

**Morfologia vegetativa i reproductora de *Neurocaulon foliosum*  
(Furcellariaceae, Gigartinales, Rhodophyta)**

---

Nom estudiant: Lara Carrasco de la Fuente

Correu electrònic: [laracarrasco95@gmail.com](mailto:laracarrasco95@gmail.com)

Grau en: Biologia

Nom del tutor: Conxi Rodríguez-Prieto

Correu electrònic: [conxi.rodriguez@udg.edu](mailto:conxi.rodriguez@udg.edu)

# ÍNDEX

---

Resum.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	3
Reflexió sobre ètica.....	4
Reflexió sobre sostenibilitat.....	4
Reflexió sobre perspectiva de gènere.....	4
Introducció.....	5
Objective.....	8
Materials i mètodes.....	9
Resultats.....	10
Discussió.....	18
Conclusions.....	23
Agraïments.....	24
Referències bibliogràfiques.....	25

## RESUM

---

*Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini ex Kützing és una espècie del gènere *Neurocaulon* (Furcellariaceae, Gigartinales, Rhodophyta) present a la Mediterrània, a les costes atlàntiques de la Península Ibèrica i a les Illes Canàries. Els gametòfits (té un cicle amb gametòfits i esporòfit heteromòrfics) presenten una morfologia molt variable i això ha permès històricament distingir diferents formes, depenent de si presenten un o uns pocs lòbuls grans (forma 'grandifolium'), molts lòbuls de petita mida (forma 'reniforme'), o fins tots formes intermèdies (forma 'intermedia'). No s'han realitzat prèviament estudis moleculars ni estudis morfològics aprofundits de les estructures reproductores i els estadis de postfertilització d'aquestes formes per comprovar si pertanyen o no a una mateixa espècie. Aquest treball té com a objectiu realitzar l'estudi morfològic dels gametòfits de la forma 'grandifolium' i formarà part d'un estudi taxonòmic més ampli del gènere *Neurocaulon* a Europa que s'està portant a terme a la Universitat de Girona. En l'estudi, s'ha posat especial èmfasi en la descripció dels estadis de postfertilització, ja que la taxonomia de les algues vermelles es fonamenta en el coneixement d'aquests processos. La metodologia emprada ha estat l'estudi de seccions longitudinals i transversals del tal·lus al microscopi òptic. Les seccions es van tenyir prèviament amb blau d'anilina o hematoxilina per tal de ressaltar les estructures. El resultat principal del treball és la descripció completa dels espècimens de la forma 'grandifolium'. La comparació dels resultats amb les poques dades existents a la literatura sobre les característiques i processos reproductius, apunten a que, efectivament, hi ha diverses espècies críptiques de *Neurocaulon* a Europa. Aquestes espècies, podrien diferir no tant sols morfològicament, sinó també a nivell de les estructures reproductores masculines (nombre d'espermatangis per cèl·lula mare), i dels estadis de postfertilització (forma estrellada o no del gonimoblast i nivell de protrusió del mateix).

## RESUMEN

---

*Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini ex Kützing es una especie del género *Neurocaulon* (Furcellariaceae, Gigartinales, Rhodophyta) presente en el Mediterráneo, las costas atlánticas de la Península Ibérica y las Islas Canarias. Los gametofitos (tienen un ciclo de vida con gametofitos y esporofitos heteromórficos) presentan una morfología muy variable, lo que ha permitido históricamente distinguir diferentes formas, dependiendo de si tienen uno o unos pocos lóbulos grandes (forma 'grandifolium'), muchos lóbulos de pequeño tamaño (forma 'reniforme') o formas intermedias ('forma 'intermedia'). No se han realizado previamente estudios moleculares ni estudios morfológicos profundos de las estructuras reproductoras y las etapas de postfertilización de estas formas para comprobar si pertenecen o no a una misma especie. El objetivo de este trabajo es realizar el estudio morfológico de los gametofitos de la forma 'grandifolium' y formará parte de un estudio taxonómico más amplio del género *Neurocaulon* en Europa que se está llevando a cabo en la Universidad de Girona. En el estudio, se ha puesto especial énfasis en la descripción de las etapas de postfertilización, ya que la taxonomía de las algas rojas se fundamenta en el conocimiento de estos procesos. La metodología utilizada ha sido el estudio de secciones longitudinales y transversales del talo bajo un microscopio óptico. Las secciones se tiñeron previamente con azul de anilina o hematoxilina para resaltar las estructuras. El resultado principal del trabajo es la descripción completa de los especímenes de la forma 'grandifolium'. La comparación de los resultados con los pocos datos existentes en la literatura sobre las características y procesos reproductivos apunta a que, efectivamente, hay varias especies crípticas de *Neurocaulon* en Europa. Estas especies podrían diferir no solo morfológicamente, sino también en cuanto a las estructuras reproductoras masculinas (número de espermatangios por célula madre) y las etapas de postfertilización (forma estrellada o no del gonimoblasto y nivel de protrusión del mismo).

## ABSTRACT

---

*Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini ex Kützing is a species of the genus *Neurocaulon* (Furcellariaceae, Gigartinales, Rhodophyta) found in the Mediterranean, the Atlantic coasts of the Iberian Peninsula, and the Canary Islands. The gametophytes (having a life cycle with heteromorphic gametophytes and sporophytes) exhibit a highly variable morphology, which historically allowed the distinction of different forms depending on whether they have one or a few large lobes ('grandifolium' form), many small lobes ('reniform' form), or intermediate forms ('intermedia' form). No previous molecular or in-depth morphological studies have been conducted on the reproductive structures and post-fertilization stages of these forms to determine whether they belong to the same species or not. This study aims to conduct a morphological study of the gametophytes of the 'grandifolium' form and will be part of a broader taxonomic study of the genus *Neurocaulon* in Europe being carried out at the University of Girona. Special emphasis has been placed on the description of post-fertilization stages, as the taxonomy of red algae is based on knowledge of these processes. The methodology used involved studying longitudinal and transverse sections of the thallus under an optical microscope. The sections were stained with aniline blue or hematoxylin to highlight the structures. The main result of the study is the complete description of the specimens of the 'grandifolium' form. Comparing the results with the limited existing data in the literature on characteristics and reproductive processes suggests that indeed there are several cryptic species of *Neurocaulon* in Europe. These species may differ not only morphologically but also in terms of male reproductive structures (number of spermatangia per mother cell) and post-fertilization stages (star-shaped or non-star-shaped gonimoblast and level of protrusion).

## **REFLEXIÓ SOBRE ÈTICA**

---

En la recerca científica, l'ètica és fonamental per a mantenir la integritat i la credibilitat de les dades. El plagi és una violació greu d'aquesta ètica, ja que implica l'apropiació indeguda de les idees d'un altre investigador. Per mantenir una conducta ètica en la recerca, és essencial seguir els principis fonamentals. La transparència i l'obertura en la presentació de les dades són bàsiques. Els investigadors han de proporcionar informació completa i precisa, permetent a altres experts reproduir i validar els resultats citant adequadament les fonts utilitzades i reconeixent les contribucions de col·laboradors ja que hem de promoure una cultura de reconeixement de la feina dels altres.

## **REFLEXIÓ SOBRE SOSTENIBILITAT**

---

En un projecte de recerca, la sostenibilitat és un aspecte clau a tenir en compte. La gestió adequada dels residus, especialment aquells que són tòxics o contaminants, com per exemple el formaldehid, és una responsabilitat ètica i una prioritat per a preservar el medi ambient i la salut pública. En primer lloc, és essencial establir protocols específics per a la manipulació i l'emmagatzematge adequats dels residus tòxics o contaminants generats en el projecte. Això implica utilitzar tècniques segures i disposar de contenidors apropiats per a evitar l'alliberament al medi ambient i el risc per a la salut humana.

## **REFLEXIÓ SOBRE PERSPECTIVA DE GÈNERE**

---

La perspectiva de gènere és essencial en un projecte de recerca per garantir la igualtat d'oportunitats i combatre els estereotips de gènere. És important reconèixer els estereotips de gènere que poden influir en la recerca científica per poder-los superar i fomentar la igualtat d'oportunitats per a totes les persones, independentment del seu gènere. Un aspecte clau per a aconseguir això és assegurar una distribució equitativa de les oportunitats i els recursos en el projecte de recerca. És necessari evitar la discriminació de gènere en la selecció de membres de l'equip, les oportunitats de lideratge i la distribució de tasques i responsabilitats. Totes les persones involucrades en el projecte han de tenir la possibilitat de participar plenament i contribuir amb les seves habilitats i coneixements, independentment del seu gènere.

