmetre.

A l'estadi **F** que és l'última etapa de maduració que hem pogut diferenciar, la cèl·lula adquireix un diàmetre mig de 422.78 (± 6.07) μm i el nucli 80.2 (± 1.77) μm , amb una RNP molt baixa (0.007).

Els grànuls de vitel, amb diàmetres de fins a 30 μm , comencen a fusionar-se

entre si, procés que s'inicia en la zona més propera al nucli i es va extenent cap al citoplasma més central. Es mantenen diferenciats els alvèols corticals a la zona cortical i les gotetes lipídiques, molt nombroses i escampades pel citoplasma. Les capes externes adquireixen el seu màxim desenvolupament, i la zona radiata adquireix un gruix d'uns 10 µm.

Els nuclèols s'han mantingut fins aquest estadi en posició perinuclear i no s'ha observat la migració d'aquests cap al centre que, probablement, es produeix quan l'oòcit està totalment madur.

LÀMINES**IV - *Ophidion barbatum***

- 1- Secció longitudinal de l'ovari: P= paret ovàrica, O= oviducte. Tricròmic de Masson (X7).
- 2- Detall de l'oviducte: M= musculatura, * = tancament de l'oviducte. Tricròmic de Masson (X100).
- 3- Secció transversal d'un cordó ovàric amb oòcits en diferents estadis de desenvolupament: A,B,C,D,E i F. Tricròmic de Mallory (X125).

V - *O. barbatum*

- 1- Oòcit estadi E: VV= alvéols corticals, GV= grànuls de vitel. Tricròmic de Mallory (X400).
- 2- Oòcit estadi D: la fletxa negra marca la zona perinuclear basòfila i la fletxa blanca l'extrusió nucleolar. Hematoxilina-Eosina (X400).
- 3- Oòcit estadi E: CP= capa pel.lúcida, CF= capa fol.licular. Tricròmic de Mallory (X320).
- 4- Oòcit estadi E: les fletxes negres indiquen zones perinuclears basòfiles. Hematoxilina-Eosina (X400).

VI - *O. barbatum*

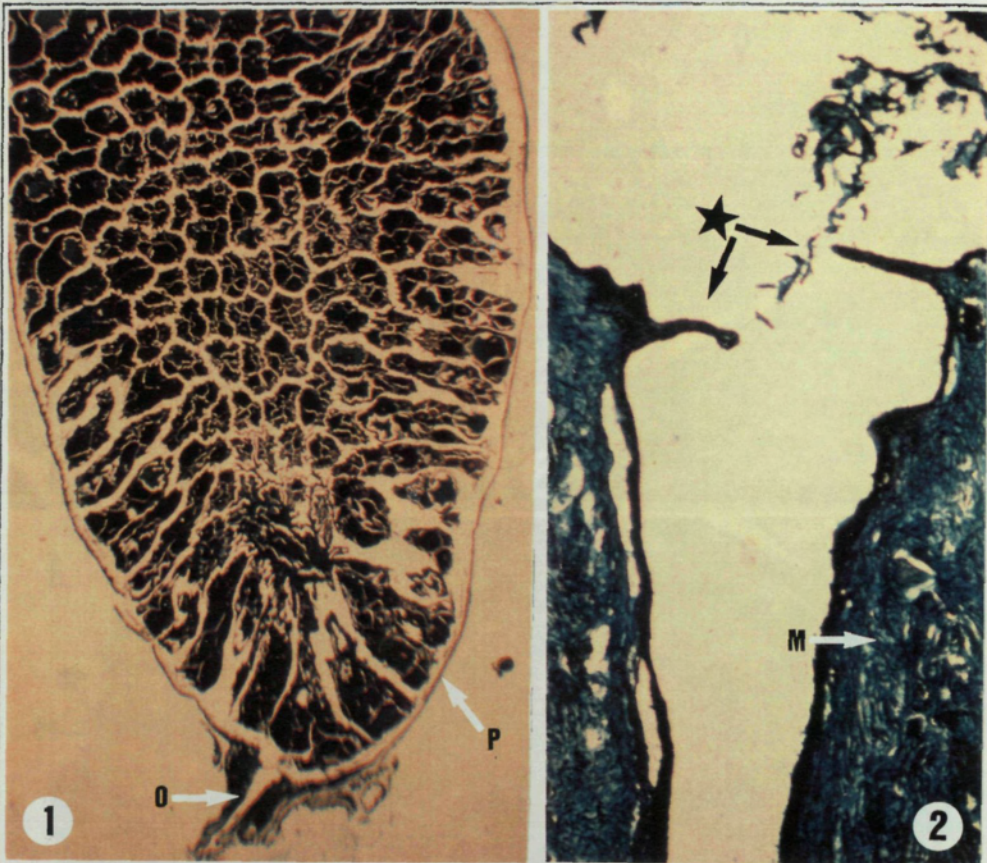
- 1- Oòcit estadi F: N= nuclèols, GV= grànuls de vitel. Tricròmic de Mallory (X400).
- 2- Oòcit estadi F: N=nuclèols, GV= grànuls de vitel. Van Gieson (X400).
- 3- Cos atrèsic: CE= conducte d'expulsió. Hematoxilina-Eosina (X160).
- 4- Cos atrèsic. Van Gieson (X100).

