ESTUDIOS SISTEMATICOS Y BIOLOGICOS DE ESPECIES DE IRIDAEA BORY DE CHILE CENTRAL

H. ETCHEVERRY, G. COLLANTES y V. RIOS *

ABSTRACT: This paper intends to bring to light the status of some species of the Genera *Iridaea* Bory such as *I. laminarioides* Bory, *I. boryana* Bory and *I. ciliata* Kutz., since the studies on this genus have proved to be rather ambiguous and have not satisfactority explained the taxonomical problems.

The research covers aspects such as morphology at a macro and ultrastructure level; cytogenetics and unialgal cultures of *Iridaea laminarioides* in orden to study the life cycle of this species.

Field ecological observations during more two years contributed to clarify this problem.

The phycolloid of *Iridaea laminarioides* and *ciliata* was extracted since it is a product of industrial importance.

Lastly the criteria for the classification of Iridaea were evaluated on the basis of the aforementioned experience.

El propósito de simplificar la sistemática del género *Iridaea* Bory y de las especies representadas en Chile, especialmente en su zona central nos ha movido a su revisión.

Abordamos el problema tratando de clarificar su status como especies, precisando mejor su morfología tanto a nivel de macro como de microestructura, complementándola con observaciones ecológicas —de terreno— necesarias para el fin que nos proponemos, que se realizaron a lo largo del año en los roqueríos de Montemar, y diversas localidades de la regiones central y austral que se señalan a continuación:

Estaciones de recolección de Norte a Sur:

Valparaíso (Horcón)	32º	30'	Lat.	S.
(Ventana)	32º	47'	"	"
(Montemar)	32º	57'	"	"
(Matanzas)	32º	59'	"	"
Pichilemu (Pta. Lobos - Infiernillo)	34º	23'	"	"
Bahía Talcahuano (San Vicente)	36º	34'	"	"
Península Tumbes	36º	33'	"	"
Dichato	36º	32'	"	"
Desembocadura Bío-Bío	36º	49'	"	"
Bahía Ancud	41º	51'	"	"
Bahía Tic-Toc	43º	39'	"	"
Punta Arenas (Agua Fresca)	53º	10'	"	"

* Departamento de Biología, Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales, Universidad de Chile, Valparaíso, Casilla 130-V, Valparaíso.

	Fuerte Bulnes	53º	40'	"	"
Bahía Orange		55º	31'	"	"
Antártica (Isla Greenwich)		63º		"	"
Chilena	I. Decepción	63º	04'	"	"
	Bahía Paraíso	64º	17'	"	"

Las especies con que se trabajó fueron: *Iridaea boryana, I. laminarioides, I. caespitipes,* igualmente *I. crispata, I. ciliata* e *I. undulosa.* Se estudió y revisó además material de localidades tipos de estas especies, como Valparaíso, Golfo de Concepción, Bahía Tic-Toc (Chiloé) y de numerosas localidades del Estrecho de Magallanes y Antártica Chilena. Se trabajó con más de 1.000 especímenes tanto de material fresco como herborizado.

Finalmente se realizó cultivos unialgales de *Iridaea boryana,* estudiando la fase discoide o crustosa hasta la formación de frondas juveniles.

De manera general discrepamos de otros autores, como Kim (1976) con el criterio de incluir las especies de *Iridaea* en el género *Gigartina.*

El género *Iridaea* (Bory 1826) se puede caracterizar en la forma siguiente:

—Algas de Talo membranoso, con una o más frondas que crecen derechas a partir de un disco adhesivo. Las frondas son cladomas multiaxiales con estipe cilíndrico corto, anchas, sencillas y enteras o profundamente hendidas, con el ápice agudo y la base redondeada. La estructura histológica presenta una médula y una corteza. Médula de filamentos axiales incoloros lingitudinales, entrelazados en un enrejado irregularmente dispuesto y la corteza pleuridiana de filamentos anticlinales, que en la zona externa constituyen la epidermis. Fig. 1-5.

