

17
10

BOLETIM N.º 288
BOTÂNICA N.º 20
SÃO PAULO
BRASIL
1963

/ ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL III

A. B. JOLY, M. CORDEIRO, M. L. MENDOZA,
N. YAMAGUSHI and Y. UGADIM

✓ NOTE ON THE OCCURRENCE OF ONE SPECIES OF CERAMI-
ELLA (RHODOPHYTA) IN THE AMERICAN SOUTH ATLANTIC

A. B. JOLY and Y. UGANDIM

✓ ANTITHAMNION TRISTICUM AND OPHIDOCLODUS HERPO-
SIPHONOIDES, TWO NEW RHODOPHYCEAE FROM
SOUTHERN BRAZIL

A. B. JOLY, M. CORDEIRO and N. T. YAMAGUSHI

✓ ALGUNS ASPECTOS GERAIS SÔBRE O PROBLEMA DA
SÊCA FÍSICA E DO XEROFITISMO

L. M. COUTINHO

✓ ALGUMAS INFORMAÇÕES SÔBRE A OCORRÊNCIA DO
"EFEITO DE DE SAUSSURE" EM EPÍFITAS E ERBÁCEAS
TERRESTRES DA MATA PLUVIAL

L. M. COUTINHO

Tôda correspondência deverá ser dirigida ao Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo — Caixa Postal 8 105, S. Paulo, Brasil.

All correspondence should be addressed to the Department concerned Caixa Postal 8 105 S. Paulo, Brasil.



Impresso na Seção Gráfica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo em 1963



ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL III

A. B. JOLY, M. CORDEIRO, M. L. MENDOZA,
N. YAMAGUISHI and Y. UGADIM

9

NOTE ON THE OCCURRENCE OF ONE SPECIES OF CERAMIELLA (RHODOPHYTA) IN THE AMERICAN SOUTH ATLANTIC

A. B. JOLY and Y. UGANDIM

39

ANTITHAMNION TRISTICUM AND OPHIDOCCLADUS HERPOSIPHONIOIDES, TWO NEW RHODOPHYCEAE FROM SOUTHERN BRAZIL

A. B. JOLY, M. CORDEIRO and N. T. YAMAGUISHI

55

ALGUNS ASPECTOS GERAIS SÔBRE O PROBLEMA DA SÊCA FÍSICA E DO XEROFITISMO

L. M. COUTINHO

73

ALGUMAS INFORMAÇÕES SÔBRE A OCORRÊNCIA DO "EFEITO DE DE SAUSSURE" EM EPÍFITAS E ERBÁCEAS TERRESTRES DA MATA PLUVIAL

L. M. COUTINHO

81

ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL. III.

A. B. JOLY, M. CORDEIRO, M. L. MENDOZA,
N. YAMAGUISHI and Y. UGADIM

ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL. III.

A. B. JOLY¹, M. CORDEIRO², M. L. MENDOZA³,
N. YAMAGUISHI² and Y. UGADIM⁴

1. INTRODUCTION.

Since the appearance of the second paper of this series (Joly and Cordeiro 1962) and as a result of a very thorough exploration of certain places not previously visited in the area under survey (Joly and Cordeiro 1962), we came across a few very interesting algae not known in the Brazilian coast or even in the American Atlantic (Taylor 1960).

In one instance, however, the plant is not strictly a new addition to the flora. It was first reported by Möbius (Möbius 1890, p. 1078), but this reference has escaped notice (Taylor 1960, p. 333).

Perhaps the more attractive additions are those of one species of *Dorhniella* known to occur in very restricted points in the Caribbean Sea, and the two species of *Taenioma*. Both species of *Taenioma* found in reproduction, sexual and tetrasporic, are very beautiful and delicate plants.

Another point of interest is the finding of a certain species of the genus *Arthrocardia* whose center of distribution is in South Africa. This is the second species of this genus reported from Southern Brazil (Joly 1957, p. 115).

It is also to be noted that other plants known to occur in the Caribbean area are for the first time reported in the American South Atlantic. This last group comprises species of the following genera:

-
- (1) Departamento de Botânica, Fac. Fil. C. Letr., Universidade de São Paulo, Brasil.
 - (2) Cryptogamic Section, "Instituto de Botânica do Estado". São Paulo, Brazil.
 - (3) Research Fellow of I.N.T.I., Buenos Aires, Argentina.
 - (4) Research Fellow of "Fundação de Amparo à Pesquisa", São Paulo, Brazil.

Scinaia, *Coelothrix*, *Herposiphonia* and *Gracilariopsis*. From the last mentioned genus was found its type species and is a plant very common in the region. Abundant reproductive material, both sexual and tetrasporic, was found. Very interesting also is the finding of *Gelidiella tenuissima*, an European plant obtained by dredging in the region and also found growing in the intertidal zone. This species was recently found in Puerto Rico (Blomquist and Almodovar, 1961).

2. SYSTEMATIC ACCOUNT.

Scinaia complanata (Collins) Cotton

References: Börgesen 1916, p. 85-88, figs. 93-94; Collins & Hervey 1917, p. 101; Setchell 1917, p. 100-102, pl. 11, figs. 19-22; Taylor 1928, p. 141, pl. 21, fig. 19; Taylor 1960, p. 333-334, pl. 42, fig. 3.

Plate I, figs. 1-5.

Plants up to 3 cm high, showing a pale rosy-red colour when alive, repeatedly closely dichotomous branched (fig. 1) fixed by a small roundish holdfast. The thallus is hollow and has a diameter varying from 1,5 to 3 mm and is complanate. At the surface a continuous layer of varying size, polygonal cells are closely set forming an epidermal covering of the thallus (fig. 3). Immediately below are located small groups of much smaller cells (fig. 4), that had its origin in the central strands of filaments. These cells have a varying size being with and irregular to somewhat roundish outline (fig. 4). A cross section of the thallus shows the epidermal cells as a very regular covering. These cells have a somewhat square outline in section (fig. 5). Cystocarpic plants (fig. 2) were also found. Our plants agree very well with the figures given by Setchell (Setchell, l. c., pl. 11, figs. 19-22) and by Börgesen (Börgesen, l. c., fig. 94). This plant is a rare one in the region. A few plants were collected in very restricted points only three times and it was found with cystocarps during the month of January. The refe-

rence of Möbius, (Möbius, 1890, p. 1078-1079), is of *S. furcellata* (Turner) Bivona, but, as suggested by Taylor (Taylor 1960, p. 334), probably all American plants are to be referred to *S. complanata* (Collins) Cotton. This reference was not included in Taylor's book (Taylor 1960) on the tropical algae of the American Atlantic.

Gelidiella tenuissima Feldmann et Hamel

References: Feldmann et Hamel 1936, p. 226-228, figs. 11-12;
Feldmann et Hamel 1934, p. 534, figs. 1-2 (under
G. pannosa (Bornet) Feldmann et Hamel).

Plate II, figures 1-4.

Plants minute, measuring 1,5-2 mm high, having a prostrate cylindrical portion, fixed to the substratum by numerous tufts of rhizoids (fig. 1). From this decumbent portion, several erect branches arise. These have a diameter varying from 60 to 75 μ . Structurally the erect portion is composed of cells of approximately the same size (fig. 2) being the externally placed disposed in a regular fation. They form transverse rows (fig. 3). The stichidia are placed at the upper free portion of the erect branches (fig. 1). They are slightly swollen and produce the sporangia in two regular rows (fig. 4). The young stichidia measure 136 μ long and have a diameter of about 58 μ . The older ones are up to 526 μ long and have a diameter of 78 μ . Only tetrasporic plants were found. The measures given above are in good accordance with the ones given by Feldmann et Hamel (Feldmann et Hamel 1936, p. 228). The only differences being the size of the stichidia. Our plant has a larger size stichidium as compared with the european ones. This is the first report of the species in the American South Atlantic. This plant was collected once and came from 10 m deep dredging. It was found with tetraspores in the month of February.

Arthrocardia gardneri Manza

References: Manza 1937, p. 568; Manza 1940, p. 286-287.

Text fig. 1, Plate II, figs. 5-8.

Plants growing in tufts measuring up to 5-7 cm high (Photo 1). The plants have a distinctive brick-red colour when alive. The thallus is formed by a succession of flattened, calcified segments (genicula) (fig. 5), joined together by the non calcified central strand of filaments (intergenicula) (fig. 6). The segments have a varying form and size. Most of them are distinctly longer than broad, measuring up to 3-4 mm long. The way of branching is very characteristic, the lower and the upper segments can branch di- or trichotomously in one plane.



The branched segment has a distinct cuneiform shape, being the upper portion at least two times broader than its base (fig. 5). The fertile plants bear conceptacula at the upper median larger portion

of the segments (fig. 7). The fertile plants are also much more branched than the sterile ones. Each conceptaculum bears a terminal pore and produces 5 to 6 large tetrasporangia (fig. 7). These are distinctly spindle shaped (fig. 8) being regularly transversely zonate. The plant was found with the tetrasporangia in the month of August.

This is the first reference of the occurrence of this species outside South Africa since its description by Manza in 1937. The plant is very characteristic and was compared with a photograph of the type taken by Prof. Wm. R. Taylor in 1952, from material borrowed from the University of California through the kindness of Prof. G. Papenfuss.

Gracilariopsis sjoestedtii (Kylin) Dawson

References: Dawson 1949, p. 40-42, pl. 15, fig. 10, pl. 16, figs. 5-8, pl. 17, figs. 1-9, pl. 18, fig. 4; Doty 1947, p. 178; Taylor 1960, p. 445 (as *Gracilaria sjoestedtii* Kylin).

Plate III, figs. 1-4.

Plants up to 19 cm high (usually 10-15 cm) with a distinct rosy-red colour when alive, growing isolated or in tufts. They are usually fixed in rocks or pebbles covered with sand in shallow water. The plant is abundantly ramified, specially at the upper portions where several short branches arise unilaterally giving a peculiar appearance to the plant (fig. 1). All branches are cylindrical or in some places a little flattened and all of them are distinctly constricted at the base. A cross section made at 2 cm above the holdfast shows the central portion to be composed of large roundish cells covered with smaller cells towards the periphery (fig. 2). The cortical portion is formed by numerous small roundish cells rich in chromatophores (fig. 2). The cystocarps are a very prominent feature when mature. They form conspicuous round swellings at the upper portions of the thallus. A median longitudinal section of a mature systocarp shows a distinct pore and the mass of gonimoblasts at the center (fig. 3). The carpospores are formed in distinct rows at the surface of the

gonimoblasts. The pericarp wall is thick and as one can see from fig. 3, no nutritive filaments develop from the gonimoblasts to the wall of the cystocarp (fig. 3). Tetrasporic plants were also found. The tetrasporangia are cruciately divided (fig. 4) and are found in the cortical region. The tetrasporangia measure up to 31μ long. This is the first reference of the occurrence of the genus and species in the South Atlantic. It was found with cystocarps in the months of January and July and with tetrasporangia during the month of March.

The plant is very common in the region under survey. The senior author wishes to acknowledge Dr. E. Yale Dawson for the identification of this species, when a few years ago he visited us.

Coelothrix irregularis (Harvey) Börgesen

References: Börgesen 1920, p. 389, figs. 373-374; Taylor 1928, p. 160, pl. 22, fig. 19, pl. 23, fig. 18; Taylor 1960, p. 488-489, pl. 45, fig. 3, pl. 46, fig. 4; Harvey 1853, p. 156 (under *Cordylecladia* ? *irregularis* Harvey); Collins & Hervey 1917, p. 113 (under *Cordylecladia rigens* (C. Agardh) Collins & Hervey).

Plate IV, figs. 1-4.

Plants small, growing in dense interwoven cushions over tufts of articulated corralines (fig. 1). The plant shows a rosy colour when alive. The axes are cylindrical and irregularly branched showing frequent anastomoses between neighbouring branches (fig. 1). The branches are hollow in its greatest portion, but in certain places the cavity is completely filled by cells (fig. 2). Numerous small cells with a denser content are formed facing the internal cavity (figs. 2-3). These are the so-called "glandular cells". These are approximately of the same size, measuring usually $12 \times 10\mu$. The cavity is traversed by numerous longitudinally placed thin filaments whose cells can have a diameter of 5μ and being 72μ long (fig. 2). Seen from the surface the thallus has large and small cells interspersed (fig. 4). The larger cells can have a size up to 24μ in diameter and the smaller ones from

9,6 to $4,8\mu$. The plant was once found in the month of August and it was sterile. This is the first reference of the occurrence of this genus and species outside the Caribbean area.

Dorhniella antillarum (Taylor) Feldmann-Mazoyer var. *brasiliensis*
Joly and Ugadim n. var.

References: (for the species)

Feldmann-Mazoyer 1940, p. 433; Taylor 1960, p. 501-502, pl. 65, fig. 1; Taylor and Arndt 1933, p. 659-660, figs. 1-10 (under *Actinothamnion antillarum*).

Plate V, figs. 1-4.

Plants small, filamentous, 5-7 mm high, very delicate, growing in tufts upon colonies of a hydrozoan or epiphytically upon other algae, showing a rosy-red colour when alive. They have a prostrate, uniseriate portion, that bears on the dorsal side from each node, either short determinate branches or long indeterminate ones, and are fixed to the substratum by two-celled rhizoids (fig. 3). These short branches, found upon the decumbent axis, have the same structure as the ones found on the erect indeterminate axis. The prostrate portion has a diameter varying from $30-61\mu$ and the segments measure from $120-150\mu$ long. The rhizoids are produced in a very peculiar way, instead of being cut from the segments of the decumbent axis, they are formed by the short basal cell of the determinate branches (figs. 3,4). They have a diameter varying from 12.2 up to 18.3μ . The uniseriate indeterminate erect branches are beset with spirally placed short laterals, and they also can bear one or two branches similar to the main ones. The determinate short branches are formed by 5 up to 12 cells and are produced at the distal portion of the cells of the main axis. They have at their base from two to three small cells (fig. 1). These cells have a diameter of 9μ . The erect axis has a diameter varying from 21 up to 48.8μ and the segments are from 60 to 150μ long. The diameter of the short laterals varies from 9 up to 21μ . The upper cells of the short laterals

can bear from one, rarely two, papilliform cells each, at their distal portion, usually on the outside of the branch (fig. 1), or they can be entirely suppressed in certain branchlets (fig. 1). These papilliform cells, when developed, have a size varying from $7.2 - 12\mu$ long and a diameter ranging from $6-9\mu$. The tetrasporangia are a very distinctive structure on the delicate thallus. They are produced on the segment of the erect axis that already has a normal short branch (fig. 2) and are born on a one-celled stalk (fig. 2). The mature tetrasporangia are 42.7μ long and have a diameter of 36.6μ . This plant belongs unquestionably to the genus *Dorhniella* and it comes very near to *D. antillarum* (Taylor) Feldmann-Mazoyer rather than to *D. neapolitana* Funk, but it is not, as can be judged by the drawings, the same plant as the one described by Taylor (Taylor & Arndt 1933, p. 659). Taylor's species is a very beautiful and delicate plant with the regular branching and the well developed papiliform cells at the upper portions of each lateral branch. In our material, though the papiliform cells are present, they never occur so regularly or in the way pictured by Taylor. And as one thinks of the enormous geographical distance between the two records, it is almost natural, that our material should be different. The Brazilian plants being tetrasporangial — and Taylor's species was never found in reproduction — were only found once; so nothing can be said about similarities of reproduction.