VII - *O. rochet*

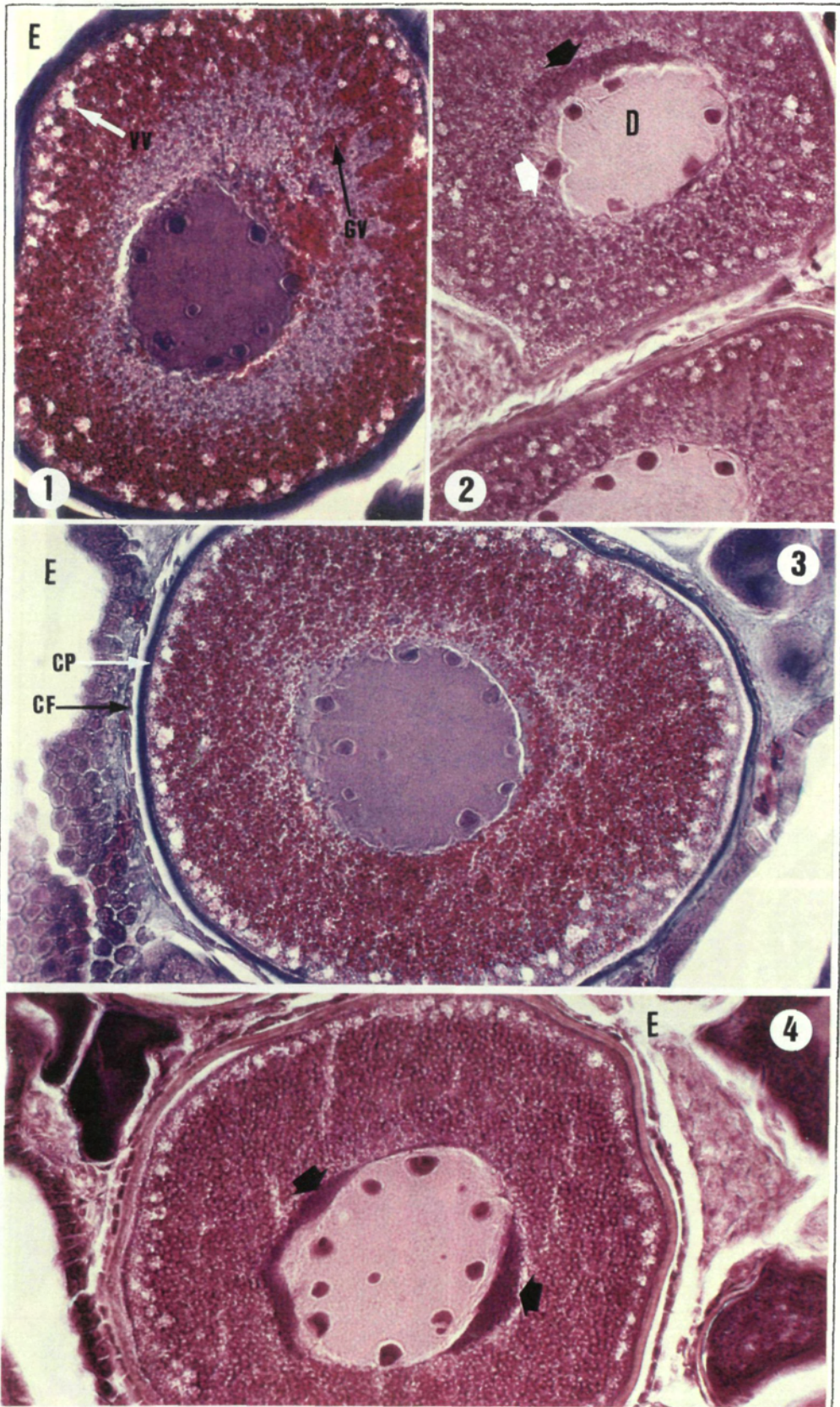
- 1- Oòcit estadi E: la fletxa indica els nuclèols. Hematoxilina-Eosina (X40).
- 2- Oòcits estadis E i F: la fletxa indica els nuclèols paracentrals. Tricròmic de Mallory (X40).
- 3- Oòcits estadis D i E: la fletxa indica el desplaçament dels nuclèols. Tricròmic de Mallory (X40).
- 4- Oòcit estadi F: nuclèols movent-se cap al centre. Tricròmic de Mallory (X40).
- 5- Oòcit estadi G: nuclèols paracentrals i grànuls de vitel de diàmetre superior. Hematoxilina- Eosina (X20).