—Plantas tetraspóricas con soros inmergidos y tetrásporas crucialmente divididas, cistocárpicas con cistocarpos globosos distribuido por la superficie de la fronda, con o sin pericarpio propio; eje carpogonial de tres células cuya célula basal sirve de auxiliar y produce filamentos gonimoblásticos.

HABITAT.— Litoral inferior a sublitoral, para la mayor parte de las especies. *I. boryana* se ubica en el supralitoral en costas batidas por el mar, como ocurre en los roquerías de Montemar.

Los elementos que se han considerado como esenciales para la determinación de las especies del género por los diversos autores son de variada naturaleza:

— *Morfológicos.*— Forma del estipe y de la apófisis, presencia de papilas en la superficie de la fronda y de emergencias laterales, tanto en la superficie como en la región basal.
— *Histológicos.*— Número de células que constituyen los filamentos anticlinales y retícul omedular o dictenquima.
— *Reproductores.*— Estructura de los soros cistocárpicos y tetraspóricos, presencia de pericarpio y constitución de la rama carpogonial.

— *Ecológicos.*— Naturaleza del substrato y distribución vertical de las especies en zona de marea.

Otros caracteres, difíciles de constatar y precisar que algunos autores consideran que definen especies taxonómicamente son la ubicación en el tejido de la fronda de las tetrásporas y cistocarpos, más o menos cercanos de la superficie externa, igualmente la presencia de filamentos absorbentes o nutricios entre las carpósporas y la situación de las especies en la zona mareal, los descartamos. Creemos que la posición de los elementos reproductores en la fronda es el resultado del desarrollo de ellos y según sea la etapa en que se observan así será su ubicación. Hacemos nuestra la opinión de I. Abbott (1972) sobre el particular que dice "tales caracteres pueden emplearse sólo con gran precaución".

El cultivo artificial de *Iridaea boryana* se realizó a partir de frondas cistocárpicas y teraspóricas, empleando la técnica utilizada para *Porphyra columbina* Mont. (Etcheverry et al. 1977). La fijación de los elementos reproductores ocurrió entre el primer y tercer día, se siguió su evolución, se midió y constató su crecimiento. Las carpósporas luego de sufrir varias mitosis, produjeron discos crustosos pluricelulares de 50-60 *u* de diámetro.

El proceso de desarrollo continuó con la formación de papilas erguidas y su formación detuvo el crecimiento de los discos. Las papilas originaron frondas pequeñas con una organización multiaxial de plantas tetraspóricas. La formación de tetrásporas no se apreció, ya que los cultivos tienen sólo 6 meses. El proceso es análogo para las tetrásporas que evolucionaron en fase crustosa, con organización multiaxial y luego en plantas gametófitas. Figs. 6-9.

El ciclo de *Iridaea laminarioides* Bory, es por lo tanto trigenético, con alternancia de gametófita, carposporófita y tetrasporófita.

Para las observaciones al microscopio electrónico se siguió la técnica empleada por Etcheverry et al. (1979); la naturaleza de los discos y el hecho de no tener cultivos puros afectaron las microfotografías que nos dan sólo información sobre los rasgos generales de los diversos constituyentes celulares.

Con los antecedentes señalados, discutiré el status de las especies o mejor dicho del complejo de especies.

I. *Iridaea boryana, Iridaea laminarioides* e *Iridaea caespitipes,* coinciden estas especies en los caracteres fundamentales, vale decir fronda entera estrechada en su extremidad basal, de forma cuneada a oval lanceolada, con márgenes lisos y apófisis igualmente lisa. En algunos casos las frondas son numerosas y se levantan desde una base común. El diámetro de la fronda oscila entre 400 - 500 *u*, con una médula —dictenquima— suelta y una corteza de filamentos anticlinales más largos que anchos con un t/m de 8 - 12 células cada uno.