The tetrasporangia are for the first time described in this species. They occupy the same position as the tetrasporangia of *D. neapolitana* Funk figured by Feldmann-Mazoyer (Feldmann-Mazoyer 1940, fig. 170 a, b).

D. antillarum (Taylor) Feldmann-Mazoyer var. *brasiliensis* Joly and Ugadim n. var.

A typo difert statura minore nec non cellulis papiliformibus parce evolutis et irregulariter distributis atque tetrasporangiis magrioribus lateraliter dispositis.

Taenioma perpusillum J. Agardh

References: Papenfuss, 1944, pls. 23-24; Tseng 1944, p. 223, pl. 25, figs. 1-6; Dawson 1944, p. 324; Taylor 1960, p. 549; Dawson 1962, p. 82-83, pl. 37, fig. 1.

Plate VI, figs. 1-4.

Plants minute, measuring up to 3.6 mm high, very delicate, composed of a decumbent portion fixed to the substratum by rhizoids and with erect branches (fig. 1). These are of two types, indeterminate with indefinite growth that can send out similar branches and bear also flat determinate branches with limited growth (fig. 1). These end characteristically by 3 long hairs (fig. 2). Sometimes certain branches can end by two hairs as can be seen in the drawing presented in fig. 1. The decumbent axis has 4 pericentrals and have a diameter varying from 186μ up to 510μ . The rhizoids are very robust and have a diameter varying from 30μ up to 120μ . They are formed by a single cell and are produced directly by a pericentral cell. The erect indeterminate, cylindrical branches which have commonly 4 pericentrals, have a diameter varying from 90μ to 165μ . The flat determinate branches on the other hand have a width varying from 75μ up to 105μ and they are up to 900μ long. Cystocarpic plants were collected. A mature cystocarp is a large structure for so delicate a plant; it has the form of a pear and is sessile upon the cylindrical erect branch (fig. 3). They show a variation in size ranging from 450 to 750μ long and with a width varying from 225μ to 375μ at its broadest basal portion. The numerous carpospores measure usually $30 \times 30\mu$. Male plants with mature antheridial stands were also found (fig. 2). These are produced by the entire transformation of the flat determinate branch. The only cells to remain vegetative in this structure are the ones found on the terminal hairs, the central cells and the cells at the periphery on both sides. The antheridial stands measure from 900 - 1200μ long and have a diameter of about 300 - 360μ . The spermatia have a diameter of 2.4μ up to 4.8μ . Plants bearing tetraspores were also found (fig. 4). The tetrasporangia are produced in an acropetal succession on the flat determinate branches, which are then transformed into stichidia (fig. 4). The tetrasporangia are tetrahedrally divided and placed in two vertical rows:

The stichidium measures from 345-750 μ long and has a diameter varying from 75-120 μ . A mature tetrasporangium measures from 37.5 up to 90 μ . As one can see from the measures given above, the Brazilian plants are in the whole more robust than the Caribbean, Pacific or African ones. This is the first reference of the occurrence of this peculiar genus and species in the American South Atlantic. The plant was found with cystocarps, spermatangia and tetraspores in the months of January and March.

Taenioma macrourum Thuret

References: Falkenberg 1901, T. 15, figs. 21-29; Tseng 1944, p. 224, fig. 1; Taylor 1960, p. 548; Collins & Hervey 1917, p. 117 (as *T. perpusillum* J. Agardh); Börgesen 1919, p. 338-341, fig. 337 (as *T. perpusillum* J. Agardh).

Plate VII, figs. 1-5.

Plants minute, very delicate, growing on rocks in dense tufts, having a size of about 3mm high. This plant has a decumbent axis from which erect indeterminate branches arise (fig. 1). These in turn can branch similarly and also produce flat determinate branches (fig. 2). The rhizomatic portion has 4 pericentrals with a diameter varying from 90 μ to 180 μ ; it is fixed to the substratum by numerous strong rhizoids which have a diameter varying from 45 μ to 75 μ . The cylindrical indeterminate branches have usually 4 pericentrals and a diameter varying from 75 μ to 150 μ . The flat determinate branches are much longer than broad. They measure from 375 μ up to 805 μ long and with a uniform diameter of 75 μ . As in *T. perpusillum* the mature flat determinate branch ends with long hairs. In this species, however, there are only two apical cells that later give rise to two long hairs at the distal portion of the flat branch. Cystocarpic plants were collected (fig. 3). A mature cystocarp is found sessile over the erect cylindrical branches. It has a flask shape and forms numerous carpospores. Near the apical pore the neck of the pericarp is slightly swollen (fig. 3). The cystocarp is a large structure in

this delicate plant; it measures up to 600μ long and at its broader base has a diameter of about 300μ . The carpospores measure from 30 to 45μ . Male plants with antheridial stands were also found (fig. 4). As in the preceding species, almost the entire flat branch is involved in the production of spermatia (fig. 4). The antheridial stands measure from $450\text{--}525\mu$ long and have a maximum diameter of 210μ . The spermatia commonly measure 2.4μ but can reach up to 3.6μ . Tetrasporic plants were also found. The tetrasporangia are produced in stichidia (fig. 5). These are formed by the transformation of a determinate flat branch and measures from 525μ up to 750μ long and with a diameter varying from 105μ to 150μ . The tetrasporangia are tetrahedrally divided and placed in two vertical rows. They measure from 30μ to 48μ . They are, as in *T. perpusillum* produced in an acropetal succession.

This plant was collected in a place very near where *Taenioma perpusillum* was found. This is the first reference of the occurrence of this species in the American South Atlantic. The plant was found with cystocarps and tetraspores in the month of January and March. In March we also found antheridial plants.

Herposiphonia secunda (C. Agardh) Ambronn

References: Falkenberg 1901, p. 307-11, T. 3, figs. 10-12;
Collins & Hervey 1917, p. 126; Harvey 1853, p. 35-36 (under *Polysiphonia secunda*); Börgesen 1918, figs. 288, 289; Börgesen 1920, p. 469-472, fig. 428; Taylor 1928, p. 176, pl. 25, figs. 8-10; Taylor 1960, p. 604, pl. 72, figs. 10-11.

Plate VIII, figs. 1-5.

Plants small, delicate, showing a deep red wine colour when alive, growing in dense tufts upon the shells of *Mytilus*. The plants have a prostrate axis fixed to the substratum by numerous one-celled rhizoids (fig. 1). These are produced at the distal end of certain pericentrals and terminate in a roundish attachment disc (fig. 2). From the dorsal side, every second or third segment produces an

erect branch of limited growth (figs. 1, 3). These are cylindrical and devoid of trichoblasts in our material. They have a varying number of pericentrals, from 7 to 10 being 8 the commonest (fig. 4). Near the growing point the prostrate portion has a diameter of 42μ , being the segments 23μ long and the diameter of older portions, up to 95μ , being each segment in this region about 72μ long. The erect short branches have a diameter varying from 28μ to 87μ from young and older portions respectively. The segments are from 49μ to 133μ long in the young and older portions, respectively. From certain segments, in between the erect ones, indeterminate branches are formed. These are not produced in a regular fashion, as is for instance in *H. tenella*. The cystocarps are produced in the erect branches (fig. 5). They are a roundish structure with a pore at the distal end and contains numerous carpospores. Cystocarpic plants were found in the month of August.

3. DISCUSSION

The above mentioned species, the majority belonging to the flora found in the Caribbean region, for the first time reported as occurring in Southern Brazil is of significance. The present paper brings the number of "characteristic" algae of the Caribbean region increasingly restricted. It is to be noted that the region under exploration is located at $23^{\circ} 30'$ Lat. S. near the southern limit of the typical tropical algae. On the other hand, certain elements of this flora are of another origin, as can be judged by the findings of *Arthrocardia gardneri* and *Gelidiella tenuissima*. The first mentioned species is a typical component of the South African algal flora. It is worth remembering that another species of this genus, *A. stephensonii* is a common inhabitant of the Southern Brazilian shores, besides *Levringia brasiliensis*, the only known species of this African genus, to be found outside Africa (Joly 1952).

4. ACKNOWLEDGEMENTS

The senior author is very indebted to the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" for a grant to support research

in the region. We are also grateful to Dr. Edmundo F. Nonato, chief biologist, "Base Norte", Oceanographic Institute of the Univ. of São Paulo, for working facilities in the field. To Mr. O. Campiglia, director of the "Serviço de Documentação e Microfilmes" of the Univ. of São Paulo, for invaluable help concerning certain microfilms, photographic reproductions and the photo that illustrate this paper. To Dr. C. T. Rizzini we want to acknowledge the Latin diagnose. We are also very indebted to Dr. John H. Thomas, Editor of *Madroño* who kindly supplied a photographic copy of Tseng's paper.

5. SUMMARY

The present paper gave notice of the occurrence of certain genera and species of marine algae for the first time found in the American South Atlantic area. Detailed description of the Brazilian material enables comparison with the plants known in other regions. A plant believed to be a variety new to science is described herein.

6. RESUMO

O presente trabalho relata o encontro pela primeira vez na costa atlântica sulamericana de alguns gêneros e várias espécies de algas marinhas conhecidas anteriormente da região caraílica, da África e da Europa somente. E' apresentada uma detalhada descrição em cada caso, comparando-se nossas plantas com as anteriormente conhecidas, ressaltando-se as diferenças peculiares ao nosso material. Cada espécie é ilustrada por vários desenhos. Apresenta-se a descrição de uma variedade nova para a Ciência.

7. REFERENCES

- 1 — BÖRGESSEN, F. 1916. The marine algae of the Danish West Indies. III. Rhodophyceae (2). *Dansk Bot. Arkiv* 3 (1b): 81-144.
- 2 — BÖRGESSEN, F. 1918. The marine algae of the Danish West Indies. IV. Rhodophyceae (4). *Dansk Bot. Arkiv* 3 (1d): 241-304.
- 3 — BÖRGESSEN, F. 1919. The marine algae of the Danish West Indies. IV. Rhodophyceae (5). *Dansk Bot. Arkiv* 3 (1e): 305-368.
- 4 — BÖRGESSEN, F. 1920. The marine algae of the Danish West Indies. III. Rhodophyceae (6). *Dansk Bot. Arkiv* 3 (1f): 369-498.

- 5 — COLLINS, F. S. and A. B. HERVEY 1917 The algae of Bermuda. Proc. Amer. Acad. Arts & Sciences LIII (1): 1-195 (incl. 6 pls.).
- 6 — DAWSON, E. Y. 1944. The marine algae of the gulf of California. Allan Hancock Pacific Expeditions 3 (10): 189-464 (incl. 77 pls.)
- 7 — DAWSON, E. Y. 1949. Studies of Northeast Pacific Gracilariaceae. Allan Hancock Foundation Publ. Ocas. Paper N.º 7: 1-105 (incl. 25 pls.). Los Angeles.
- 8 — DOTY, M. S. 1947. The marine algae of Oregon. Rhodophyta II. Farlowia 3 (2): 159-215 (incl. 4 pls.).
- 9 — FALKENBERG, P. 1901. Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie 25: 1-754 + 24 T.
- 10 — FELDMANN, J. & G. HAMEL 1934. Observations sur quelques Gélidiacées. Rev. Gen. Bot. 46: 528-549.
- 11 — FELDMANN, J. & G. HAMEL 1936. Floridées de France VII. Revue Algol. 9: 209-264 + pls. 2-6.
- 12 — FELDMANN-MAZOYER, G. 1940. Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée Occidentale: 1-510 + 4 pls. Alger.
- 13 — HARVEY, Wm. H. 1853. Nereis Boreali Americana. II. Rhodospermeae: 1-258 + 25 pls. Washington.
- 14 — JOLY, A. B. 1952. Re-discovery of *Mesogloea brasiliensis* Montagne. Bol. Inst. Ocean. Univ. São Paulo III (1, 2): 39-47 (incl. 1 pl.).
- 15 — JOLY, A. B. 1957 Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. Bol. Fac. Fil. Ciências e Letras U.S.P 217 Botânica 14: 1-199 + XIX pr. + 1 mapa.
- 16 — JOLY, A. B. and M. CORDEIRO 1962. Additions to the marine flora of Brazil II. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let., Univ. São Paulo 257. Botânica 18: 223-228 + pl. I-IV
- 17 — MANZA, A. 1937. New species of articulated corallines from South Africa. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 23: 568-572.
- 18 — MANZA, A. 1940. A revision of the genera of articulated corallines. Philip. Journ. Science 71 (3): 239-316 + pl. 1-20.
- 19 — MÖBIUS, M. 1890. Algae Brasiliensis a cl. Dr. Glaziou collectae. Notarisia 5: 1065-1090. Pl. 1.
- 20 — SETCHELL, Wm. A. 1917 The *Scinaia* assemblage. Univ. Calif. Public. in Bot. 6 (5): 79-152 + pls. 10-16.
- 21 — TAYLOR, Wm. R. 1928. The marine algae of Florida with special reference to the Dry Tortugas. XXV + 1-219 (incl. 37 pls.). Washington.

- 22 — TAYLOR, Wm. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and sub-tropical coasts of the Americas. XXI + 1-870 (incl. 80 pls.). Ann Arbor.
- 23 — TAYLOR, Wm. R. and C. H. ARNDT 1933. The marine algae of the southwestern peninsula of Hispaniola. Amer. Journ. Bot. 16: 651-662.
- 24 — TSENG, C. K. 1944. Notes on the algal genus *Taenioma*. Madroño 7: 215-226.

PLATE I

Scinaia complanata

- Fig. 1 — Habitus.
- Fig. 2 — Detail of the upper dichotomies of a cystocarpic plant.
- Fig. 3 — Superficial cells seen from above.
- Fig. 4 — Surface cells and adjacent filaments seen from inside the thallus cavity.
- Fig. 5 — Cross section of the thallus, showing the continuous cortical layer and the external portion of the filaments.