## INTRODUCCIÓ

---

La família Furcellariaceae (Gigartinales, Rhodophyta) va ser descrita per Greville (1830) i en l'actualitat conté únicament sis gèneres i quinze espècies (Guiry & Guiry, 2023). Els taxons de la família es caracteritzen principalment per presentar una estructura pseudoparenquimatosa multiaxial amb medul·la filamentosa, comportament reproductor no procàrpic, presència de diverses branques carpogonials a cada cèl·lula de suport, cèl·lules auxiliars clarament distingibles abans de la fecundació, i gonimoblast dirigits cap a l'interior del tal·lus i sense pericarp (Dixon & Irvine, 1977). *Neurocaulon* Zanardini ex Kützing (Kützing, 1849) és un dels gèneres de la família Furcellariaceae. Compta en l'actualitat només amb dues espècies acceptades taxonòmicament i de distribució disjunta: *N. foliosum* (Meneghini) Zanardini ex Kützing, que es troba a les costes europees mediterrànies i atlàntiques, i una espècie que està present únicament al Japó, *N. japonicum* Segawa (Guiry & Guiry, 2023). *Neurocaulon* presenta un cicle amb tres generacions i gametòfit i esporòfit heteromòrfics, essent l'esporòfit microscòpic (Codomier, 1969). *Neurocaulon foliosum* va ser descrit sota el nom d'*Iridaea foliosa* Meneghini (Meneghini, 1841) a partir d'individus recol·lectats a les costes italianes del mar Adriàtic. Posteriorment, Zanardini (1843), remarcant que es tractava d'una espècie nova, li va assignar el nom de *N. foliosum* sense fer-ne la descripció. Finalment, Kützing (1849) va crear el gènere *Neurocaulon* en base a les dades de Zanardini per incloure aquesta espècie.

L'hàbit del gametòfit de *N. foliosum* ha estat descrit en detall anteriorment en diverses ocasions (Meneghini, 1841; Kützing, 1849; Zanardini 1865; Rodríguez y Femenías, 1895; Preda, 1909; Codomier, 1967, 1969, 1972; Coppejans, 1979; Ribera Siguan, 1983; Pérez-Cirera *et. al*, 1989). Malgrat tot, les dades sobre la morfologia de l'hàbit són controvertides. Així, en la descripció donada per Meneghini (1841), s'indica que l'espècie és erecta, laminar, amb frondes reniformes, i Kützing (1849) afegeix que cada individu presenta generalment només dos o tres lòbuls. En l'actualitat, *N. foliosum* conté espècimens de diverses morfologies que anteriorment havien estat assignats a altres taxons. Així, alguns individus, recol·lectats prioritàriament a les costes italianes (Codomier, 1967), presenten un estípit molt ramificat amb nombrosos folíols de mida petita (= forma 'reniforme'), com els il·lustrats per Zanardini (1865, Fig. 1). Aquests espècimens van ser assignats a l'espècie *Constantinea ? reniformis* (Turner) Postels & Ruprecht (Postels & Ruprecht, 1840), que és sinònim de *N. reniforme* (Postels & Ruprecht) Zanardini (Zanardini, 1869). Per altra banda, uns altres

espècimens, provinents normalment de les costes balears, presenten un o uns pocs folíols grans (= forma 'grandifolium') i van ser assignats a l'espècie *N. grandifolium* Rodríguez y Femenías (Rodríguez y Femenías, 1895), que és sinònim a la vegada de *Constantinea grandifolia* (J.J.Rodríguez y Femenías) Ardissonne (Ardissonne, 1901) (Fig. 2). Aquest tipus d'individus s'ha trobat igualment a les costes atlàntiques espanyoles (Pérez-Cirera *et. al.*, 1989).

**Dades taxonòmiques actuals de *Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini ex Kützing, 1849**

BASIÒNIM: *Iridaea foliosa* Meneghini, 1841.

LOCALITAT TIPUS: Florència, Itàlia (Meneghini, 1841).

SINÒNIMS:

*Iridaea foliosa* Meneghini, 1841

*Cryptonemia forbesii* Harvey, 1849

*Constantinea reniformis* (Turner) Postels & Ruprecht 1840

*Neurocaulon reniforme* (Postels & Ruprecht) Zanardini, 1865

*Neurocaulon grandifolium* Rodríguez y Femenías, 1895

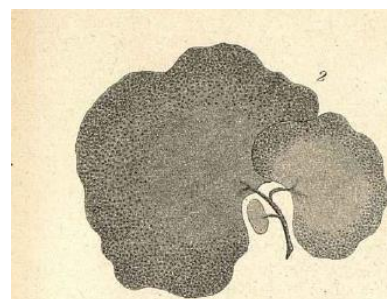
*Constantinea grandifolia* (J.J.Rodríguez y Femenías) Ardissonne, 1901

Codomier (1967), va constatar l'existència d'individus de morfologia intermèdia a Banyuls-sur-Mer (França) i va considerar que tots els individus mediterranis pertanyien a una única espècie, *N. foliosum*. De fet, per aquest autor els exemplars amb un o dos lòbuls eren espècimens del primer any, mentre que els que presentaven estípits ramificats amb lòbuls distals i per tant, diversos lòbuls per tal·lus, eren individus de més d'un any d'edat. Per altra banda, Coppejans (1979) va observar a Còrsega, França, que els individus d'aigües més someres corresponen generalment a la forma 'reniforme', mentre que els de més profunditat són de la forma 'grandifolium'.

1



2



**Figs 1, 2. *Neurocaulon foliosum*.** 1. Aspecte de les forma 'reniforme' (Zanardini, 1865, Tabula LXXVIII, Fig.2). 2. Aspecte de la forma 'grandifolium' (Rodríguez i Femenías, 1895, Lam. VI, Fig. 2).



Durant diverses campanyes oceanogràfiques portades a terme per l'equip del grup d'Algues Bentòniques Marines de la Universitat de Girona, es va comprovar que els exemplars recol·lectats recentment a la Mediterrània occidental es corresponien sempre a la forma 'grandifolium'. Per altra banda, la presència d'una sola espècie de *Neurocaulon* en el conjunt de les costes europees era també un aspecte remarcable i sorprenent perquè no sol ser el cas de la majoria de gèneres d'algues vermelles. Per aquest motiu, l'equip del grup d'Algues Bentòniques Marines es va plantejar fer un estudi del gènere que inclourà l'estudi morfològic i molecular dels espècimens de diverses localitats del Mediterrani i de l'Atlàntic. Aquest TFG forma part d'aquest estudi, i en concret s'ha centrat en l'estudi morfològic dels exemplars de la forma 'grandifolium' provinents del Mediterrani occidental (vegeu l'apartat de Materials i mètodes).

## OBJECTIVE

---

Describe the vegetative and reproductive morphology of the Mediterranean specimens of *Neurocaulon foliosum*, and, specifically, the post-fertilization stages, which are at the basis of the taxonomy red algae.

## MATERIALS I MÈTODES

---

Els espècimens de *Neurocaulon foliosum* utilitzats en aquest estudi són els que estan conservats a la secció d'algues de l'herbari de la Universitat de Girona (HGI-A) provinents de la costa Mediterrània espanyola, concretament de les Illes formigues (Palamós). Aquests exemplars havien estat recol·lectats al nivell circalitoral (Taula 1) i conservats en formaldehid al 5% en aigua de mar.

**Taula 1.** Espècimens utilitzats per realitzar aquest estudi.

Localitat	Data	Profunditat	Biòtop	Recol·lector	NºHGI
<b>Catalunya, Espanya</b>					
Sa Tuna, Begur	15/07/1995	-15 m	Coral·ligen	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 5754
Sa Tuna, Begur	04/08/1998	-20 m	Coral·ligen	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 4281
Sa Tuna, Begur	04/08/1998	-20 m	Coral·ligen	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 6901
Illes Formigues, Palamós	10/07/2016	-30 m	Coral·ligen	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 18349
Illes Formigues, Palamós	10/08/2018	-30 m	Coral·ligen	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 19791
<b>País Valencià, España</b>					
Illes Columbretes, Castelló	01/08/2009	-46 m	Coral·ligen	E. Ballesteros	HGI-A 8648
<b>Illes Balears, Espanya</b>					
Menorca	28/07/1994	-71	Coral·ligen	E. Ballesteros i N. Sant	HGI-A 2519
Mallorca	20/07/2021	-70	Fons detrític	C. Rodríguez-Prieto	HGI-A 13657
<b>Còrsega, França</b>					
Còrsega	05/10/2004	-47 m	Coral·ligen	E. Ballesteros	HGI-A 6902

Les observacions de l'hàbit es van realitzar amb una lupa binocular (SteREO Discovery.V12, Zeiss, Alemanya). Les fotografies de l'hàbit van ser realitzades amb una Canon EOS 350D (Cànon, Tòquio, Japó). Per observar les estructures vegetatives i reproductores es van realitzar seccions a mà o amb micròtom de congelació (Shandon Cryotome SME Cryostat, Massachusetts, USA) d'un gruix comprès entre 25 i 50 µm. Les preparacions van ser tenyides amb una solució d'hematoxilina seguint la metodologia de Wittmann (1965) o amb blau d'anilina (Anon) i observades mitjançant un microscopi òptic Aixoskop 2 (Oberkochen, Berlin, Alemanya). Les microfotografies van ser realitzades amb una càmera MRC AxioCam (Oberkochen, Berlin, Alemanya).