Soros tetraspóricos repartidos por la superficie de la fronda, centrales o acercándose a la epidermis. Los cistocarpos son globosos y ocupan el centro de la médula, rodeados de un "pericarpium proprium".

De las tres especies citadas, la primera fue establecida en base a ejemplares juveniles, y de adultos la segunda. *I. caespitipes* a su vez difiere de las otras sólo en su base prostrada y estolonífera, de la que se levantan numerosas frondas iguales a juicio nuestro del hecho ecológico de que esta especie, crece en la zona de rompientes y la agrupación de frondas le permite resistir mejor la acción del oleaje.

Teniendo en debida consideración la prioridad con que las especies fueron establecidas, propongo mantener las siguientes, con sus respectivas sinonimias:

1. *Iridaea laminarioides* Bory, Voy. Coq. p. 105, 1827 pl. 11 f. 1 A, B y C, que sería el taxon válido y en sinonimia quedarían *I. boryana* (Set. et. Gard.) Skottsb., *I. caespitipes* (Set. et Gard.) Skottsb.
   Localidad del tipo: Concepción y Valparaíso.

2. *I. crispata, I. ciliata* e *I. undulosa,* constituyen otro complejo de especies. Como lo dice el Dr. Levring (1960), "es imposible separar estas tres especies en su medio natural" que han sido incluidas en la Sección Gigartiridaea, del Género *Iridaea* y que se caracterizan por poseer un apófisis fimbriada, base de la fronda cuneada a remiforme, con emergencias sencillas. Todos ellos caracteres imprecisos si se examina —como lo hemos hecho— gran cantidad de ejemplares de una población constatándose la presencia de formas de transición. Figs. 10 - 12.

Las tres especies están dadas para la región que va desde Valparaíso a Magallanes e Islas Malvinas (*I. undulosa*). El carácter dominante en las plantas adultas es la presencia de papilas, sencillas al comienzo y luego compuestas, más notorias en los ejemplares de mayor edad.

I. undulosa posee emergencias sencillas, *I. ciliata* ramificadas e *I. crispata* sencillas. La base de la fronda puede ser cordada o cuneada.

Propongo dar prioridad a *Iridaea crispata* Bory, Voy. Coq. Figs. 9 - 10, p. 108, 1827. Sinonimia. *I. ciliata* Kütz e *I. undulosa* Bory. *I. ciliata* Bory podría mantenerse para la planta de Magallanes y Malvinas. *I. augustinae* Bory quedaría también en sinonimia.

La fronda se presenta en estas especies más bien delgada, 400 *u,* con médula laxa, corteza de filamentos anticlinales anchos, 4 - 9 células, los exteriores oblongos, más largos que anchos y los interiores globulares o globosos.

Localidad del tipo: Concepción y Valparaíso.

3. *Iridaea membranacea* J. Ag., 1872, 1879. Los ejemplares colectados proceden de localidades entre Valparaíso y Concepción; los más característicos y concordantes con la descripción de Agardh, son de Pichilemu (Punta Lobos), Provincia de Colchagua.

   Los ejemplares mayores, colectados en Pichilemu, alcanzan 40 cm de alto, de fronda plana lanceolada, delgada, numerosas que arrancan de una base común, con proliferaciones foliosas en sus márgenes, rasgo distintivo. Médula con un retículo suelto y corteza de 5-6 filas de filamentos anticlinales de células esféricas. Cistocarpos llenan la médula. Se

confunde esta especie con *Grateloupia cutleriae;* también de Valparaíso.

Localidad del tipo: Valparaíso, donde no he encontrado la especie, a pesar de la búsqueda. Dr. Levring (1960) describe ejemplares colectados en el Canal Chacao.