All drawings from formalin preserved material.

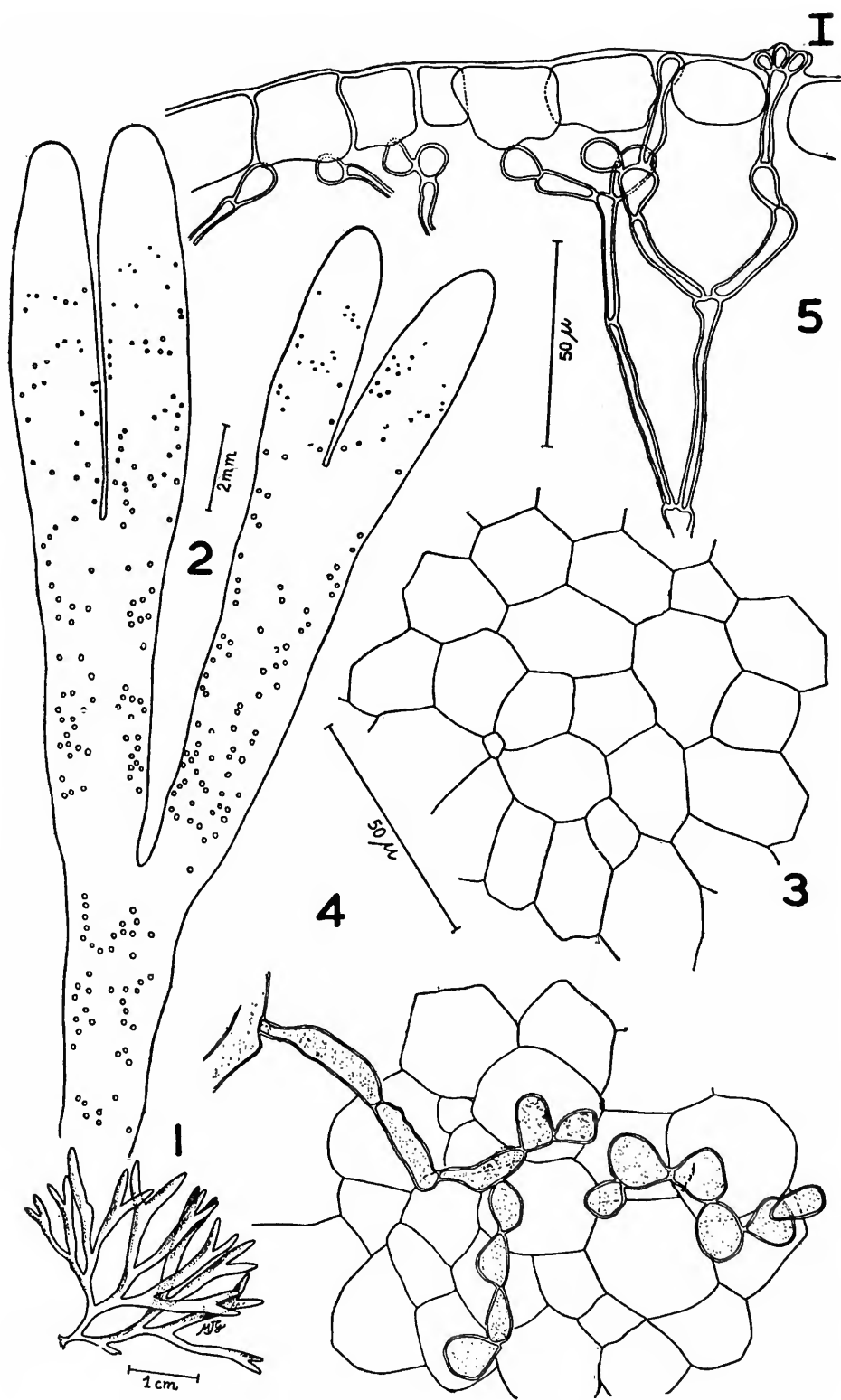


PLATE II

Gelidiella tenuissima

- Fig. 1 — Habitus of a portion dissected from a tuft. Note a young stichidium on the left side.
- Fig. 2 — Cross section of an adult thallus.
- Fig. 3 — Surface view of a portion of an erect thallus. Note the regularly placed cells.
- Fig. 4 — A mature stichidium.

Arthrocardia gardneri

- Fig. 5 — Upper portion of a vigorously growing plant.
- Fig. 6 — Cells of the node.
- Fig. 7 — Detail showing tetrasporic conceptacles.
- Fig. 8 — A mature tetrasporangia.

All drawings from formalin preserved material. Figs. 6, 7, 8 obtained from decalcified material.

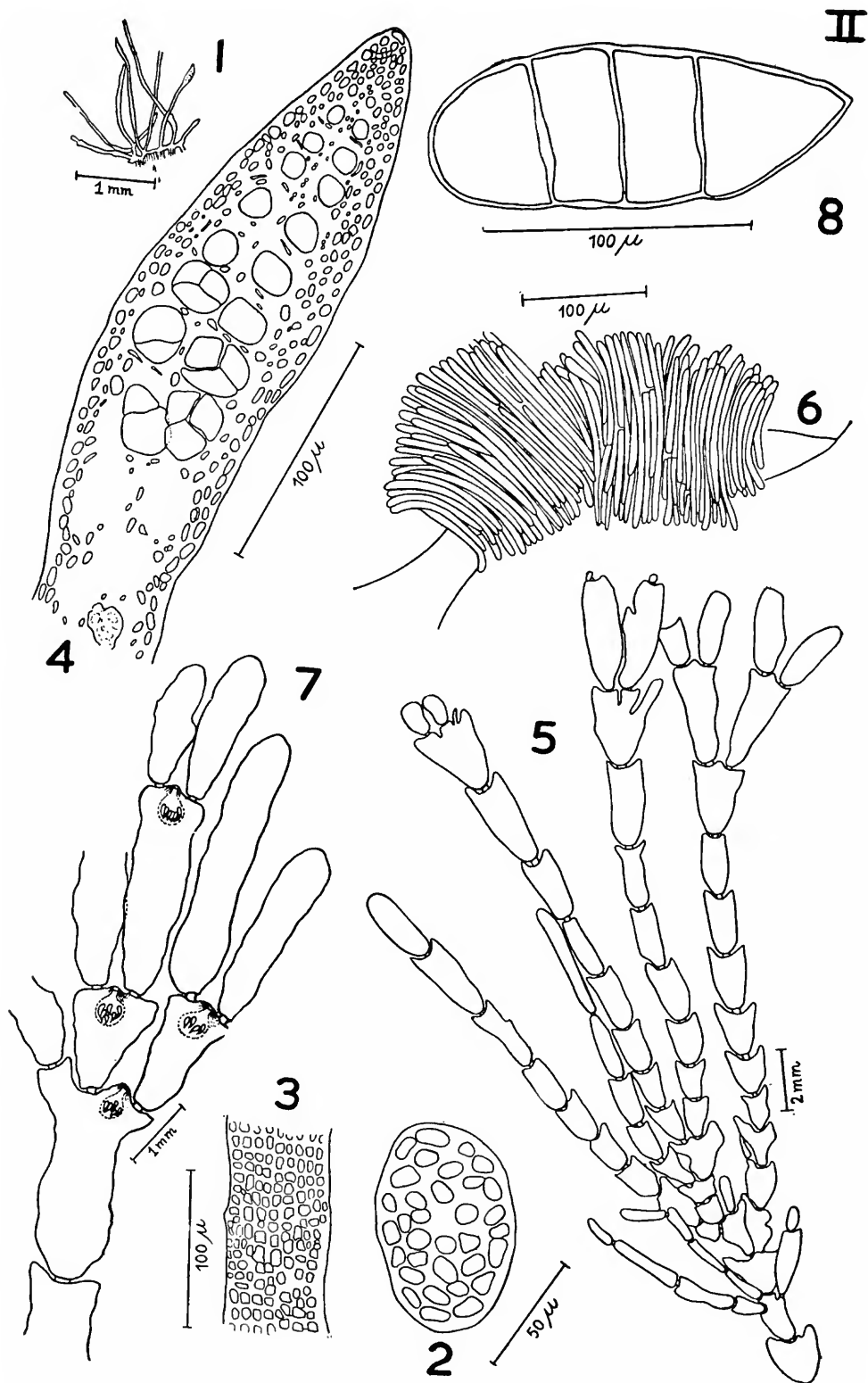


PLATE III

Gracilariopsis sjoestedtii

Fig. 1 — Habitus of a sterile specimen.

Fig. 2 — Part of a cross section of the thallus.

Fig. 3 — Longitudinal median section of a cystocarp. Note the absence of nutritive filaments between pericarp wall and the mass of carpospores.

Fig. 4 — Part of a cross section of a tetrasporic plant.

All drawings from formalin preserved material, except Fig. 2 made from living material.

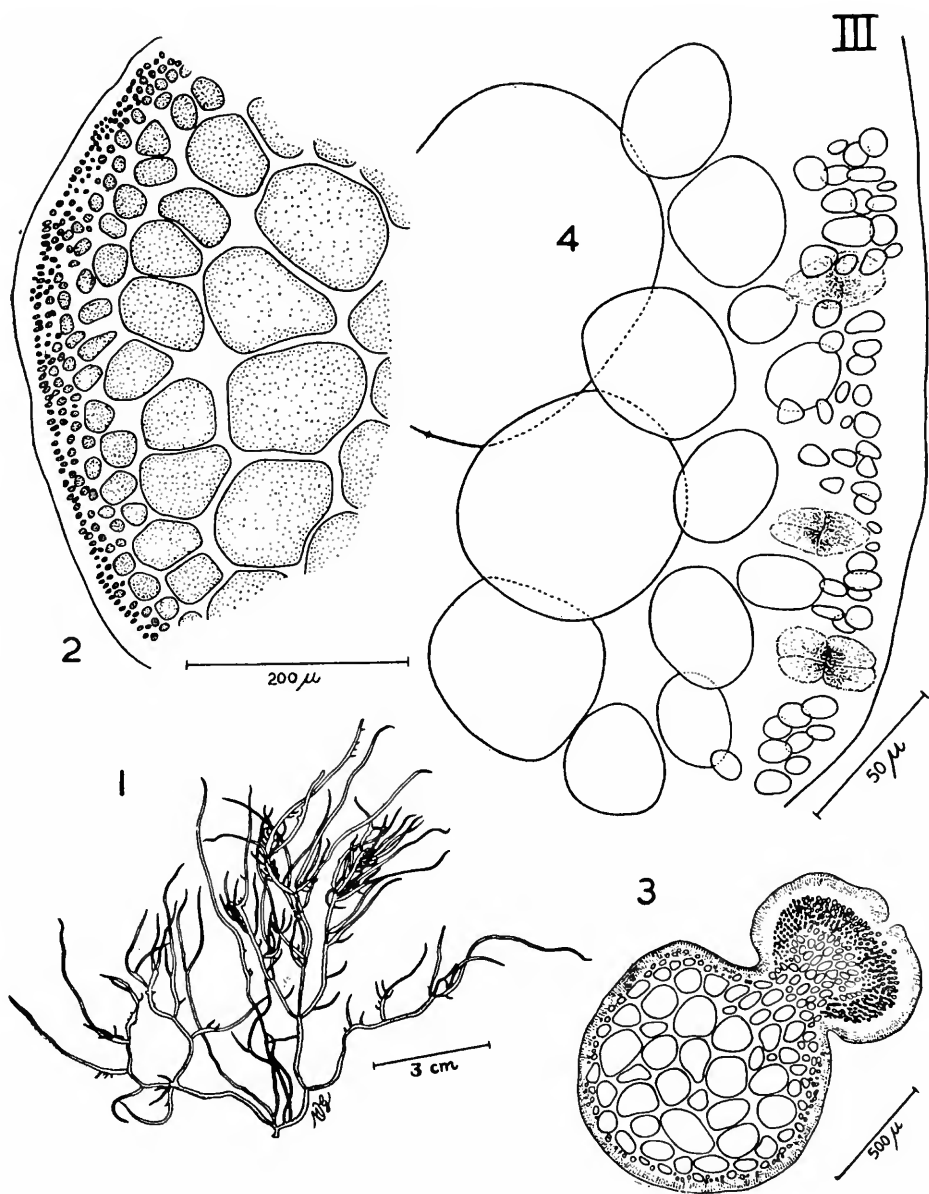


PLATE IV

Coelothrix irregularis

- Fig. 1 — Habitus of a portion dissected from a tuft. Note several anastomosing branches.
- Fig. 2 — Part of a longitudinal section of the thallus showing many "gland" cells projecting inside the interior cavity.
- Fig. 3 — Part of a cross section of the thallus.
- Fig. 4 — Surface view of the cortical cells. Note large and smaller cells interspersed.

All drawings from formalin preserved material.