L'abreviació de l'herbari de la Universitat de Girona segueix Thiers (2023).

## RESULTATS

---

### Descripció del gametòfit de la forma '*gradifolium*' de *Neurocaulon foliosum*

DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA confirmada: Catalunya, Illes Columbretes (País Valencià), Illes Balears, Golf de Lleó i Còrsega (França), Livorno (Itàlia) i Galícia (Rodríguez i Femenías, 1895; Preda, 1908; Codomier, 1967; Coppejans, 1979; Pérez-Cirera, 1989; aquest treball).

HÀBITAT: El gametòfit viu al nivell circalitoral, sobre roca, sobre coral·ligen o sobre fons detrític (Rodríguez i Femenías, 1895; Preda, 1908; Codomier, 1967; Coppejans, 1979; Pérez-Cirera, 1989; aquest treball).

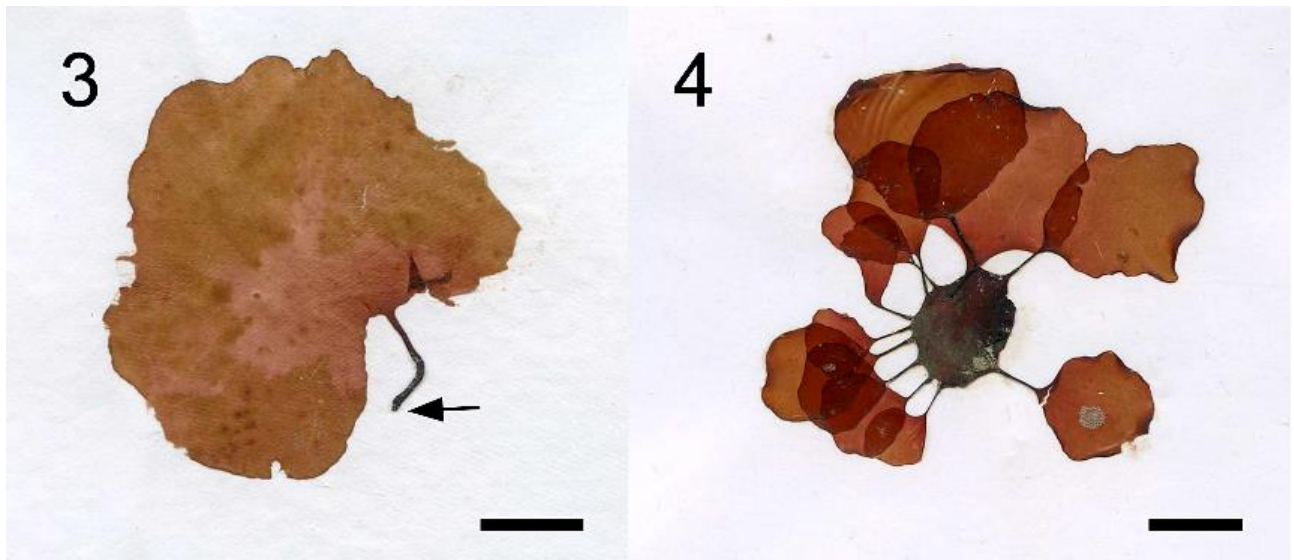
### DESCRIPCIÓ:

*Hàbit.* Espècimens amb tal·lus erecte, laminar, de (1-) 2.5 (-5) cm d'alçada, fixats al substrat mitjançant un disc basal, presentant un estípit sovint ramificat i una o dues frondes grans situades distalment en l'estípit (Fig. 3). Les làmines són reniformes i lleugerament ondulades, normalment més amples que altes, de (1.5-) 3.5 (-8.3) cm d'amplada. L'estípit és curt, mesura uns (0.3-) 1 (-1.8) cm de llarg i fins a 2000 µm de diàmetre, i és perenne, mentre que les làmines es desintegren a la tardor. Les frondes són de color vermell fosc, rosat o marronós (Fig. 3), i els exemplars joves tenen una textura membranosa, mentre que els adults són més cartilaginosa. Les frondes són perennes, i els nous tal·lus de forma '*grandifolium*' sovint es desenvolupen a partir de les restes dels tal·lus de l'any anterior (Fig. 4). Els individus fèrtils presenten nombrosos cistocarps a la regió marginal de la làmina, visibles tant a ull nu com al microscopi òptic.

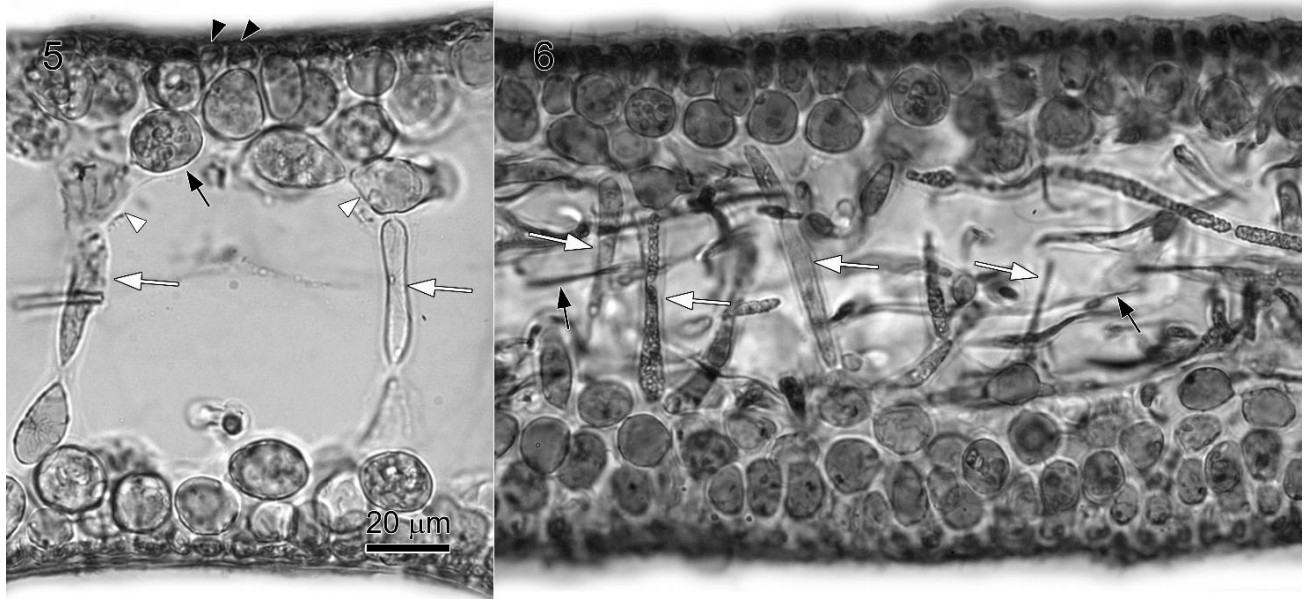
Estructura vegetativa. Estructura pseudoparenquimatososa multiaxial. La fronda creix a partir de nombroses cèl·lules apicals que es divideixen obliquament. En secció transversal de les parts joves de la fronda, el tal·lus presenta un còrtex prim i una medul·la laxa travessada només per alguns ponts transversals (Fig. 5, fletxes blanques), mentre que en les parts més velles del tal·lus el còrtex és més gruixut i la medul·la és molt densa, de manera que malgrat conserva alguns filaments medul·lars transversals (Fig. 6, fletxes blanques), en presenta d'altres dirigits en totes direccions (Fig. 6, fletxes negres). Els filaments medul·lars poden mesurar fins a 120 µm de diàmetre. El còrtex està

constituït per una capa de cèl·lules corticals externes, entre arrodonides i ovoides (Fig. 5, caps de fletxa), una o dues capes de cèl·lules subcorticals externes ovoides (Fig. 5, fletxa negra), i una capa de cèl·lules subcorticals internes estrellades (Fig. 6, caps de fletxa blancs). Les cèl·lules corticals externes mesuren 5-9  $\mu\text{m}$  de diàmetre, són uninucleades i contenen un plastidi reticulat (Fig. 7, caps de fletxa). Les cèl·lules subcorticals externes mesuren uns 12-18  $\mu\text{m}$  de diàmetre (Figs 8 i 9). Les cèl·lules subcorticals internes presenten un braç llarg (Fig. 10, fletxa) de (34-) 44 (-63)  $\mu\text{m}$  de llargada i tres braços curts (Fig. 10, caps de fletxa) de 9 (-17)  $\mu\text{m}$  de llargada. El gruix del tal·lus oscil·la entre 210-250  $\mu\text{m}$ .