CONCLUSIONES

A. El análisis y discusión de las observaciones y resultados logrados en el trabajo realizado permite establecer en lo referente a la taxonomía de las especies de *Iridaea,* de la región central de Chile como válidas las siguientes:

1. *Iridaea laminarioides* Bory 1827, Voy. Coquille 105 pl. 11 f. A, B y C. Sinonimia. *I. boryana* (Set. et Gard.) Skottsb.
2. *Iridaea crispata* Bory, 1826 Dict. Class. d'Hist. Nat. IX p. 16. Sinonimia. *I. ciliata* Kütz., *I. undulosa* Bory, *I. augustinae* Bory.
3. *Iridaea membranacea* J. Ag. 1872 p. 8; pl. 1 X.

Otras especies de *Iridaea* dadas para Chile son: *I. micans* Bory 1826 (Malvinas, Chile Austral) y *I. dichotoma* Hook f. et Harv. 1845 (Chile Austral). *I. obovata* Kütz 1848 (Chile Austral).

B. El complejo *Gigartina* con la sespecies *G. chauvinii* J. Ag., *G. chamissoi* (C. A. Ag.) J. Ag. y *G. lessonii* J. Ag. Creemos que *Gigartina chamissoi* es válida y en sinonimia quedan *G. chauvinii* y *G. lessonii.*
Chondrus, sólo una especie está dada para el país y Chile central. *Chondrus canaliculatus* Grev.

C. De las observaciones de *Iridaea,* las frecuentes colectas en los roquerías de Montemar y lo observado en el desarrollo de los cultivos de *I. laminarioides,* es posible sugerir que una especie de *Petrocelis* pueda formar parte del ciclo de vida de esta especie.

D. La ultraestructura de *I. laminarioides,* en plantas juveniles, provenientes de cultivos artificiales es similar a la observada en otras especies de *Iridaea,* por autores como Dodge (1973), Hara 1972; en la morfología celular y del cloroplasto en especial, que se presenta, sin pirenoide y con las características del tipo Polysiphonia de Hara.

E. Como conclusión general estimamos que la sistemática debe ser biológica, en sentido amplio del término y que en la determinación de una especie dada, deben jugar el mayor número de caracteres, debidamente valorados en su importancia, es arriesgado simplificar o incrementar el número de especies de un determinado Género, en base a caracteres rebuscados y difíciles de precisar y constatar.

BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, I. A. 1971. On the species of *Iridaea* (Rhodophyta) from the pacific coast of North America. Syesis. 4: 51-72, 25 figs.

ABBOTT, I. A. 1972. Field studies, which evaluate criteria used in separating species of *Iridaea* (Rhodophyta). In Abbott, I. A. and Kurogi, M. (Ed.). Contributions to the sistematics of benthic marine algae of the North Pacific, pp. 253-264.

AGARDH, J. G. 1876. Species genera et ordines algarum vol. 3 (1). Epicrisis systematics floridearum. Leipzig, pp. I-VII.

ALVEAL, K. 1971. El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. Rev. Biol. Mar. 14 (3): 85-119.

BORY DE SAINT-VINCENT, J. B. 1828. Crytogamie. In Duperry, L. I. (Ed.). Voyage autour du monde sur La Coquille, pendant... 1822-1825 Botanique Paris 301, pp. 38 pls.

BORY DE SAINT-VINCENT, J. B. 1826. *Iridaea* Dict. Class. An. Mus. Hist. Nat. 9: 15-16.

CHEN, L. C. M., EDELSTEIN T. and MC LAGHLAN, J. 1974. The life history of *Gigartina stellata* (Stackh.) Batt. (Rhodophyceae, Gigartinales) in culture. Phycologia 13 (4) 287-294, 14 figs., 1 table.

DODGE, J. D. 1973. The fine structure of algal cells. XII + 261 pp.

DION P. et R. DELEPINE. 1979. Cycles de développement de *Gigartina stellata* et *Petrocelis cruenta* (Rhodophyceae, Gigartinales) étudiés in situ, a Roscoff. Rev. Algol. N. S. T. XIV (4): 327-341.