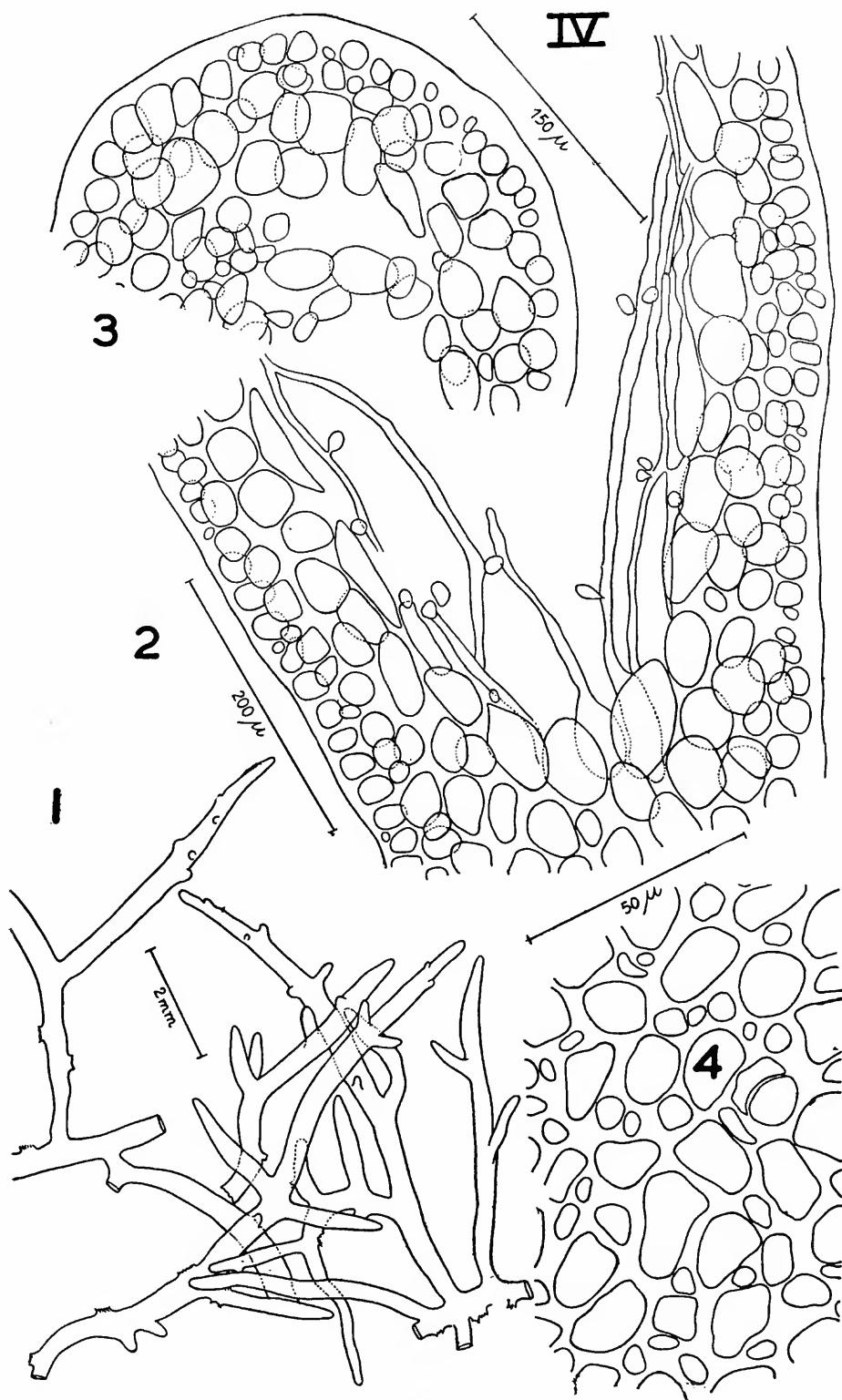


PLATE V

Dorhniella antillarum var. *brasiliensis* n. var.

- Fig. 1 — Upper portion of an erect axis.
- Fig. 2 — Detail showing tetrahedrally divided tetrasporangia born on a special short branch at the same segment that already has a sterile branch.
- Fig. 3 — Detail of the proximal cells of the erect axis, showing the basal cells of the short laterals giving rise to rhizoids.
- Fig. 4 — A rhizoidal branch from the prostrate axis.
- All drawings from formalin preserved material.

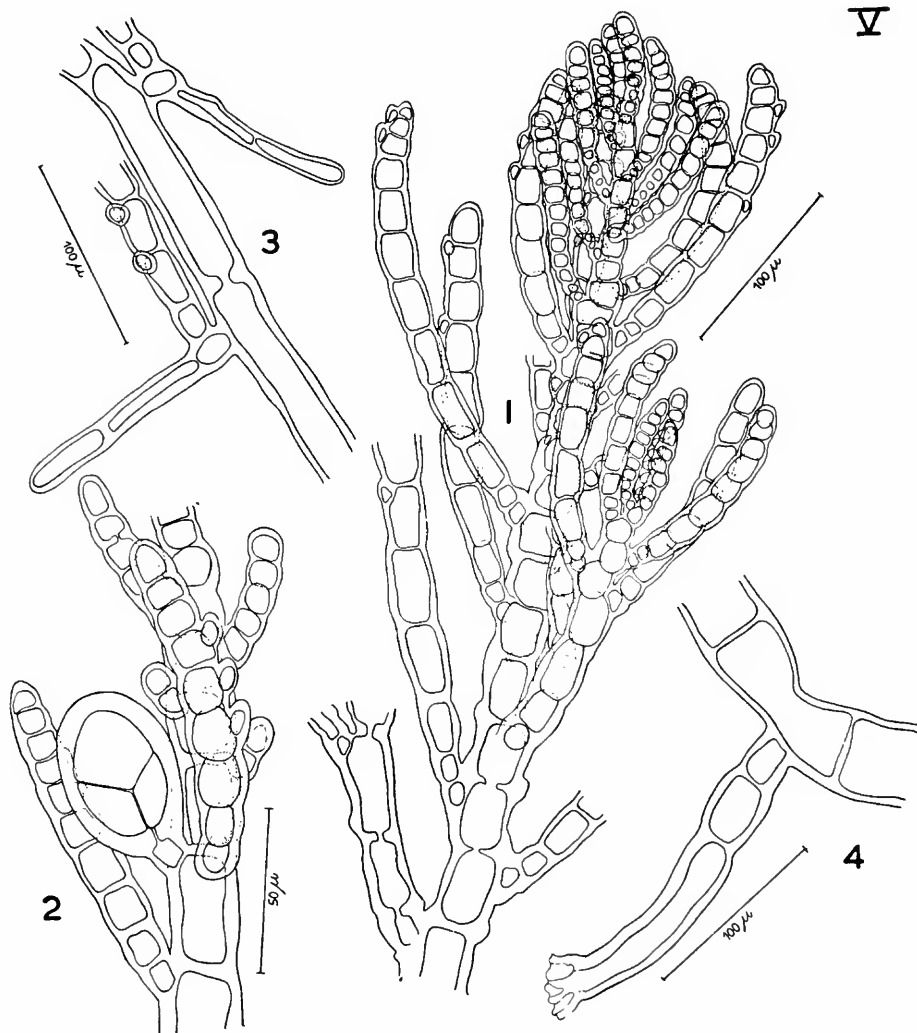


PLATE VI

Taenioma perpusillum

Fig. 1 — Habitus of part of a plant.

Fig. 2 — Detail of an antheridial branch.

Fig. 3 — Detail of a mature cystocarp.

Fig. 4 — Detail of a mature stichidium.

All drawings from formalin preserved material.

VI

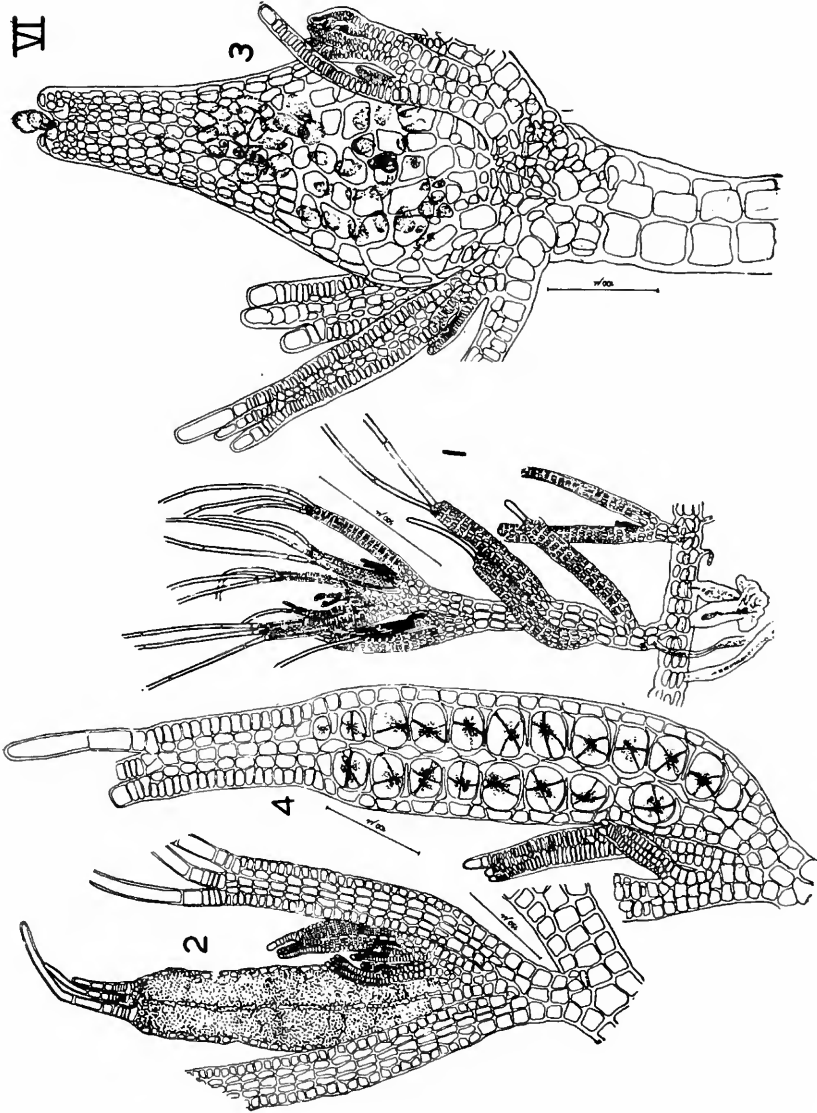


PLATE VII

Taenioma macrourum

Fig. 1 — Habitus of a portion of a plant.

Fig. 2 — Detail of a growing apex.

Fig. 3 — A mature cystocarp.

Fig. 4 — Detail of an antheridial branch.

Fig. 5 — Detail of a mature stichidium.

All drawings from formalin preserved material.

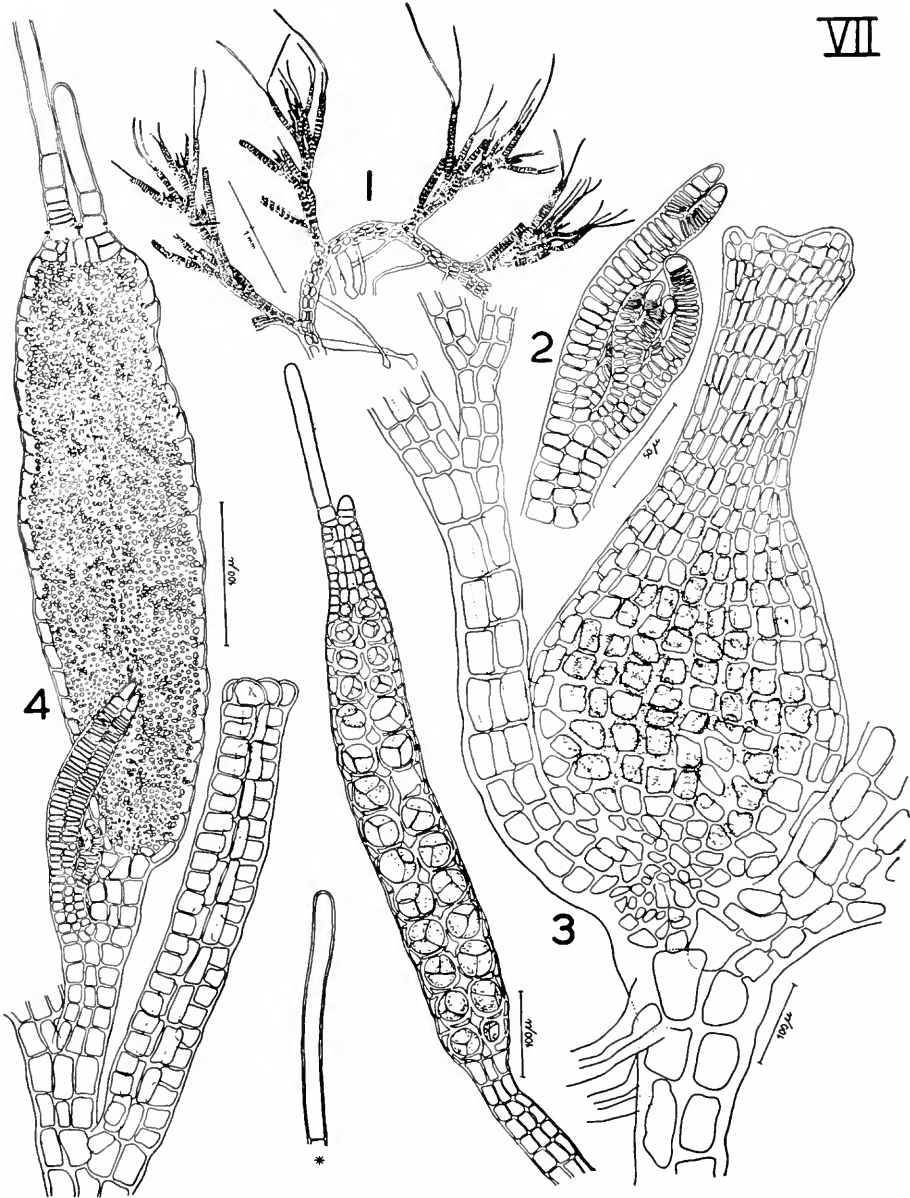
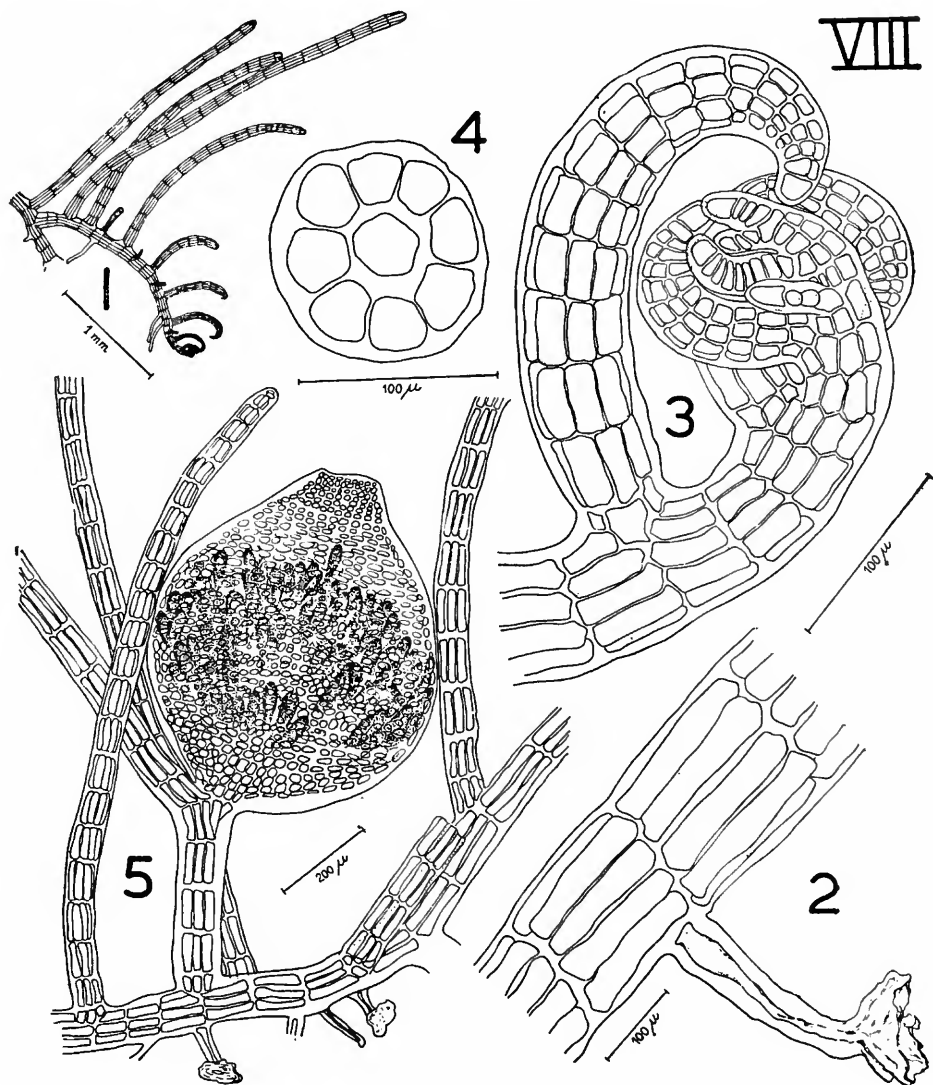


PLATE VIII

Herposiphonia tenella

- Fig. 1 — Habitus of a portion of a plant.
 - Fig. 2 — Detail of a rhizoid from the decumbent axis.
 - Fig. 3 — Growing apex of the decumbent portion.
 - Fig. 4 — Cross section of the decumbent axis.
 - Fig. 5 — Detail of a mature cystocarp.
- All drawings from formalin preserved material.