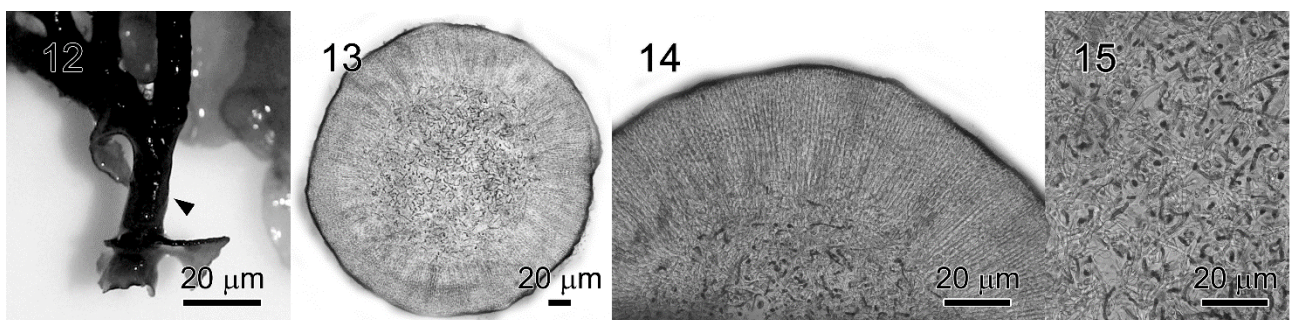
L'estípit (Fig. 12) presenta una estructura diferent a la de la fronda. Està constituït per un còrtex dens i gruixut, el qual ocupa un terç de la secció transversal de l'estípit (Fig. 13). El còrtex està format per filaments llargs, constituïts per fins a 15-20 cèl·lules petites i ovoides disposades en empallissada (Fig. 14). La medul·la és molt densa i està formada per nombrosos filaments disposats en totes direccions (Fig. 15).



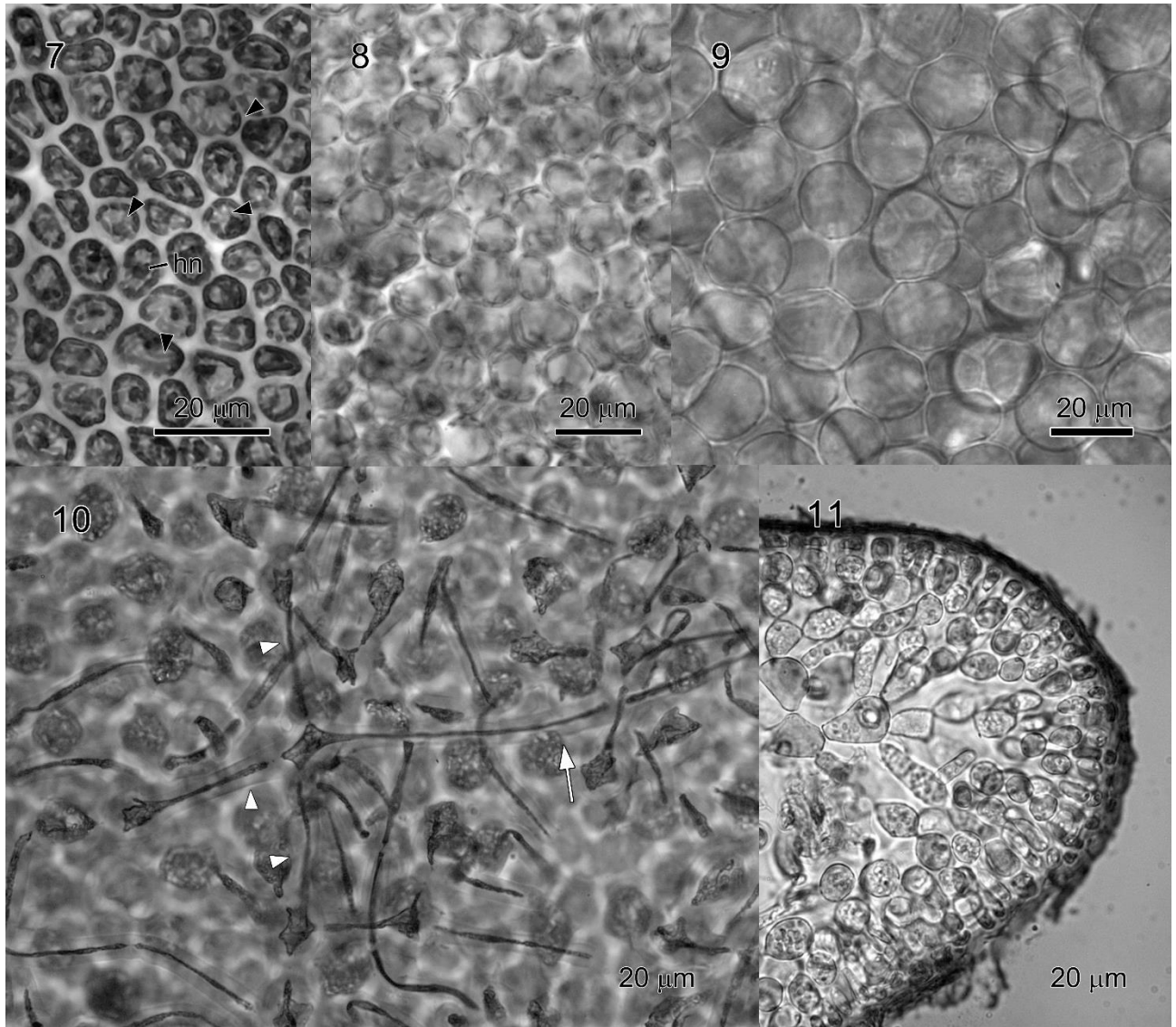
**Figs 3-4. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'.** Hàbit. **3.** Tal·lus presentant una làmina simple i llargament estipitada, fixat al substrat per un petit disc basal (fletxa) (HGI-A 2519). **4.** Tal·lus perenne presentant una fronda de més d'un any d'edat de la qual en surten diversos tal·lus unilobulats (HGI-A 13657).



**Figs 5-6. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estructura vegetativa.** Blau d'anilina. **5.** Aspecte d'una secció transversal a la part apical del tal·lus, on s'observa una medul·la laxa i travessada per alguns ponts transversals. El còrtex està compost per una capa de cèl·lules corticals externes, petites, entre arrodonides i ovoides (cap de fletxa), una o dues capes de cèl·lules subcorticals externes ovoides (fletxa negra), i una capa de cèl·lules subcorticals internes estrellades (cap de fletxa blanc). Noteu que els ponts transversals (fletxes blanques) s'originen a partir de les cèl·lules subcorticals estrellades (HGI-A6902). **6.** Secció transversal de la part basal del tal·lus, on s'observa una medul·la molt densa, travessada per alguns ponts transversals (fletxes blanques) i nombrosos filaments medul·lars dirigits en tots direccions (HGI-A 4281).



**Figs 12-15. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estípit.** Blau d'anilina. **12.** Detall d'un estípit curt i ramificat (cap de fletxa) (HGI-A 4281). **13.** Secció transversal d'un estípit on s'observa que el còrtex ocupa un terç del gruix de la secció (HGI-A 5754). **14.** Aspecte del còrtex en secció transversal, amb els filaments disposats en empallissada (HGI-A 6902). **15.** Detall de la medul·la, composta per nombrosos filaments disposats en totes direccions (HGI-A 5754).

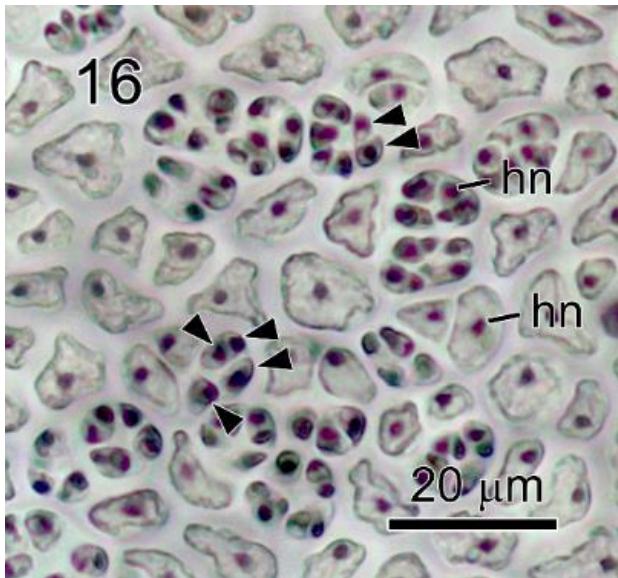


**Figs 7-11. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estructura vegetativa.** Hematoxilina (Figs 7-8); Blau d'anilina (Figs 9-11). **7.** Visió superficial de les cèl·lules corticals externes. Noteu que cada cèl·lula conté un plastidi reticulat (caps de fletxa) i un nucli haploide (HGI-A 18349). **8.** Visió subsuperficial de les cèl·lules subcorticals externes (HGI-A 18349). **9.** Visió subsuperficial de les cèl·lules subcorticals internes (HGI-A 6902) **10.** Detall d'una cèl·lula subcortical estrellada en visió subsuperficial. Noteu que presenta un braç més llarg (fletxa) que els demés (caps de fletxa) (HGI-A 6901). **11.** Detall d'una secció longitudinal al marge del tal·lus on s'aprecia l'estructura pseudoparenquimatosa multiaxial del mateix (HGI-A 6902). Abreviacions: hn: nucli haploide.