ETCHEVERRY, H. et G. COLLANTES S. 1977. Cultivo artificial del luche *Porphyra columbina* (Montagne 1845) Rhodophyta, Bangiaceae. Rev .Biol. Mar. Dep. Oceanologia, Universidad de Chile, 16 (2): 195-202.

ETCHEVERRY D., H. et al. 1979. Ultraestructura de sinapsis protoplasmática en fase Conchocelis de *Porphyra columbina* (Montagne, 1845). Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Universidad de Chile, 16 (3): 235-246.

FRALICK, J. E. and COLE, K. 1973. Cytological observations on two species of *Iridaea* (Rhodophyceae, Gigartinales). Syesis 6: 271-272, 2 figs.

EDELSTEIN, T., CHEN, L. C. M. and MC LACHLAN, J. 1974. The reproductive structure of *Gigartina stellata* (Stackh.) Batt. (Gigartinales, Rhodophyceae) in nature and culture Phycologia 13 (2): 99-107, 22 figs.

HARA, J. 1972. An electron Microscopic study on the Chloroplast of the Rhodophyta. Proceed. VIIth. Int. Seaw. Symp. pp. 153-158.

KIM, D. H. 1976. A study of the development of cystocarpics and tetrasporangial sori in Gigartinaceae (Rhodophyta, Gigartinales) Nova Hedwigia XXVII 1: 94 figs. 1-237.

KYLIN, H. 1932. Die Florideenordnung Gigartinales. Lunds Univ. Arskr. N. F. Avd. 2, 28 (8): 1-88.

KYLIN, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. Lunds XV + 673 pp., 458 figs.

LEVRING, T. 1960. Contributions to the marine algal flora of Chile. Lunds. Univ. Arskr. N. F. Avd. 2, 56 (10): 1-83.

MIKAMI, H. 1965. A systematic study of the Phyllophoraceae and Gigartinaceae from Japan and its vicinity. Sc. Papers Inst. Alg. Res., Fac. Sci. Hokk Univ. 5 (2): 181-285.

MONTAGNE, C. 1952. Algas. In C. Gay (Ed.). Historia física y política de Chile. Botánica 8pp. 334-340; 351-355.

NORRIS, R. E. and KIM, D. H. 1972. Development of thalli in some Gigartinaceae. In Abbott et al. Contributions to the systematics of benthic Mar. Alg. of the North P. C., pp. 265-279.

SEARLES, R. B. 1968. Morphological studies of the red algae of the order Gigartinales, Univ. Calif. Publ. Bot. 43: 1-86, 33 figs., 12 pl.

SHEATH, R. G. and J. A. HELLEBUST and T. SAWA. 1979. Effects of low light and darkness on structural transformations in plastids of the Rhodophyta. Phycologia 18 (1): 1-12.

SETCHELL, W. A. and GARDNER, N. L. 1936. Iridophycus gen. nov. and its representation in South America. Nat. Acad. Sci. Proc. 22 (8): 469-473.

SETCHELL, W. A. 1937. Iridophycus with special reference to the South America species. Univ. Calif. Publ. Bot. 19 (6): 195-244, pls. 23-29.

SKOTTSBERG, C. 1941. Communities of marine algae in Subantarctic and Antarctic waters. K. Sv. Vet. Akad. Handl. ser 3 (ie ser. 5) 19 (4). 02 pp., 7 figs., 3 pls.

WEST, J. A. et al. 1978. Field and culture studies on *Gigartina agardhii* (Rhodophyta) Journ. Phycol. 14: 416-426.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Lamina I. *Iridaea laminarioides* Bory. Fig. 1. Hábito de *Iridaea laminarioides* Bory. Fig. 2. Corte transversal por fronda estéril. Fig. 3. Corte transversal por fronda tetraspórica. Fig. 4. Corte transversal por fronda con cistocarpos. Fig. 5. Rama carpogonial.