NOTE ON THE OCCURRENCE OF ONE SPECIES OF
CERAMIELLA (RHODOPHYTA) IN THE AMERICAN
SOUTH ATLANTIC

A. B. JOLY and Y. UGADIM

*NOTE ON THE OCCURRENCE OF ONE SPECIES OF
CERAMIELLA (RHODOPHYTA) IN THE AMERICAN
SOUTH ATLANTIC*

A. B. JOLY¹ and Y. UGADIM²

1. INTRODUCTION

When examining a collection of marine algae recently obtained, our attention was called by a very delicate plant growing mixed in tufts formed by *Taenioma perpusillum* J. Agardh, *Gelidiella tenuissima* Feldmann et Hamel and *Jania adhaerens* Lamouroux. At first it was supposed to be a species of *Centroceras*, but a closer examination led to the conclusion that it was a representative of *Ceramiella*, the last genus created by the great Danish phycologist F. Børgesen.

We were very surprised to learn that all the species Børgesen ascribed to his new genus were inhabitants of the Indo-Pacific region (Børgesen 1953) and we were also reluctant to give this same generic treatment to a Southern Brazilian plant. At last it was decided to describe it as another species which we believe is new to Science.

2. DESCRIPTION

Ceramiella atlantica sp. n.

Plates I, II

Plantae minutae usque ad 0,5 cm altitudine, dense caespitosae, ex axe repente ad substratum rhizoidibus ramisque erectis adfixo constitutae, cellula apicali magna crescentes. Axes modo repentes modo erecti e serie unica cellularum centralium magnarum superstructi; hae cellulae pseudo-cortice e cellulis parvis in series longitu-

(1) Dept. of Botany, Univ. of S. Paulo, Brazil.

(2) Research Fellow of the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo", São Paulo, Brazil.

dinales ac transversales dispositis obtectae. Corticatio perfecta praeter angustam fasciam supra nodum. Cellulae pericentrales semper 6 ad ramis sterilibus et ad 8 usque in ramis fertilibus. Rhizoides elongati, uni vel pluricellulares, in discum multicellularem terminantes, e cellulis pericentralibus orti, 528μ longi, $20-33\mu$ diametro. Axes repentes $132-165\mu$ diametro. Rami endogeni. Rami erecti $112-118\mu$ diametro, sursum versus verticillis pilorum hyalinorum instructi, elongatis, e cellulis corticalibus nodorum oriundis. Tetrasporangia ad apicem ramorum specialium nascentia, stichidiis verticillatis. Rami fertiles evidenter inflati, $175-200\mu$ diametro, $750-1000\mu$ longi. Tetrasporangia immersa, e cellulis pericentralibus orti ad nodos, maturitate $33-39,6\mu$ diametro. Exemplaria sexus exhibentia desunt.

Locus typi — Praia do Sul, Ilha Anchieta. Município de Ubatuba. Estado de São Paulo — Brasil. Super saxa viget juxta mari, in caespitibus cum *Taenioma*, *Gelidiella* et *Jania* consociatus.

Typus speciei — Herbário Fac. Filosofia, Ciências e Letras, Univ. S. Paulo (FSP) Isotypus in Univ. Michigan, Univ. California, Univ. Paris.

Plants up to 0,5 cm high, with a decumbent axis fixed to the substratum by means of unicellular or few celled rhizoids, from which erect branches arise (fig. 1). These are seldomly ramified (fig. 1). The decumbent portions as well as the erect ones are formed by the succession of very large central cells which in turn are covered by dense, regularly disposed cortical cells (figs. 2, 3, 4). The growing apex (fig. 5) shows a very large apical cell which cuts off transversely successive segments from which the cortex is later formed (fig. 5). The rhizoids are only formed at the nodes (figs. 6, 9) and they are produced exclusively by the pericentral cells. Each pericentral, on the lower side of the prostrate axis, forms one rhizoid (figs. 6, 9). They have a diameter ranging from 20 up to 33μ and are up to 528μ long. Some rhizoids remain unicellular and others may have two or more cells (fig. 8). They usually end by a somewhat lobed disc where a few small cells are seen (fig. 8). The prostrate axis has a diameter

varying from 132μ up to 165μ . The large central cells in this portion measure up to 183μ long. The cortical layer is composed of cells more or less regularly placed in longitudinal as well as transverse rows (figs. 2, 3). The cortex at the nodes is composed of somewhat smaller cells ($9.1 \times 9.1\mu$) as compared with the cells over the internodal region ($27.4 \times 9.1\mu$) (fig. 3). Also is to be seen at the distal portion of every internode a clear line separating evenly the cortication of the internodal region from the preceding node (figs. 2, 3). The entire segment (the region between two successive clear bands) in this prostrat axis measures up to 198μ long. At very irregular spacing erect branches arise (figs. 1, 2, 8). These are produced directly by the distal end of the central cell at the branching node. This way of producing a branch is usually referred to as "endogenous" (figs. 2, 3, 6). At each node the central cell is covered primarily by pericentral cells (fig. 7). In this species the number of pericentrals in the vegetative parts is very constant. At every count we made it was found always 6 (fig. 7). They have a diameter ranging from 26μ up to 39μ . Certain plants showed a development of very long hyaline hairs (fig. 10) at the upper parts of the erect branches. These hairs are always formed by the surface cells at the nodes; they are up to 450μ long and have a diameter of 9.6μ at the base. At the older internodes the cortex becomes gradually two layered (fig. 14).

The erect branches measure up to 5 mm high and have a diameter almost uniform, varying from 112μ up to 118μ . The large central cells have a size up to 91.5μ long. The cortical cells at the nodes measure $12.2 \times 9.1\mu$ and at the internodes they measure $21.5 \times 9.1\mu$. The entire segment in this region measures from 112μ up to 231μ long.

The tetrasporangia are produced at the apex of certain erect branches. These at the fertile region have from 6 to 8 pericentrals and show a marked modification (figs. 1, 11). They are distinctly stichidia-like. The "stichidium" measures from 750μ up to 1 mm long and has a width varying from 175 to 200μ , that is to say more than twice the diameter of the vegetative portion of the erect branch. They also can bear at the nodes very long hyaline hairs (fig. 12). The tetrasporangia are tetrahedrally divided, and placed in verticils (figs. 11, 12, 13) of as much as eight per segment, though they only mature

5 at a time. The mature tetrasporangia have a diameter varying from 33 to 39.6μ . They are produced by the pericentral cells (figs. 12, 13) in a very characteristic way. They are cut laterally (respect the central cell) in between two adjoining pericentrals (figs. 12, 13).

The plant was found twice at "Praia do Sul, Ilha Anchieta", Municipality of Ubatuba, S. Paulo State, Brazil. It was growing on rocks intermingled with *Taenioma perpusillum*, *Jania adhaerens* and *Gelidiella tenuissima*, forming low cushions. It was found with tetrasporangia in the months of January and March.

5. DISCUSSION

This little plant is quite different from the known species of *Centroceras* or *Ceramium* species ascribed to this genus by Børjesen (Børjesen 1953, pp. 50-57). From *Ceramiella huysmansii* (Weber-van Bosse) Børjesen it differs mainly in its much smaller size, by its non spindle-shaped form of the fertile segments and by its much smaller size tetrasporangia, besides the stichidium-like structure of the fertile erect branches. Also it must be noted that in the present species there are to be found 6 pericentrals, that apparently were not shown by Børjesen in his drawing (Børjesen, l. c. fig. 19d) of *C. huysmansii* and the absence in this last mentioned species of the transverse bands, clear of cortication found in our material (figs. 3, 4).

From *Ceramium howei* Weber-van Bosse (Weber-van Bosse 1923, p. 323, fig. 116) which, in accordance with Børjesen's statement ought to be transferred to the genus *Ceramiella*, our species shows a remarkable resemblance but nevertheless has also some significant differences. For instance the central cells in our material are as much as thrice longer than broad as compared with: "Les cellules centrales de ces filements sont isodiamétrique ou un peu plus hautes que larges." (Weber-van Bosse l. c., p. 323). Another difference can be sought in the way the adventitious branches are formed in our material, by direct budding of the distal portion of a central cell as compared with: "...la ramification s'effectue par le développement des cellules subcorticales d'un anneau cortical." (Weber-van Bosse, l. c., p. 324). Also in our material the tetrasporangia are found only upon primary erect branches and not "...indifféremment au sommet

soit d'un rameau ordinaire, soit de courtes ramules latérales." (Weber-van Bosse, l. c., p. 324). The number of sporangia in each verticil in our material is less (usually 5 at a time) than the 8 to 10 found in *C. howei*.

The other species of *Ceramium* described by Mme. Weber-van Bosse and mentioned by Børgesen (Børgesen, l. c., p. 51): *C. cingulatum* Weber-van Bosse and *C. maryae* Weber-van Bosse, as belonging to the genus *Ceramiella*, are quite different from our species (Compare the descriptions and figures of the two above mentioned species in Weber-van Bosse, l. c., p. 332, figs. 123, 124 and p. 324, figs. 117-118, respectively).

There is another species of this group, also referred by Børgesen (l. c., p. 50) as belonging in the genus *Ceramiella*, *Centroceras bellum* Setchell and Gardner, which is different in several respects from our plant, as can be judged by the descriptions and figures (Setchell and Gardner, 1924, pp. 779-780, pl. 26, fig. 48, pl. 40c, pl. 78; Dawson 1962, p. 69, pl. 27, fig. 4, which is fig. 48 of Setchell and Gardner, 1924).

One character however, approaches our plant to the species described by Setchell and Gardner, viz. the interrupted cortication near the two nodes, producing a clear band across the frond. This peculiarity however showed by one of Setchell and Gardner's figures (Setchell and Gardner 1924, pl. 26, fig. 48) was not mentioned in the description of the plant, contrarywise it is stated: "Fronds... completely corticated..." and later on: "The complete cortication..." (Setchell and Gardner, l. c., p. 779).

We believe that the structure of the stichidium showed by this species is of significance in order to maintain Børgesen's concept of the genus *Ceramiella*. If one considers the sum of the various vegetative differences (already pointed out by Børgesen), between *Ceramium-Centroceras* on one side and *Ceramiella* (as understood by Børgesen) on the other, plus the organisation of the stichidium-like fertile branches of the present species it seems quite natural to maintain Børgesen's genus *Ceramiella*. It is also to be remembered that it is difficult to ascribe the present species with 6 to 8 pericentral cells to the genus *Centroceras*, if one considers that: "Ce genre (*Centroceras*) est extrêmement proche du genre *Ceramium* dont il

ne diffère que par la disposition régulière des cellules corticales de sa fronde e par le plus grand nombre de ses cellules péricentrales." (Feldmann-Mazoyer, 1940, p. 337) (The underlining is ours). On the other hand the regularly formed cortication is a distinctive character of the genus *Centroceras*, preventing the inclusion of the present species among the representatives of the genus *Ceramium*.

A major difference between our plant and the two above mentioned genera is found however in the way the tetrasporangia are produced. As is already known: "Les tétrasporanges des *Ceramium* peuvent être soit immergés, soit externes, selon qu'ils sont plus ou moins recouverts par les cellules corticales, au dépens desquelles ils naissent". (Feldmann-Mazoyer, l. c., p. 221). In the present species the sporangia are clearly cut off from the pericentral cells as is shown by our drawings.

If this also proves to be the case with the type species of the genus *Ceramiella*, there will be a need to amend the description of the family Ceramiaceae to conform with this new member, besides the known occurrence of stichidia in *Herpochondria* Falkenberg.

A very interesting point is that all the species mentioned by Børresen as belonging to the genus *Ceramiella* (including his type species) and also the present material are only known by its tetrasporic plants, being the sexual counterparts as yet unknown.

We want also to call attention to the plant described by Mme. Weber-van Bosse as *Corallophila kleiwegii* Weber-van Bosse (1923, pp. 339-340, figs. 129-130) which shows certain similarities to our material. For instance the localization of the tetrasporangia in clearly defined stichidia. It is also to be noted certain superficial resemblance to our plant regarding the cortex in the adult parts. Apparently in *Corallophila* the clear band across the axis is found exactly at the nodes because: "Les files corticales descendent et se divisent en cellules superposées, quadrangulaires vue de surface, je n'ai vu nulle part des files ascendantes". (Weber-van Bosse, l. c., p. 340) (the underlining is ours). Also the number of cells in each segment at the cortex is much smaller (4-8) in *Corallophila* than in our plant. No mention is made by Mme. Weber-van Bosse of pericentrals, though when she describes the way tetrasporangia are produced, she says: "...les stichidies, composées d'un axe central, d'une écorce et

de grandes cellules entre l'écorce et l'axe central qui donnent naissance aux tétrasporanges (the underlining is ours), et dont la partie inférieure persiste comme support aux organes de la frutification". (Weber-van Bosse, l. c., p. 340). Unfortunately she did not have enough material to clear up this point as she obligingly says. Very different also from our plant are the rhizoids of *Corallophila* (Weber-van Bosse, l. c., fig. 129).