*Cicle vital.* Presenta un cicle vital trifàsic amb gametòfit i esporòfit heteromòrfics. Les estructures reproductores masculines i femenines es troben disperses per tota la superfície de la fronda i són especialment abundants a la regió marginal.



*Estructures reproductores masculines.* Les cèl·lules mares dels espermatangis es formen a partir de les cèl·lules corticals externes, que actuen de cèl·lules mares. Cada una d'elles genera 8 espermatangis (Fig. 16, caps de fletxa).

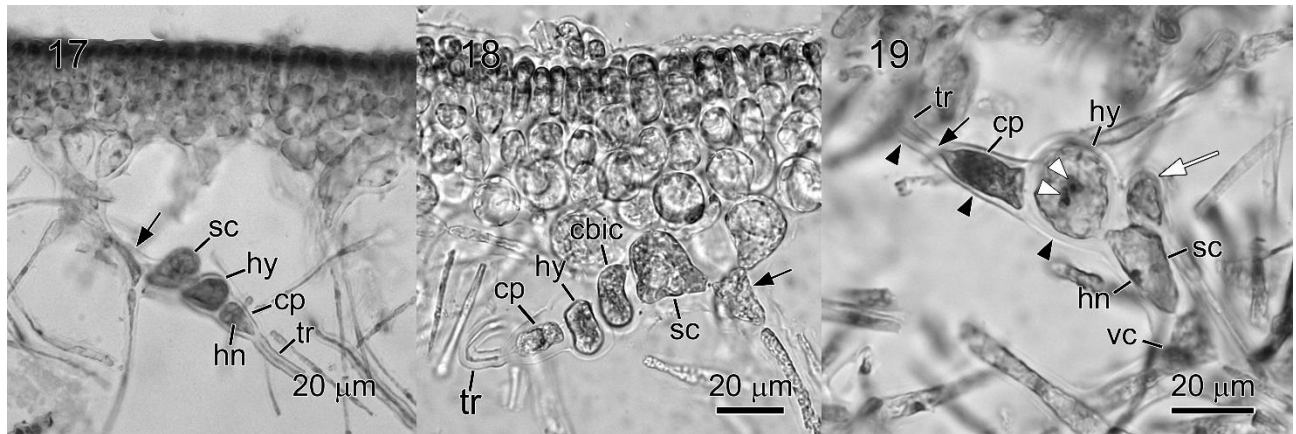


**Fig. 16.** *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estructura reproductora masculina. Hematoxilina. Visió superficial d'un gametòfit masculí fèrtil, on s'observen diversos espermatangis uninucleats (caps de fletxa) dispersos pel còrtex. Noteu que cada cèl·lula cortical externa origina 8 espermatangis (HGI-A 18349).

*Estructures reproductores femenines.* Es tracta d'una espècie no procàrpica. Les branques carpogonials s'originen a partir d'una cèl·lula subcortical interna i s'orienten cap a l'interior del tal·lus (Fig. 17). Les branques carpogonials joves solen estar constituïdes per 3 cèl·lules (Fig. 17), mentre que les madures poden tenir fins a 4-5 cèl·lules (Fig. 18): la cèl·lula de suport, la cèl·lula hipògina, 1-2 cèl·lules intermèdies de la branca carpogonial i el carpogoni. Aquest darrer està prolongat per una llarga tricògina comprimida en la seva base (Fig. 19, fletxa negra). Les branques carpogonials estan envoltades per un cutícula gruixuda (Fig. 19, caps de fletxa) i poden desenvolupar-se sobre el cos cel·lular d'una cèl·lula cortical interna estrellada (Fig. 18), sobre un braç d'aquestes cèl·lules (Fig. 17), o sobre els filaments medul·lars (Fig. 20). La branca carpogonial pot ser simple (Figs 17, 18) o presentar una branca lateral sobre la cèl·lula de suport (Figs 19, 20, fletxa blanca). En la maduresa, sovint tant la cèl·lula hipògina com les cèl·lules intermèdies de la branca carpogonial presenten forts engruiximents laterals (Figs 19-20). Molt ocasionalment s'han observat branques carpogonials amb carpogonis desenvolupats a partir de les cèl·lules intermèdies de la branca carpogonial.



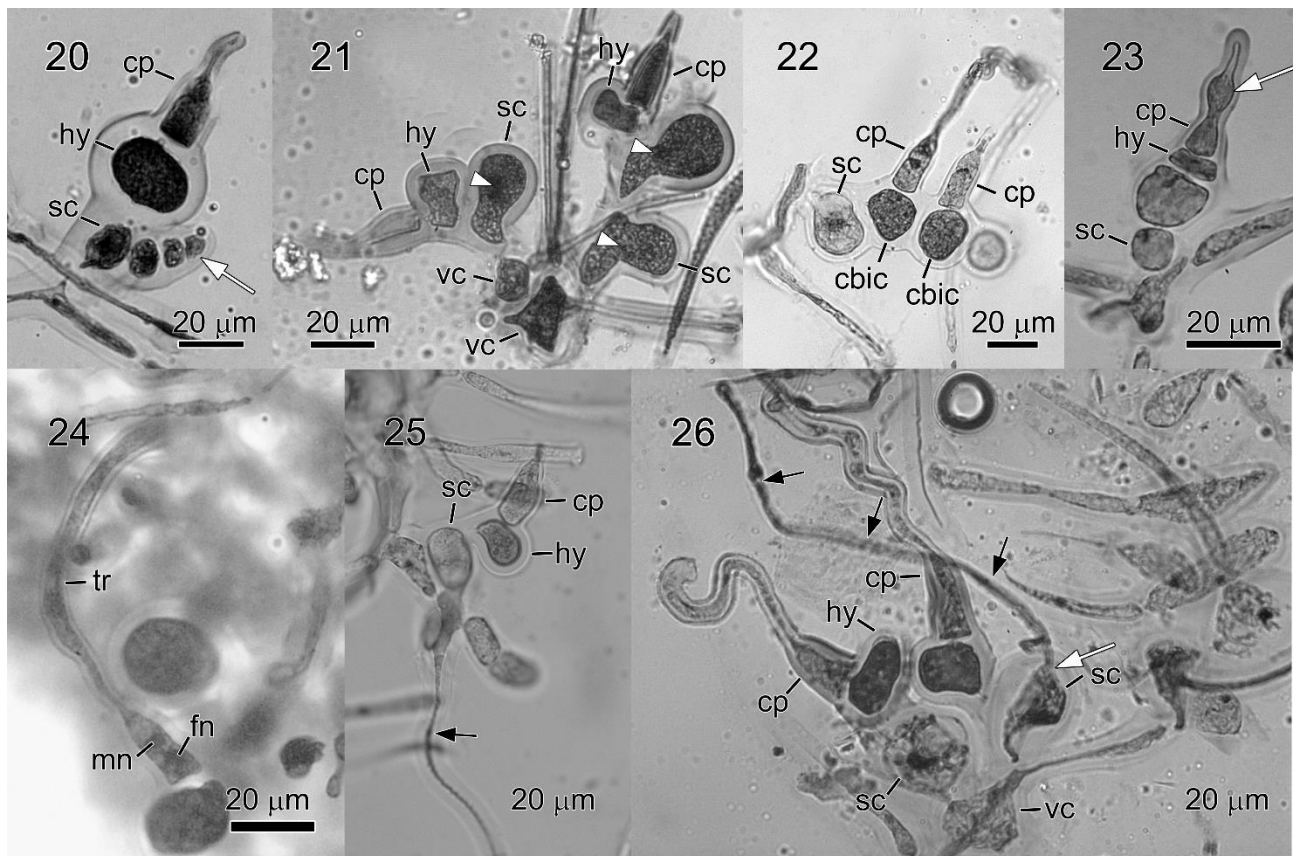
Una vegada el espermaci contacta amb la tricògina, el nucli del gàmeta masculí s'introdueix a la tricògina i es desplaça en direcció al carpogoni, provocant l'engruiximent de la mateixa al seu pas (Fig. 23, fletxa blanca). Abans de la fecundació, el nucli masculí sovint es pot observar dins del carpogoni, abans de fusionar-se amb el nucli femení (Fig. 24).