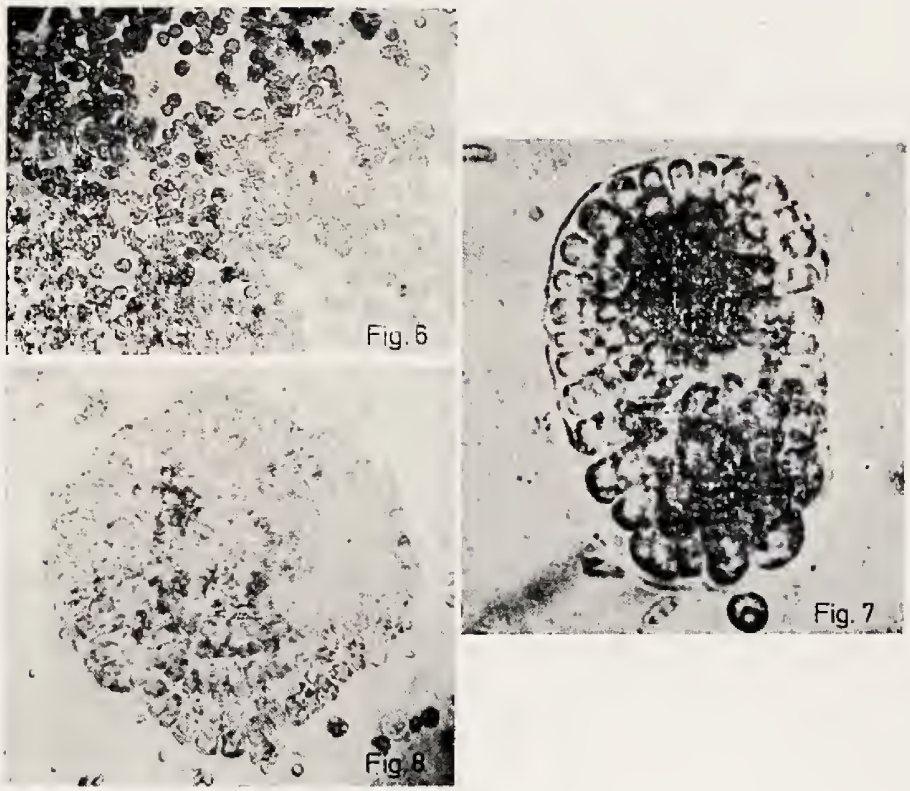

Lámina II. Crecimiento fase crustosa en cultivo de *I. laminarioides*. Fig. 6. Liberación de tetrásporas. Fig. 7. Formación del disco crustoso. Fig. 8. Fase crustosa después de seis meses de crecimiento.

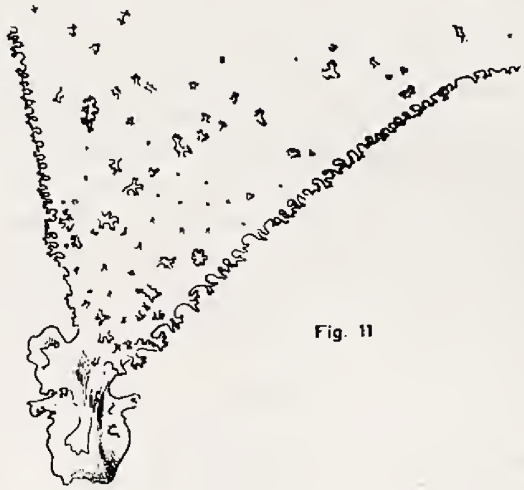

Lámina III. Detalles de la fronda y base de ella. Fi.g 9. *Iridaea undulosa* Bory, bordes y apófisis. Fig. 10. *Iridaea crispata Bory, fronda y papilas superficiales.* Fig. 11. *Iridaea crispata* base cuneada y papilas.