4. ACKNOWLEDGEMENTS

The senior author is very indebted to the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" for the funds provided to support travel expenses. We also want to acknowledge the help offered us by Dr. Edmundo F. Nonato, chief-biologist of the Ubatuba Station of the Oceanographic Institute of the Univ. of São Paulo. We are very indebted to Dr. C. T. Rizzini for the Latin diagnose.

5. SUMMARY

The present paper describes *Ceramiella atlantica* as a species new to species. A detailed comparison with other species believed to belong in this genus is made. It is emphasized the validity of the genus *Ceramiella* Børjesen in the light of the new facts discovered in the present material.

6. SUMÁRIO

Neste trabalho é feita referência pela primeira vez, da ocorrência de um novo representante do gênero *Ceramiella* na costa atlântica sulamericana. É esta também a primeira vez que se encontra uma espécie deste gênero fora da região Indo-Pacífica. É feita uma detalhada descrição da espécie nova, que é também exaustivamente posta em comparação com as outras espécies conhecidas do gênero.

À vista dos novos fatos aqui relatados, discute-se a validade deste gênero, criado por Børjesen: Concluem os autores pela interpretação dada pelo grande ficólogo dinamarquês. Numerosas figuras apresentadas em duas pranchas ilustram o texto.

7. REFERENCES

- BÖRGESSEN, F. 1953. Some marine algae from Mauritius. Additions to the parts previously published, V. Kgl. Danske Vidensk. Selsk., Biol. Medd. 21 (9): 1-62 + 3 pls.
- DAWSON, E. Y. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico. 7. Ceramiales. Ceramiales, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacific Exp. 26 (1): 1-207 (incl. 50 pls.).
- SETCHELL, Wm. A. and N. L. GARDNER. 1924. The marine algae. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. Proc. Cal. Acad. Sc. IV, 12 (29): 695-949, pls. 12-88, map.
- WEBER-VAN BOSSE, A. 1923. Liste des algues du Siboga III. Rhodophyceae II. Ceramiales. Siboga Expeditie LIX, C — Uitkomsten of Zool., Bot., Oceanog., en Geol. gebied verzameld in Nederl. Oost Indië 1899-1900...: 311-533 + pl. XI-XVI. Leiden.

PLATES

PLATE I

Ceramiella atlantica sp. n.

- Fig. 1 — Part of a plant, note decumbent axis and erect branches, three of which ending in stichidia-like structures.
- Fig. 2 — Part of the decumbent axis with an erect shoot showing cortication and the central cells. Note how the erect branch connects with the axis.
- Fig. 3 — Decumbent axis, rhizoids starting from the nodes and a young, erect adventiv shoot. Note the connection between the central cells.
- Fig. 4 — Detail of cortication on an erect branch. Note large central cells, 4 pericentrals (shaded cells) and the discontinuity of the cortex at the proximal end of the central cell placed above.
- Fig. 5 — Growing apex of a young erect shoot. Note large apical cell and the flat, disc-form segments below the apical cell.
- Fig. 6 — A very precise cross section of the decumbent axis combined with a longitudinal section of the base of an erect shoot. The section was made precisely at the level where an erect shoot starts from the decumbent axis; from 3 pericentrals on the ventral side, 3 rhizoids (also shaded) are issuing. Note the cell connecting the branch with the rhizomatic portion.
- Fig. 7 — Cross section of an erect shoot at the level of a node. Note 6 pericentrals and the cortex.

I

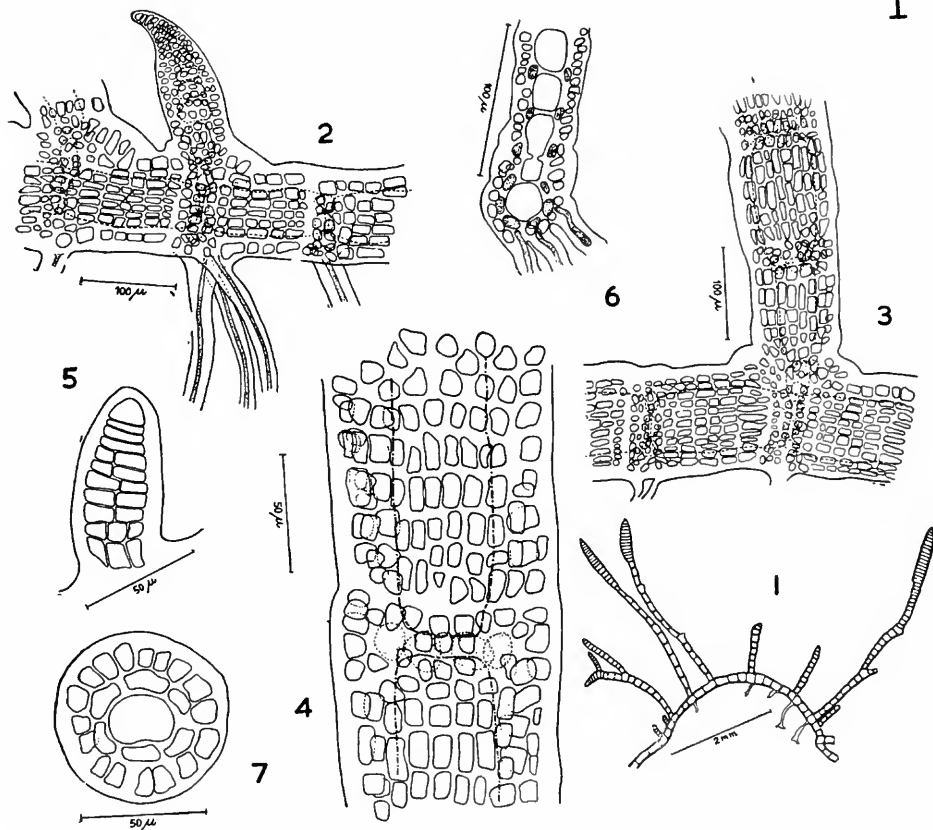
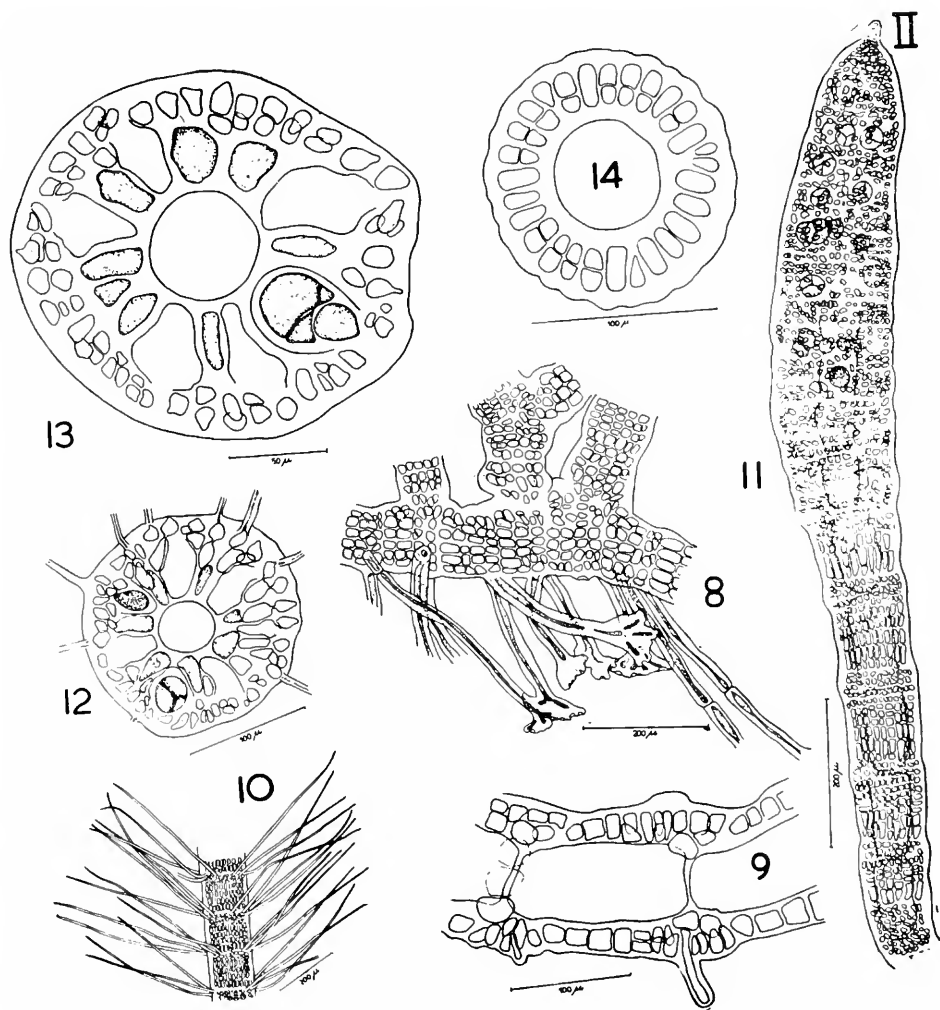


PLATE II

Ceramiella atlantica sp. n.

- Fig. 8 — Old decumbent axis, base of erect branches and rhizoids issuing from the nodes.
- Fig. 9 — Median longitudinal section of a young decumbent axis. Note pericentrals and the rhizoid starting from the pericentral on the ventral side.
- Fig. 10 — Upper portion of an erect branch showing long hyaline hairs at the nodes.
- Fig. 11 — Apex of a fertile branch showing the stichidium-like structure. Note the verticillated tetrahedrally divided tetrasporangia (shaded cells).
- Fig. 12 — Transverse section of the "stichidium" at the level of a node. Note pericentrals (shaded cells), tetrasporangia and at the surface the long hyaline hairs. The tetrasporangia were clearly produced by the pericentral cells.
- Fig. 13 — Transverse section of the stichidium at the level of a node. Note pericentrals (shaded cells), a mature tetrasporangium and a very young one (stappled cell). Note the 5 empty loci.
- Fig. 14 — Transverse section of an old erect branch at the level of one internode. Note the beginning of the two layered cortex.

All drawings were made from formalin preserved material of the type collections. Whenever sections are depicted they were made with the aid of a freezing microtome.



**ANTITHAMNION TRISTICUM AND OPHIDOCLADUS
HERPOSIPHONIODES, TWO NEW RHODOPHYCEAE
FROM SOUTHERN BRAZIL**

A. B. JOLY, M. CORDEIRO and N. T. YAMAGUISHI

ANTITHAMNION TRISTICUM AND OPHIDOCLODUS
HERPOSIPHONIOIDES, TWO NEW RHODOPHYCEAE
FROM SOUTHERN BRAZIL

A. B. JOLY¹, M. CORDEIRO², and N. T. YAMAGUISHI²

1. INTRODUCTION

During the preparation of the Northeastern marine flora of the State of São Paulo, Brazil, the senior author came across two interesting plants that are believed to be new to Science and are described herein. One of them belongs to a genus not previously reported in the American Atlantic (cf. Taylor 1960). The first one is a delicate *Antithamnion* and the other belongs to a genus of Rhodomelaceae where only two other species are known, namely *Ophidocladus simpliciuscula* (Crouan) Falkenberg (cf. Schmitz & Falkenberg 1897, p. 461 and Falkenberg 1901, p. 488) and *Ophidocladus californica* (Hollenberg) Kylin (cf. Hollenberg 1940, p. 573, under *Rhoaosiphonia californica* Hollenberg, and Kylin 1956, p. 541).

2. DESCRIPTION

Antithamnion tristicum Joly et Yamaguishi, sp. n.

Plate I, Figs. 1-3.

Plantae minutissimae usque ad 5 mm altae, in vivo saturate roseae, rhizomate rhizoidibus elongatis substrato affixo; nodis ramis 3 brevibus ex extremitatibus distalibus cellularum ortis atque ramis erectis longioribus, his absque ramulis vel 1-2 ramulis praeditis ejusdem structurae. Rami laterales breves 2 (raro 3)-furcati, prima bifurcatione prope secundam cellulam.

(1) Department of Botany, University of São Paulo.

(2) Cryptogamic Section, "Instituto de Botânica do Estado de São Paulo".

Rhizoides, elongati, uni-pluricellulares, circa $9,6\mu$ diam., constanter e cellula basali rami lateralis brevis axis decumbentis nascentes, qui $37-43\mu$ diam. et cellulis $99-130\mu$ longis gaudet. Rami breves indeterminati cellula glandulari instructi vel defecti; illa supra cellulam basilem secundae dichotomiae posita. Rami erecti indeterminati aut indivisi aut 1-2 ramulis exhibentes, $18,6-25\mu$ diam. prope basin et circa 18μ in medio, cellulis $80,6-118\mu$ diam. basali ac $62-68\mu$ longitudine praediti.

Rami determinati verticillati, 3 pro segmento, e parte distali cellularum axis principalis oriundi, 1-2-furcati, rarissime indivisi, $124-155\mu$ long, cellulis aequalibus $7,2\mu$ diam., $14,4-16,8\mu$ longis. Bifurcatio prima semper supra secundam cellulam posita; secunda bifurcatio supra primam cellulam ramorum paris. Cellula glandularis ad ramos unica prope tertiam cellulam, lateraliter affixa cellula rami fere tegens, $14,4 \times 7,2\mu$.

Tetrasporangia solitaria, lateraliter, sessilia, cellula basali rami brevis lateralis inserta axim versus, tetraedrice divisa, magna, $60-62\mu$ longa, $28,8-32\mu$ diam.

Typus — In Herbario Phycologico "Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo" asservatus, lectus 23-3-63. Locis typi: "Praia do Sul", ilha Anchieta no município de Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil.

Plants minute, measuring up to 5 mm tall, with a rosy-red colour when alive. The plant has a rhizomatous axis fixed to the substratum by long rhizoids (Fig. 2). This rhizome bears at each node three short laterals borne at the distal end of the cells and now and then an erect long shoot that can have one or two lateral branches or none. Short branches are twice furcated (exceptionally thrice) being the first furcation at the level of the second cell. Rhizoids long, having a diameter of about 9.6μ , uni- or multicellular, without branches and always produced by the basal cell of the determinate branch of the rhizomatous axis. This has a diameter varying from 37 to 43μ and with cells measuring from 99 to 130μ long. The determinate branches can have one glandular cell or none. When present, this cell is located over one cell near the base of the second dicotomy. Erect branches without or with one or two similar branches measur-

ing at the base 18.6 to 25μ of diameter and at the median portions somewhere near 18μ . Cells of the main erect branches measuring at the base from 80.6μ up to 118μ long and at the median portions from 62 to 68μ long. Determinate branches verticillately disposed, three per segment, at the distal end of each cell (Fig. 1). These are one or twice furcately divided, exceptionally they do not branch. They are from 124 up to 155μ long with cells of uniform size with a diameter of 7.2μ and are from 14.4 to 16.8μ long. The first furcation is located always above the second cell and a second furcation, present only in one branch of the pair, is located always above the first cell of this branch. Usually each determinate branch bears one gland cell located at the level of its third cell laterally, which almost completely covers the cell. Gland cells measure $14.4 \times 7.2\mu$. Tetrasporangia are borne at the apical portion of the erect branches, isolated, laterally placed. They are sessile over the basal cell of the short lateral and located on the axial side (Fig. 3). The fertile lateral branch bears the first dichotomy at the level of the second cell and not above it as in the sterile ones. Tetrasporangia are tetrahedrally divided, very large for such a delicate plant, measuring from 60 to 62μ long and with a diameter varying from 28.8 to 32μ .