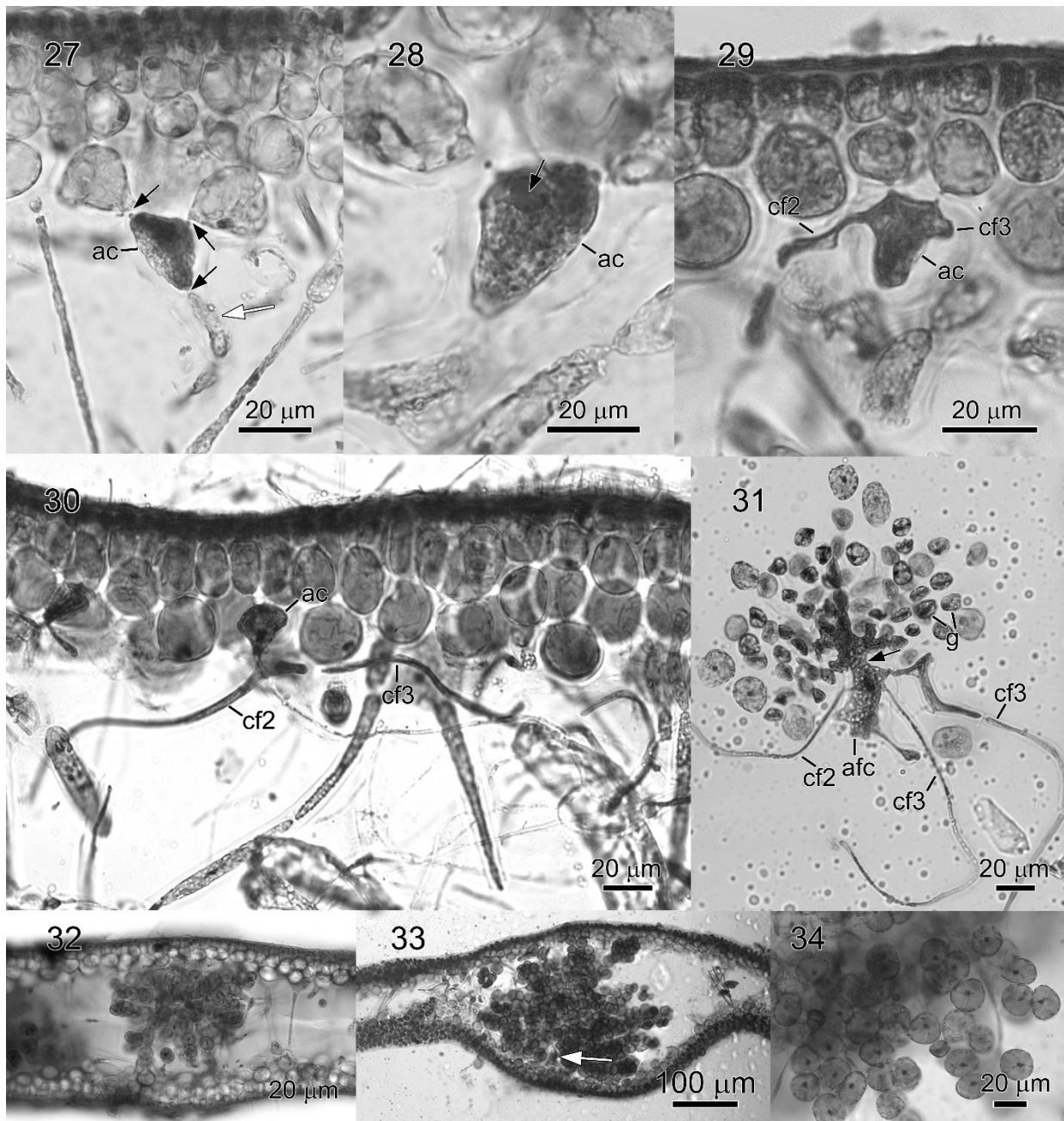
**Figs 17-19. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estructura reproductora femenina.** Hematoxilina. **17.** Branca carpogonial tricel·lular, desenvolupada sobre un filament medul·lar (fletxa) i dirigida cap a l'interior del tal·lus (HGI-A 18349). **18.** Branca carpogonial tetracel·lular, desenvolupada sobre una cèl·lula subcortical interna estrellada (fletxa) (HGI-A 18349). **19.** Detall d'una branca carpogonial en desenvolupament, ramificada (fletxa blanca) a partir de la cèl·lula de suport i on la cèl·lula hipògina s'està dividint i ja presenta dos nuclis (caps de fletxa blancs). Noteu la presència d'una cutícula gruixuda que envolta la branca (caps de fletxa negres) i la constricció de la tricògina a la base (fletxa negra) (HGI-A 18349). Abreviacions: cbic: cèl·lula intermèdia de la branca carpogonial; cp: carpogoni; hn: nucli haploide; hy: cèl·lula hipògina; sc: cèl·lula de suport; tr: tricògina; vc: cèl·lula vegetativa.

*Estadis de postfertilització.* Un cop produïda la fecundació, el nucli diploide es desplaçarà fins a la cèl·lula de suport, presumiblement per fusió parcial de les cèl·lules de la branca carpogonial. La cèl·lula de suport generarà un únic filament de connexió secundari (Fig. 25, fletxa) que creix en direcció a la cèl·lula auxiliar per elongació i no per divisió, per la qual cosa roman fusionat amb la cèl·lula de suport (Fig. 26, fletxa blanca). La cèl·lula auxiliar es situa allunyada de la branca carpogonial i es diferencia a partir d'una cèl·lula subcortical interna estrellada (Fig. 27) i presenta una inclusió citoplasmàtica proteica molt característica (Fig. 28, fletxa). En rebre el nucli diploide provinent del carpogoni, la cèl·lula auxiliar podrà emetre un (Figs 29, 30) o dos (Fig. 31) filaments de connexió terciaris que creixeran en direcció a un altre cèl·lula auxiliar. La cèl·lula auxiliar es divideix

per formar una cèl·lula inicial del gonimoblast amb la qual es fusiona donant lloc a una cèl·lula de fusió auxiliar (Fig. 31) a partir de la qual s'origina el gonimoblast, sempre en direcció a l'interior de tal·lus (Fig. 32). La maduració del gonimoblast provoca l'engruïment del tal·lus a banda i banda (Fig. 33). Totes les cèl·lules dels filaments gonimoblàstics maduren per donar lloc a carposporangis, de (9-) 15 (-21)  $\mu\text{m}$  de diàmetre.



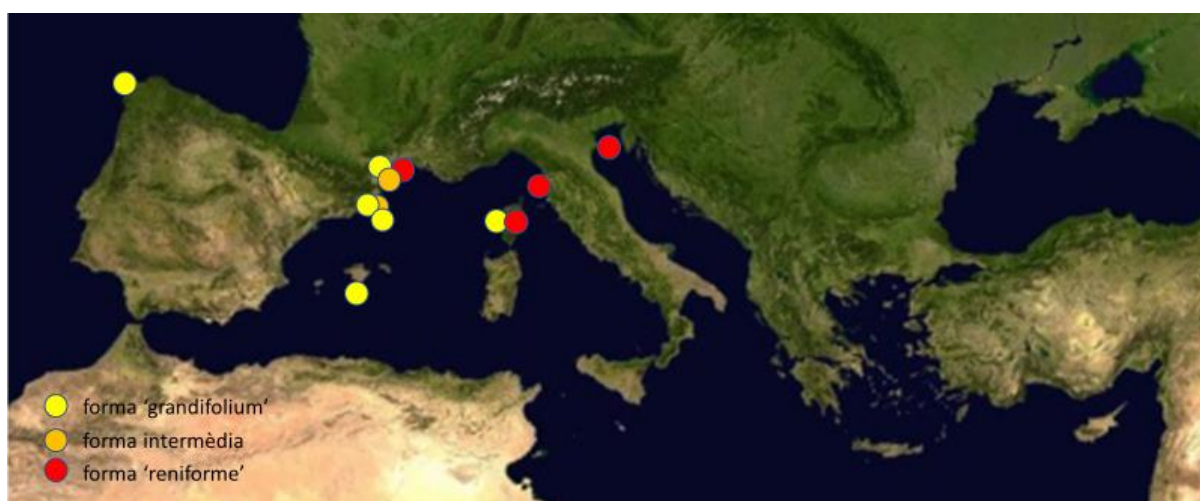
**Figs 20-26. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Estructura reproductora femenina.** Blau d'anilina (Figs 20-22); hematoxilina (Figs 23-26). **20.** Detall d'una branca carpogonial situada sobre un filament medullar, amb una branca estèril (fletxa blanca) naixent sobre la cèl·lula de suport (HGI-A 6901). **21.** Visió de dues branques carpogonials desenvolupades on s'observa un fort engruïment lateral de les cèl·lules subhipògina i de suport, i que el nucli d'aquestes cèl·lules (caps de fletxa) ha incrementat notablement la seva mida (HGI-A 5754). **22.** Visió d'una branca carpogonial anòmala, amb dos carpogonis desenvolupats sobre les cèl·lules intercalars de la banca carpogonial (HGI-A 6901). **23.** Detall d'una branca carpogonial on el nucli del gàmeta masculí s'està desplaçant per l'interior de la tricògina en direcció al carpogoni. Noteu l'engruïment de la tricògina (fletxa blanca) en el punt on es troba el nucli del gàmeta masculí (HGI-A 2519). **24.** Detall d'un carpogoni just abans del moment de la fecundació. Noteu que ha rebut el nucli del gàmeta masculí i per tant presenta dos nuclis haploides al seu interior (HGI-A 6901). **25.** Detall d'una branca carpogonial fecundada on la cèl·lula de suport ha emès un filament de connexió secundari (fletxa negra) (HGI-A 8648) **26.** Visió de dues branques carpogonials situades sobre la mateixa cèl·lula vegetativa. Noteu com la cèl·lula de suport de una de les branques emet un filament de connexió secundari (fletxes negres) per elongació (fletxa blanca) (HGI-A 5754). Abreviacions: cbic: cèl·lula intermèdia de la branca carpogonial; cp: carpogoni; fn: nuclis del gàmeta femení; hy: cèl·lula hipògina; mn: nuclis del gàmeta masculí; sc: cèl·lula de suport; tr: tricògina; vc: cèl·lula vegetativa.