LÂMINA V

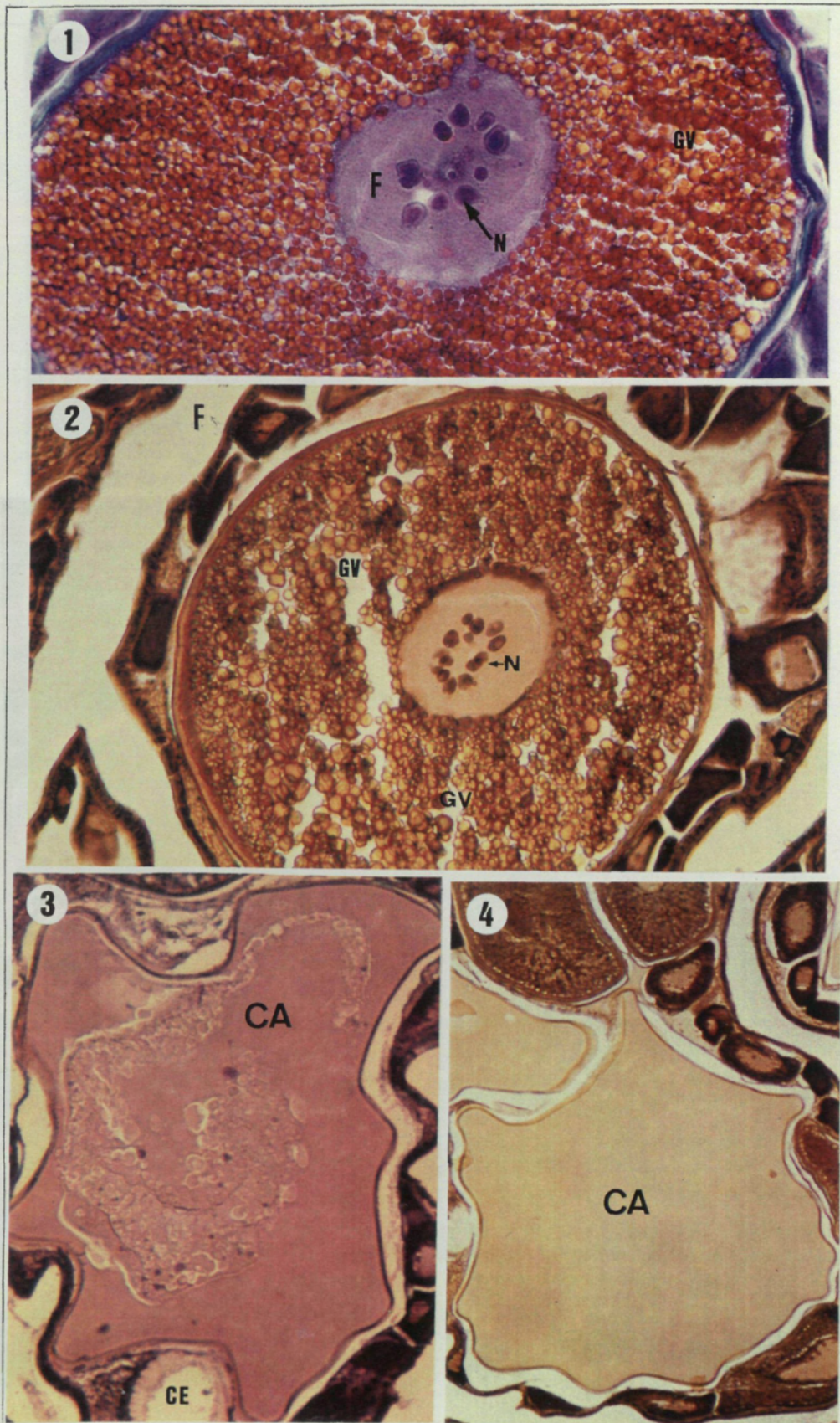
LÂMINA IV



LÂMINA V



LÀMINA VI



LÀMINA VII