The plant is a rare one in the region. It was found growing upon a tuft of *Jania adhaerens*. It was found with tetraspores in the month of March.

Type: Deposited in the phycological herbarium of Department of Botany, University of S. Paulo, collected March 23, 1963.

Type locality: "Praia do Sul", Anchieta Island, municipality of Ubatuba, State of São Paulo, Brazil.

Isotypes were distributed to Universities of California, Michigan and Paris.

This species is very different from the other species of *Antithamnion* known in the Atlantic area (cf. Taylor 1960 and Feldmann-Mazoyer 1940). There is a possibility that the species distributed with the name *Antithamnion ternirameum* Hamel et Hamel-Joukov, mentioned by Taylor (Taylor 1960, p. 501) that apparently was never published and presumably is a *nomen nudum*, might be

this species, as the name used by the above mentioned authors suggest the organization of this plant.

The only other *Antithamnion* of the Atlantic that has peculiarly three branches (sometimes 4 and 5) at each node, is *Antithamnion elegans* Berthold (cf. Börgesen 1930, p. 56 et seq., figs. 21-23 and Feldmann-Mazoyer 1940, p. 267, figs. 100-101). But this species has a different pattern of secondary branching, the gland cells are very different from our material, as well as the tetrasporangia. From *A. breviramosus* Dawson (cf. Dawson 1960, p. 50 and 1962, p. 14, pl. 5, fig. 3, pl. 15, fig. 1) our plant differ in the pattern of branching of the determinate branches and also in the size of the cells.

Ophidocladus herposiphonioides Joly et Cordeiro, *sp. n.*

Plates II, III, Figs. 1-13

Plantae dorsiventrales, axe decumbente cylindrico, ecorticato, ad substratum rhizoidibus unicellularibus adfixo, 17 cellulis pericentralibus ornato, $241-248\mu$ diam.; apice axis illius substratum versus curvato, absque trichoblastis; segmenta $142-155\mu$ longa. Ramificatio typice endogena. Axes repentes magna copia ramorum determinantum atque uno alterove ramo indeterminato supra dorsum lateraliter gerentes. Axes erecti novelli apicem repentem versum curvati. Rami erecti ecorticati vetustiores trichoblastis brevibus vel elongatis instructi sive defecti; illi indivisi aut 1-2-ramos, 5-6 (vulgo 3-4) cm alti, 26-29 cellulis pericentralibus praediti. Trichoblasti repete bifurcati, in series 2 distiche oppositas ordinali. Rami erecti $148-155\mu$ diam. juxta basin, usque ad 295μ in medio.

Rami carpogonii e secundo segmento trichoblasti evoluti, jam ab initio pericarpo urceolato oblecto. Cystocarpi ovati, 460μ diam., paucis carposporis circa 180μ longis emmitentes.

Antheridia valde distincta, e trichoblastis bis bifurcatis orta, circa 214μ im parte ampliore. Cellula basalis trichoblasti persistens more pedunculi antheridialis.

Tetrasporangia e portione distali ramorum erectorum leviter intumescendum oriunda. Segmenta singula 2 tetrasporangiis emmiten-

tia, quae haud tetraedrice divisa sed cellulis 2, prope 30μ diam., oblecta.

Specimina tetrasporis exhibentia magis ramosa quam sterilia vel sexualia. Planta mascula desideratur. Antheridia supra stichidia tetrasporangiorum crescentia.

Typus — In Herbario Phycologico "Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo", servatus, collectus 16-7-1961, tetrasporis instructus. Locis typi: "Praia da Sununga", município de Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil.

The plant is dorsiventrally organized with a cylindrical, ecorticated decumbent main axis, (Figs. 3, 7, 8) fixed to the substratum by means of unicellular rhizoids, with up to 17 pericentral cells. At the apex the axis is elegantly curved toward the substratum and bears no trichoblasts (Fig. 8). The segments measure from 142 up to 155μ long and the axis has a diameter varying from 241 up to 248μ . Branching characteristically endogenous. The main rhizome sends forth from the dorsal side several erect branches of limited growth and now and then similar branches of unlimited growth, laterally (Fig. 8). The determinate branches are, when young, distinctly curved toward the apex of the main axis (Figs. 3, 7, 8). These branches, like the creeping axis, are ecorticated. These erect branches, can bear, at an older age, at the apex, a few short trichoblasts (Fig. 6) or the trichoblasts are well developed structures in other plants (Fig. 13). The vegetative erect branches are seldomly ramified. They can reach a height of 5-6 cm (commonly 3-4) with 26 to 29 pericentrals (Fig. 9) near the apex (5 mm below the apex). The trichoblasts are repeatedly dichotomously branched and are placed in two diagonally opposite rows, distichously. The erect branches have a diameter varying from 148 up to 155μ near the base and as much as 295μ in the middle portion.

Carpogonial branches develop from the second segment of a modified trichoblast; this structure is from the beginning completely covered by an urceolated pericarp (Fig. 1). Cystocarps are ovoid. They have a diameter of 460μ and have but a few carpospores which measure a little more than 180μ (Fig. 2).

Antheridial stands are very characteristic, they are produced in modified trichoblasts, which are two times furcated and in such a manner, that the terminal cells, which are not involved in the production of spermatia, protrude as four short, uniseriate filaments, from the enlarged basal portion of the fertile trichoblasts (Figs. 5, 12). The basal cell of this trichoblast remains unmodified and acts as a one-celled stalk to the main structure. These protruding filaments, which are not in the same plan, give a very peculiar appearance to the entire structure (Fig. 12). The antheridial stands measure about 214μ at their widest portion.

Tetrasporangia are produced at the distal portion of the erect branches which are in this respect not modified, except being a little swollen (Fig. 4). Each node produces two tetrasporangia which are covered by two cover-cells (Figs. 10, 11). They have a diameter of about 30μ and are tetrahedrally divided. Tetrasporic plants show a greater number of secondary branches when compared with the sterile or sexual ones (Fig. 4). A very interesting feature of this species however is that no pure male plants were ever found. All spermatangial bodies figured were found upon mature tetrasporic branches, as can be seen from the figure 12.

This species can be readily differentiated from *Ophidocladus simpliciuscula* (Crouan) Falkenberg and *Ophidocladus californica* (Hollenberg) Kylin, by its greater size, by the number of pericentrals up to 29 in our species and not over 20 in the two above mentioned species, by the very peculiar spermatangial bodies and also by the tetrasporic plant producing simultaneously spermatangial bodies.

Type: Deposited in the phycological herbarium of the "Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo" Collected July 16, 1961, tetrasporic.

Type locality: "Praia da Sununga", on the first rocks exposed at low tide at the left side facing the sea. Municipality of Ubatuba, State of São Paulo, Brazil.

Additional material examined:

- (1) Same locality, July 25, 1961, cystocarpic and tetrasporic-male.

- (2) "Praia das Sete Fontes", Ubatuba, August 18, 1962.
- (3) "Praia do Peres", Ubatuba, April 7, 1963. Tetrasporic only.

3. ACKNOWLEDGEMENTS

We want to acknowledge the grant received from the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" to cover travel expenses. We also are very indebted for the cooperative friendliness of Dr. Edmundo Nonato, chief biologist of the "Base-Norte" of the Oceanographic Institute of the University of São Paulo, whose efforts were in part responsible for the finding of these plants. We are also grateful to Dr. C. T. Rizzini for the Latin diagnoses.

4. SUMMARY

Antithamnion tristicum and *Ophidocladus herposiphonioides* believed to be new to Science, are described and figured.

A brief discussion is made comparing the previously known related plants with both mentioned species.

This is the first reference of the occurrence of the genus *Ophidocladus* in the American Atlantic.

5. SUMÁRIO

Antithamnion tristicum e *Ophidocladus herposiphonioides*, duas algas vermelhas, que se acreditam novas para a Ciência, são descritas e figuradas.

Uma breve discussão é feita comparando as plantas conhecidas anteriormente com as espécies agora descritas.

Esta é também a primeira referência da ocorrência do gênero *Ophidocladus* na costa atlântica das Américas.

Duas pranchas com inúmeras figuras completam o texto.

6. LITERATURE

BÖRGESEN, F. 1930 — Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae III. Ceramiales: 1-159 (60 text figs.).

- DAWSON, E. Y. 1960 — New records of marine algae from Mexico and Central America. *Pacific Nat.* 1 (20): 31-52.
- 1962 — Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pacific Exped.* 26 (1): 1-207 (incl. 50 pls.).
- FALKENBERG, P. 1901 — Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. XII + 1-754 + 24 T., Berlin.
- FELDMANN-MAZOYER, G. 1940 — Recherches sur les Ceramiacées de la Méditerranée Occidentale: 1-510 + IV Pl. Alger.
- HOLLENBERG, G. J. 1943 — New marine algae from Southern California II. *Amer. Journ. Bot.* 30: 571-579 (16 text figs.).
- KYLIN, H. 1956 — Die Gattungen der Rhodophyceen. XV + 1-673. Lund.
- SCHMITZ, F. and P. FALKENBERG 1897 — Rhodomelaceen, p. 421-480 "in" A. ENGLER and K. PRANTL — *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. I (2) XII + 1-580. Leipzig.
- TAYLOR, Wm. R. 1960 — Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas: IX + 1-870 (incl. 80 pl.) Ann Arbor.

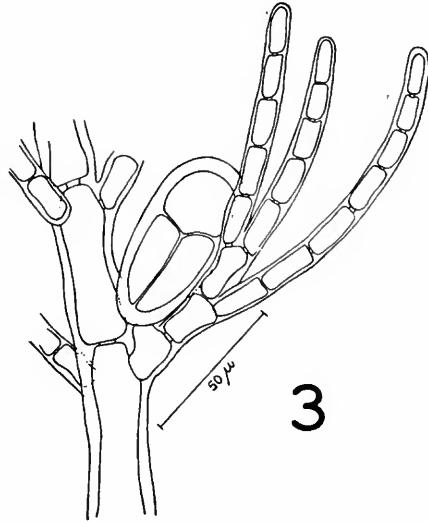
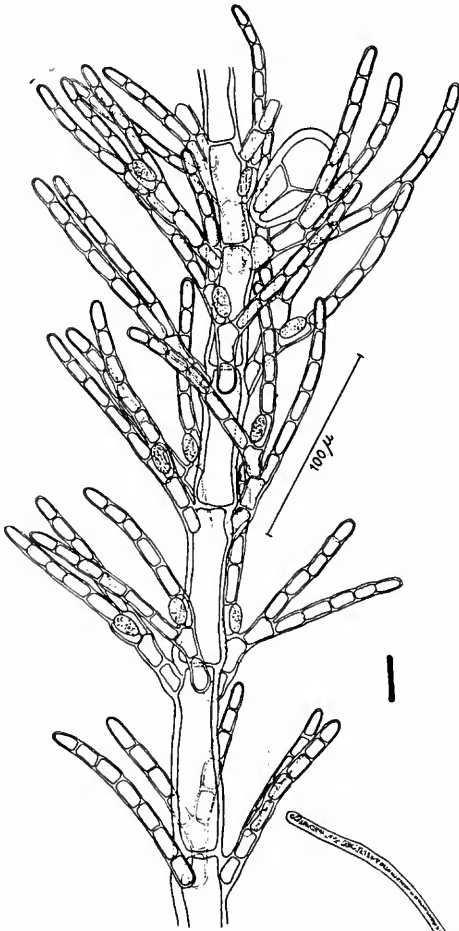
PLATES

PLATE I

Antithamnion tristicum Joly et Yamaguishi sp. n.

- Fig. 1 — Uper portion of an erect branch. Note the verticillated branching, the position of the gland-cells and the tetrasporangium.
- Fig. 2 — Part of a creeping axis. Note rhizoids issuing from the basal cell of the short branches, the verticillately patern of the branching and the basal portion of an erect shoot. Observe gland-cells.
- Fig. 3 — Detail of a tetrasporangium.

I



2

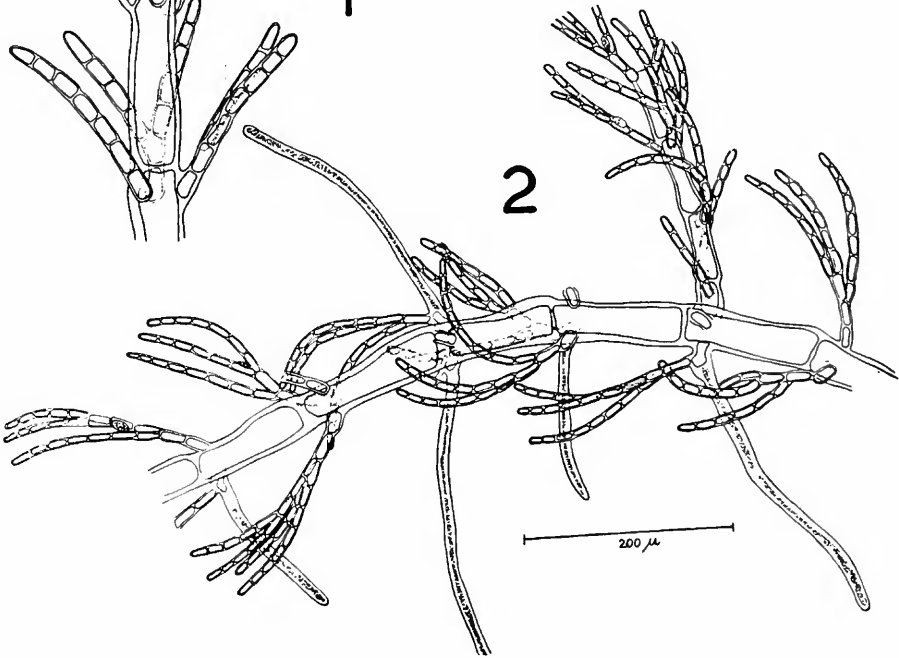


PLATE II

Ophidocladus herposiphonioides Joly et Cordeiro sp. n.