**Figs 27-34. *Neurocaulon foliosum* forma 'grandifolium'. Cèl·lula auxiliar i estadis de postfertilització.** Hematoxilina (27-29, 31-32, 34), blau d'anilina (Figs 30, 33). **27.** Detall de la situació de la cèl·lula auxiliar. Noteu que es desenvolupa per transformació d'una cèl·lula subcortical interna estrellada i que, per tant, està connectada per sinapsis primàries (fletxes) amb les dues cèl·lules subsubcorticals internes ovoides i també amb un filament medul·lar (fletxa blanca) (HGI-A 18349). **28.** Detall de la inclusió citoplasmàtica proteica de la cèl·lula auxiliar (fletxa) (HGI-A 18349). **29.** Detall d'una cèl·lula auxiliar que rep un filament de connexió secundari i està començant a desenvolupar un filament de connexió terciari (HGI-A 4281). **30.** El mateix que a la figura anterior però el filament de connexió terciari està ja completament desenvolupat (HGI-A 4281). **31.** Detall d'un gonimoblast desenvolupant a partir d'una cèl·lula de fusió auxiliar. Noteu que aquesta està també fusionada (fletxa) amb la cèl·lula inicial del gonimoblast (HGI-A 4281). **32.** Secció transversal d'un tal·lus on s'observa un gonimoblast jove que s'ha desenvolupat en direcció a l'interior del tal·lus i que ocupa quasi tot el gruix de la medul·la (HGI-A 18349) **33.** Detall d'un gonimoblast madur que està provocant l'engruïment del tal·lus a banda i banda. Noteu que encara és visible la cèl·lula de fusió auxiliar (fletxa) (HGI-A 18349) **34.** Detall dels filaments gonimoblàstics (HGI-A 18349). Abreviacions: ac: cèl·lula auxiliar; cp: carpogoni; cf2: filament de connexió secundari; cf3: filament de connexió terciari; g: filaments gonimoblàstics; hy: cèl·lula hipògina; sc: cèl·lula de suport.

## DISCUSSIÓ

Tots els espècimens estudiats en aquest treball presentaven la morfologia típica de l'anteriorment reconegut *Neurocaulon grandifolium* (= forma 'grandifolium') és a dir, tenien una o dos làmines reniformes situades distalment en l'estípit (Fig. 2). L'estudi de les dades bibliogràfiques i les aportades en aquest treball (Taula 2, Fig. 35) mostra que les frondes de la forma 'reniforme' es troben prioritàriament a les costes de l'Adriàtic, com va comentar Codomier (1967), però també en llocs de la Mediterrània rics en nutrients, com són la zona del Golf del Lleó, on es poden trobar espècimens del dos tipus i fins i tot formes intermèdies (Codomier, 1967), i de la Toscana, Itàlia (Preda, 1908). A Catalunya, hi ha també constància d'alguns espècimens de forma intermèdia recol·lectats al segle passat (HGI-A 15026, recol·lectat al 1983 a 30 m de profunditat a Tossa de Mar, per E. Ballesteros; <https://hgi-herbarium.udg.edu>), però la majoria corresponen a la forma 'grandifolium'. A les Illes Balears, d'on provenen nombrosos dels espècimens conservats a l'herbari de la Universitat de Girona, només es té constància de la forma 'grandifolium'. Les dades bibliogràfiques (Rodríguez y Femenías, 1895) recolzen aquest resultat. Tenint en compte que la zona de les Illes Balears ha estat intensivament estudiada pels investigadors de la Universitat de Girona, és molt probable que en aquesta regió només existeixi la morfologia 'grandifolium'. Per altra banda, els exemplars de les Illes Balears provenen de fondàries importants, el que recolzaria la hipòtesis de Coppejans (1979) de que els espècimens de la forma 'grandifolium' es troben habitualment en el circalitoral profund.



**Fig. 35. *Neurocaulon foliosum*.** Distribució geogràfica dels espècimens citats a la literatura i estudiats en aquest treball de les formes de *N. foliosum*: la forma 'grandifolium', la forma 'reniforme', i la forma intermèdia.

Els resultats d'aquest treball ens han permès fer algunes observacions sobre diversos aspectes taxonòmics que comentem a continuació. Quant a l'estructura vegetativa, els gametòfits de la forma 'grandifolium' estudiats presentaven una estructura similar a la descrita a la literatura en espècimens confirmats de la mateixa forma, tant del Mediterrani (Rodríguez y Femenías, 1895; Preda, 1909) com de l'Atlàntic (Pérez-Cirera *et. al*, 1989). La única diferència remarcable és que els espècimens atlàntics presenten les cèl·lules corticals disposades de forma laxa mentre que en els mediterranis aquestes cèl·lules estan més compactades. Pel que fa a la morfologia, en visió superficial les cèl·lules corticals externes s'han observat polièdriques a les Balears (Rodríguez y Femenías, 1895) i arrodonides tant a Balears (aquest treball) com a l'Atlàntic (Pérez-Cirera *et. al*, 1989).

Respecte al gametòfit masculí, hem pogut observar que a la forma 'grandifolium' es formen 8 espermatangis per cèl·lula mare. Codomier (1967), en espècimens dels quals no va detallar la forma a la que pertanyien, va observar només 4 espermatangis per cèl·lula mare.

Quant a les estructures reproductores femenines, hi ha molt poca informació bibliogràfica prèvia, i la majoria prové dels exemplars del Golf de Lleó estudiats per Codomier (1967) dels quals tampoc no es detalla el tipus de morfologia que presentaven, i que tenien branques carpogonials de 2 a 5 cèl·lules de llarg. En els exemplars de la forma 'grandifolium' hem observat que les branques carpogonials tenen de 3 a 5 cèl·lules de llargada, mentre que Pérez-Cirera *et. al*. (1989) van observar branques de 3 a 4 cèl·lules de llargada en exemplars de la mateixa forma provinents de l'Atlàntic. En tots els casos les branques estaven ramificades.

Pel que fa els estadis de postfertilització, els exemplars estudiats presentaven les característiques comunes de la família i del gènere (vegeu la Introducció del treball), però hem pogut fer algunes observacions noves que esmentem a continuació. La cèl·lula auxiliar es desenvolupa per la transformació d'una cèl·lula subcortical interna estrellada i aquesta presenta una inclusió citoplasmàtica proteica característica. Aquest tipus d'inclusió està present també en altres espècies de la subclasse Rhodymeniophycidae, com per exemple, a *Gloiocladia repens* (C.Agardh) N.Sánchez & Rodríguez-Prieto (Rodríguez-Prieto *et al.*, 2007). No hem pogut observar en detall els primers estadis de formació del gonimoblast però hem pogut veure que aquest es desenvolupa a partir d'una cèl·lula de fusió auxiliar i es dirigeix cap a l'interior del tal·lus. Per altra banda, s'ha observat que a partir de la cèl·lula de fusió auxiliar es poden desenvolupar al menys dos filaments de connexió

terciaris que permetran la diploidització d'altres cèl·lules auxiliars, és a dir, és possible la diploidització en sèrie de diverses cèl·lules auxiliars i per tant, es desenvoluparan diversos gonimoblasts a partir d'una única fecundació. En madurar el gonimoblast, aquest adopta una forma estrellada, tal i com descriuen altres autors tant pel Mediterrani (Rodríguez y Femenías 1895, l'Adriàtic (Kylin 1956) o per l'Atlàntic (Pérez-Cirera *et. al*, 1989), a diferència dels gonimoblast més globulars observats per Codomier (1967) per als individus del Golf del Lleó. Rodríguez y Femenías (1895) i Codomier (1967) descriuen el gonimoblast immersos al tal·lus sense provocar l'engruiximent d'aquest, mentre que nosaltres hem pogut observar com clarament, aquest sí provoca un engruiximent a banda i banda del tal·lus, tal i com va descriure Kylin (1956).

En aquest treball hem descrit exhaustivament les estructures vegetatives y reproductores dels exemplars de la forma 'grandifolium' de *N. foliosum*, i hem aportat noves dades especialment al que fa referència als estadis de postfertilització. Les dades de les estructures reproductores masculines i dels estadis de postfertilització obtinguts en aquest treball semblen diferir de les úniques dades presents a la literatura relatives a aquests aspectes (Codomier, 1967), el que apunta a que és possible que existeixin diferents espècies a la Mediterrània, i que aquest autor no treballés amb espècimens de la forma 'grandifolium'. Els resultats d'aquest treball s'integraran, en un futur, en l'estudi morfològic/molecular del gènere que s'està duent a terme al Grup de Recerca en Algues Bentòniques Marines de la Universitat de Girona i que pretén esbrinar quantes espècies del gènere existeixen actualment a Europa

**Taula 2.** Principals característiques taxonòmiques de *Neurocaulon foliosum*. Dades extretes de la bibliografia i d'aquest treball.

		Adriàtic				Mediterrani occidental					Atlàntic	Mediterrani occidental	
		Balears		Livorno		Banyuls-sur-mer		Còrcega	Balears	Galícia	Aquest treball		
		Meneghini, 1841	Zanardini 1843, 1865	Kützing, 1849	Kylin, 1956	Rodríguez y Femenias, 1895	Preda, 1908	Codomier, 1967	Coppejans, 1979	Ribera Siguan, 1983		Pérez-Cirera <i>et. al.</i> , 1989	
<b>Forma</b>	?	'reniforme'			'grandifolium'		'grandifolium'/'reniforme'/'intermèdia'	'grandifolium'/'reniforme'	?	'grandifolium'	'grandifolium'		
<b>HÀBIT</b>													
<b>Hàbit</b>	<b>Alçada (cm)</b>			< 10		6-12		6-12		2.5-7	2-5		1-5
	<b>Lòbuls</b>	<b>Reniformes</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
		<b>Nombre</b>		Molts	Molts	Molts	2-3	5	3-4/molts	pocs/molts			1-2
		<b>Amplada (cm)</b>		2.5			3-6	1-3	3-4/<1	1.5-7			1.5-8
	<b>Estípit</b>	<b>Longitud (cm)</b>					0.4-1.2				0.5-3		0.3-2
		<b>Diàmetre (µm)</b>		>1000				1000-3000			700-1000		2000
<b>ESTRUCTURA VEGETATIVA</b>													
<b>Estructura pseudoparenquimatoso multiaxial</b>			Sí		Sí	Sí	Sí	Sí		Sí	Sí	Sí	
<b>Gruix del tal·lus</b>								180-250		120-250		210-250	
<b>Estípit</b>	<b>Còrtex</b>							Dens		Dens		Dens	
	<b>Medul·la</b>							Filamentosa i densa		Filamentosa i densa		Filamentosa i densa	
	<b>Gruix còrtex</b>									2/3 del gruix total		2/3 del gruix total	
<b>Còrtex</b>	<b>Capas de cèl·lules</b>		3-4			2-3		3-4		3-4		2-3	
<b>Còrtex extern</b>	<b>Forma cèl·lules</b>					Polièdriques		Polièdriques irregulars		Arrodonides		Arrodonides / ovoïdes	
	<b>Disposició</b>							Continues				Laxa / Continues	
	<b>Diàmetre cèl·lules (µm)</b>							9		7-10		5-9	
	<b>Alçada cèl·lules (µm)</b>							13					
<b>Còrtex intern</b>	<b>Conté cèl·lules estelades</b>							Sí		Sí		Sí	
<b>Medul·la</b>	<b>Filamentosa</b>					Sí		Sí		Sí		Sí	
<b>Filaments medul·lars</b>	<b>Longitud (µm)</b>							<100				120	

		Adriàtic	Mediterrani occidental		Atlàntic	Mediterrani occidental
			Balears	Banyuls-sur-mer	Galícia	
		Kylin, 1956	Rodríguez y Femenías, 1895	Codomier, 1967	Pérez-Cirera <i>et. al.</i> , 1989	Aquest treball
Forma		'reniforme'	'grandifolium'	'grandifolium'/'reniforme'/'intermèdia'	'grandifolium'	'grandifolium'
<b>Tres generacions amb gametòfit i esporòfit heteromòrfics</b>		Sí		Sí		Sí
<b>Estructures reproductores masculines</b>						
<b>Disposició</b>						Dispersos
Cèl·lula mare dels espermatangis	Desenvolupats a partir de les cèl·lules corticals externes			Sí		Sí
Espermatangis	Nº per cèl·lula mare			4		8
	Uninucleats			Sí		Sí
<b>Estructures reproductores femenines</b>						
<b>No procàrpica</b>		Sí		Sí		Sí
Branca carpogonial	Nº cèl·lules			2-5	3-4	3-5
	Nº per cèl·lula de suport			1-2	1-2	1-2
	Orientada cap a l'interior del tal·lus			Sí		Sí
Cèl·lula auxiliar	Diferenciada a partir d'una cèl·lula subcortical			Sí		Sí
	Amb inclusió citoplasmàtica proteica					Sí
<b>Estadis de postfertilització</b>						
<b>Cèl·lula de fusió auxiliar</b>						Sí
Filaments de connexió terciaris	Presentes			Sí		Sí
	Nombre			Al menys 1		Al menys 2
Gonimoblast	Prominent a banda i banda del tal·lus	Sí	No	No		Sí
	Forma estrellada	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Totes les cèl·lules es transformen en carposporangis					Sí



## CONCLUSIONS

---

During this project, we have provided a detailed description of the vegetative and reproductive morphology of *Neurocaulon foliosum* specimens of the 'grandifolium' form from the western Mediterranean. Comparing the results with the limited existing data in the literature on characteristics and reproductive processes suggests that there are indeed several cryptic species of *Neurocaulon* in Europe. These species may differ not only morphologically but also in terms of male reproductive structures (number of spermatangia per mother cell) and post-fertilization stages (star-shaped or non-star-shaped gonimoblast and level of protrusion).

## **AGRAÏMENTS**

---

A la meva parella, la meva família i als meus amics, pel seu suport.

A la Conxi, la meva tutora, per la seva dedicació en la revisió del treball de final de grau i per la seva gran aportació de coneixements.

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

---

- CODOMIER, L. (1967). Systématique, morphologie, anatomie et reproduction de l'espèce *Neurocaulon grandifolium* Rodríguez (Gigartinale, Furcellariacée). *Vie et milieu*, Ser. A, Biol. Mar., 18, 501-523.
- CODOMIER, L. (1969). Sur l'alternance de générations hétéromorphes du *Neurocaulon grandifolium* Rodríguez (Rhodophycées, Gigartinale). *Compte Rendu Hebdomadaire des Séances de l'Académie des Sciences. Paris. Série D*, 269, 1060-1062.
- CODOMIER, L. (1972). Le cycle du *Neurocaulon reniforme* (P. et R.) Zanardini (Rhodophycée, Gigartinale). *Mémoires de la Société Botanique de France*, 119(Sup1.), 293-310. <https://doi.org/10.1080/00378941.1972.10839097>
- COPPEJANS, E. (1979). Végétation marine de la Corse (Méditerranée). III. Documents pour la flore des algues. *Marine Vegetation of Corsica (Mediterranean Sea). III. Documents for the Algal Flora*, 257-266. <https://doi.org/10.1515/botm.1979.22.4.257>
- KÜTZING, F.T. (1849). *Species algarum*. pp. [i]-vi, [1]-922 Leipzig: F.A. Brockhaus.
- KYLIN, H. (1956). *Die gattungen der Rhodophyceen*. pp. i-xv, 1-673 pp Lund: C.W.K. Gleerups.
- MENEGHINI, G. (1841). [Algologia Dalmatica]. A: Sezione di botanica, e fisiologia vegetabile. Adunanza del dì 16 Settembre 1841. A: Atti della Terza Riunione degli Scienziati Italiani, tenuta in Firenze nel Settembre del 1841. (Savi, P. Eds), 417-436. *Galileiana*, Firenze.
- PÉREZ-CIRERA, J. L., CREMADES, J., & BÁRBARA, I. (1989). Precisiones sistemáticas y sinicológicas sobre algunas algas nuevas para Galicia o para las costas atlánticas de la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 46(1), 35-45.
- PREDA, A. (1908). *Flora Italica Cryptogama. Pars II: Algae. Florideae*. Vol. 1(2), 358, 111 figures. Rocca San Casciano: Stabilimento tipografico L. Cappelli.
- RIBERA SIGUÁN, M. A. (1983). *Estudio de la flora bentónica marina de las islas Baleares* (pp. 156-158). Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- RODRÍGUEZ Y FEMENÍAS, J.J. (1895). Datos algológicas IV. Nuevas Florideas. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 24, 155-162.

RODRÍGUEZ-PRIETO, C., FRESHWATER, D. W., & SÁNCHEZ, N. (2007). Vegetative and reproductive morphology of *Gloiocladia repens* (C. Agardh) Sánchez et Rodríguez-Prieto comb. nov. (Rhodymeniales, Rhodophyta), with a taxonomic re-assessment of the genera *Fauchea* and *Gloiocladia*. *European journal of phycology*, 42(2), 145-162.

ZANARDINI, G. (1865). *Iconographia phycologica adriatica ossia scelta di Ficee nuove o più rare del mare adriatico figurate, descritte ed illustrate da G. Zanardini*. Volume secodo. Vol. II pp. [i]-viii, [ix, err.], [1]-168, pls XLI-LXXX. Venezia: nel priv. stabil. di G. Antonelli edit.