- Fig. 1 — Detail of a fertile trichoblast showing the beginning of the development of the pericarp.
- Fig. 2 — A mature cistocarp with carpospores.
- Fig. 3 — General view of the plant. Note rhizoids and the incurved apex of the prostrate axis and the young dorsal erect branches also curved toward the apex of the rhizome.
- Fig. 4 — Upper portion of a tetrasporic plant. Note two tetrasporangia per segment.
- Fig. 5 — Upper portion of a tetrasporic-male plant with a developing antheridial body.
- Fig. 6 — Upper portion of a sterile erect branch. Note the trichoblasts.
- Fig. 7 — Growing apex of the prostrate axis. Note endogenous production of the dorsally located erect branches. Three young rhizoids are also seen.

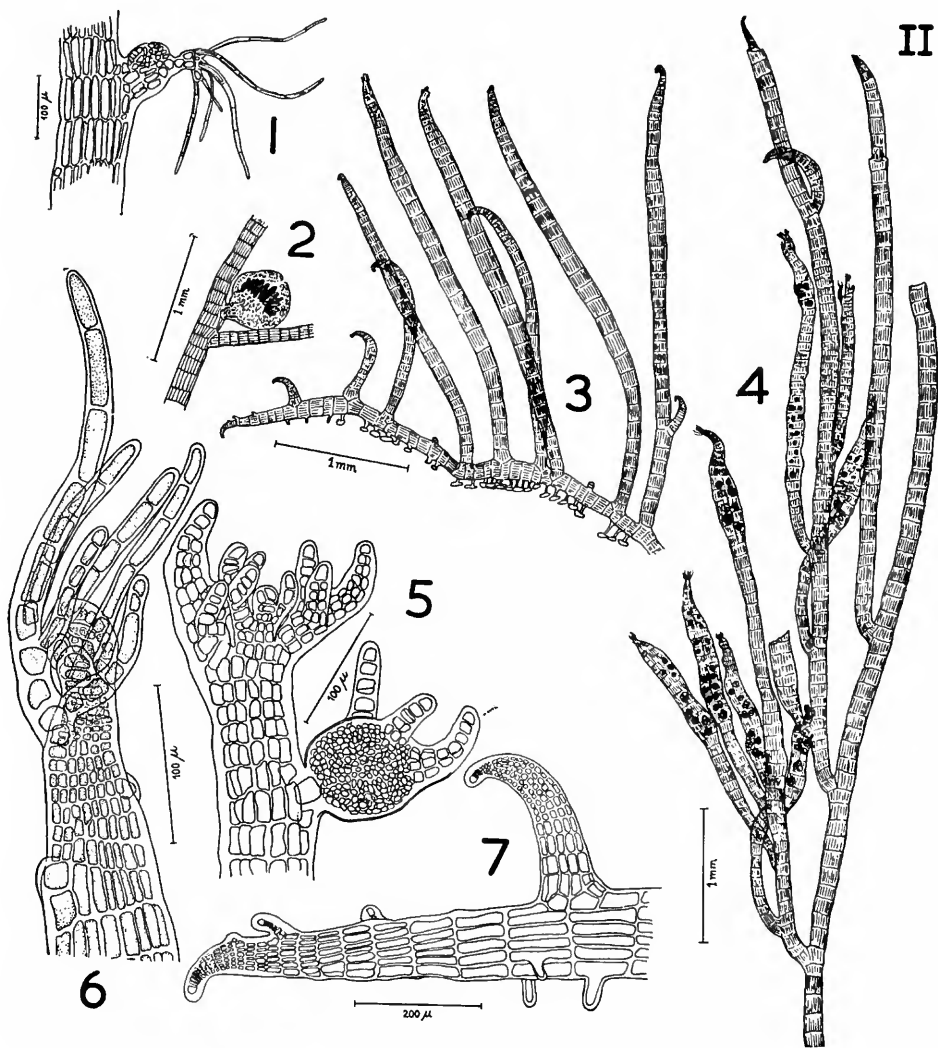
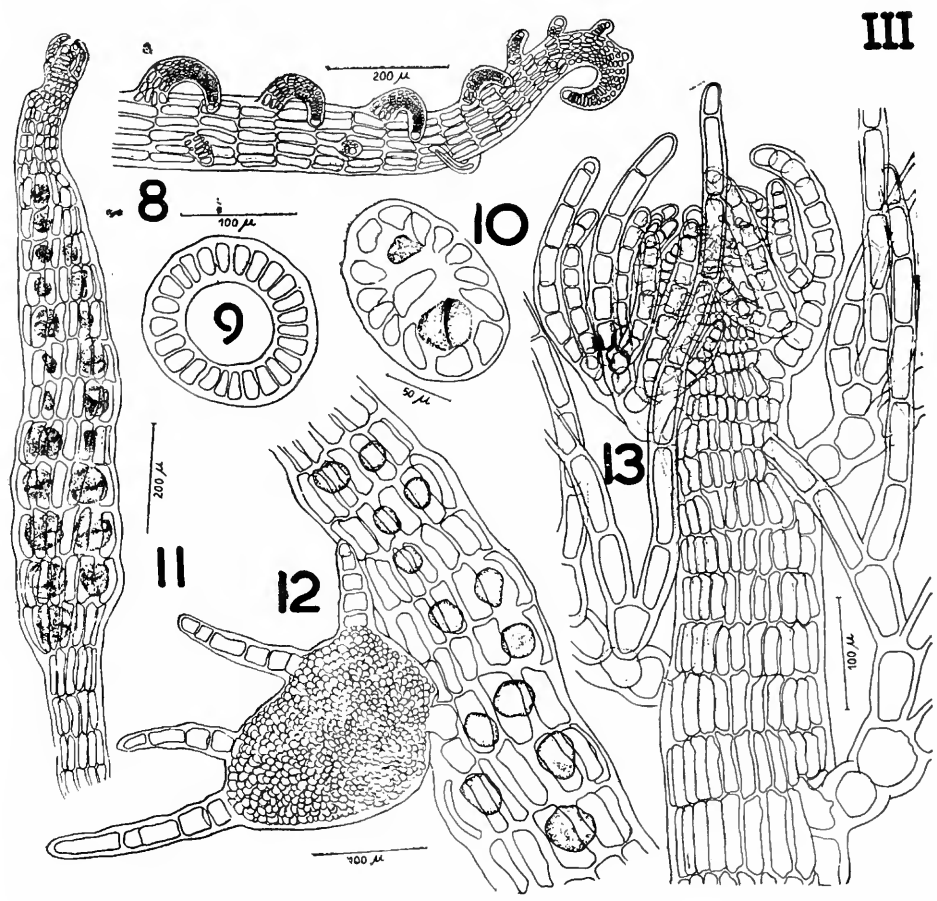


PLATE III

Ophidocladus herposiphonioides Joly et Cordeiro sp. n.

- Fig. 8 — Growing apex of the protate axis showing dorsally placed young erect branches and two laterally placed very young indeterminate branches. Note the apex strongly incurved and also the incurved erect branches.
- Fig. 9 — Transverse section of the erect branch with 25 pericentrals.
- Fig. 10 — Transverse section of the young stichidium. Note two cover cells for each tetrasporangium.
- Fig. 11 — Detail of a nearly mature stichidium.
- Fig. 12 — Detail of the upper portion of a tetrasporic-male plant. Note the characteristic shape of the antheridial body, with the four protuding arms.
- Fig. 13 — Detail of the upper portion of an sterile branch with well developed trichoblasts. Note that they are diagonally opositely placed in a distichous maner.

III



**ALGUNS ASPECTOS GERAIS SÔBRE O PROBLEMA DA
SÊCA FÍSICA E DO XEROFITISMO**

LEOPOLDO MAGNO COUTINHO

ALGUNS ASPECTOS GERAIS SÔBRE O PROBLEMA DA SÊCA FÍSICA E DO XEROFITISMO

LEOPOLDO MAGNO COUTINHO

Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

A mais notável linha de evolução dos vegetais foi, sem dúvida, aquela que lhes permitiu a saída de seu ambiente aquático primitivo e a ocupação paulatina das áreas continentais.

A invasão progressiva do ambiente terrestre só se tornou possível à medida que novas e melhores adaptações às condições ali reinantes fôssem desenvolvidas pelos organismos invasores.

E' óbvio afirmar-se que o fator água foi aquêlê de maior importância na seleção das espécies. Em consequência do contacto directo dos órgãos assimiladores das plantas com a atmosfera, onde a pressão relativa de vapor d'água é quase sempre extremamente inferior àquela existente no ambiente aquático, um acentuado gradiente de umidade se estabelecia entre o ar e o protoplasma das células, tornando, então, necessário um maior consumo hídrico por parte das plantas, para a manutenção de seu turgor. Enquanto o abastecimento d'água fôsse suficiente para, ao menos, compensar as perdas por transpiração, uma situação de equilíbrio se estabeleceria e o perigo do dessecamento seria afastado.

No ambiente terrestre, condições de suficiente abastecimento hídrico não eram, todavia, asseguradas. Elas poderiam variar de um para outro local, de uma para outra época do ano, de ano para ano, etc. Naquêlê nôvo habitat existia, portanto, e com grande probabilidade de ocorrência, o perigo da sêca física, isto é, mau suprimento de água aos sistemas absorventes das plantas.

Êste fator limitante, crucial na ocupação dos continentes pelos vegetais, foi em grande parte superado por êles, graças ao desenvolvimento de adaptações, as quais podemos grupar da seguinte forma:

1) adaptações que permitissem ao protoplasma suportar um alto grau de dessecação, sem que perdesse sua vida (capacidade de anhidrobiose); 2) adaptações que impedissem o dessecação do protoplasma, apesar do elevado gradiente de pressão relativa de vapor d'água normalmente existente entre êle e a atmosfera. As plantas que evoluíram desenvolvendo o primeiro grupo de adaptações constituem as que Walter (5) denominou "plantas poiquilohídricas", enquanto que aquelas que se tornaram aptas às condições terrestres graças ao segundo grupo foram chamadas de "plantas homeohídricas".

A distribuição quantitativamente desigual das precipitações sobre as áreas continentais, conseqüente da topografia e principalmente da direção dos ventos, cria sobre tais áreas regiões cujo macroclima se caracteriza por condições de maior ou menor intensidade de seca. A observação das condições de pluviosidade nas diversas regiões dos continentes permitiu aos climatologistas delinear áreas, tidas climaticamente como úmidas, áridas, semiáridas etc.

Baseado nas condições macroclimáticas médias, Schouw (4) denominou as plantas que se desenvolviam em ambientes áridos de xerófitas. Se tais plantas mereciam ser agrupadas, distinguindo-se das demais, deveriam, então, apresentar características próprias. Demonstrar e salientar tais características, quer morfológicas ou fisiológicas, tem sido o assunto para pesquisas de inúmeros botânicos desde longa data, impraticável sendo relatar aqui todos os seus nomes. Todavia, tôdas essas tentativas de caracterização das plantas denominadas por Schouw como xerófitas têm sido praticamente inefluíferas. Em um recente trabalho (1) tivemos a oportunidade de demonstrar que muitas daquelas adaptações, tidas como exclusivas das plantas de regiões áridas ou semiáridas, aparecem em grau semelhante entre plantas de mata pluvial, onde a precipitação atinge em média 3600 mm anuais. Em trabalho que ainda se encontra no prelo (2), relatamos o fato de que certas epífitas e ervas terrestres da mata pluvial têm, inclusive, capacidade de absorver e acumular CO_2 durante o período noturno, o que lhes facultaria, talvez, a possibilidade de permanecerem com seus estômatos praticamente fechados durante grande parte do dia, evitando, assim, a transpiração

quando necessário. Até mesmo nestas particularidades metabólicas, que de certa forma têm relação com o suprimento hídrico da planta, pois dependem das aberturas estomáticas, ocorrem certas semelhanças entre indivíduos de regiões úmidas e áridas. Referimo-nos aqui ao tipo de metabolismo das crassuláceas, freqüentes em ambientes secos.

Ultimamente outros autores têm, também, dedicado atenção a essa carência de características que sejam exclusivas das plantas de ambientes secos (3). Walter (7), analisando a economia d'água das plantas de deserto, assim se refere: "On croyait nécessaire jusqu'ici d'attribuer aux plantes de climats désertiques certaines propriétés physiologiques particulières, par exemple un plasma ayant une résistance accrue à la sécheresse, l'aptitude à extraire de l'eau d'un sol très sec par un pouvoir absorbant considérable, la propriété de pouvoir, malgré une transpiration restreinte, effectuer à partir de l'acide carbonique atmosphérique la synthèse d'une quantité suffisante de matière organique, etc. Mais il s'est révélé impossible de constater par des expériences précises l'existence des propriétés ainsi supposées."

"Les plantes vivaces du désert, qui affrontent la sécheresse en état de métabolisme actif, ne se distinguent pas physiologiquement d'une manière notable des plantes des régions humides."

E' interessante notar que os trabalhos de Coutinho (1) e Walter (7) vieram, numa mesma época, demonstrar e salientar um mesmo fato pela análise de vegetações de ambientes sempre tidos como extremamente diversos. Sem dúvida, se considerarmos apenas as condições macroclimáticas reinantes num deserto ou numa região de mata pluvial, as condições serão profundamente distintas. Se descermos, porém, ao nível do microambiente, às condições microclimáticas, veremos que em certos casos a amplitude daquela diversificação torna-se bem menor. Por outro lado, o abastecimento hídrico de uma planta não está na dependência única e exclusiva da maior ou menor pluviosidade da região, como às vezes se é tentado supor. Para bem compreendermos o comportamento dos indivíduos de uma dada vegetação, com respeito à sua economia hídrica, torna-se necessário levar em conta que o seu abastecimento d'água é influen-

ciado por inúmeros outros fatores, além da quantidade de precipitação. Evapotranspiração potencial, tipo de solo, sua capacidade de campo e volume, topografia do terreno, cobertura vegetal, desenvolvimento dos sistemas radiculares, profundidade do lençol subterrâneo etc., são alguns dos muitos fatores a serem considerados.

Um fator que se nos afigura de particular importância, salientado por aqueles dois últimos autores, é a relação entre pluviosidade e massa de vegetação. Uma mesma quantidade de água disponível pode ser, ao mesmo tempo, excessiva e insuficiente, dependendo da massa vegetal que dela vá se servir. Assim sendo, uma mesma quantidade de precipitação pode ser mais que suficiente para o suprimento hídrico dos indivíduos, se o tipo de vegetação for pouco denso, esparsa; poderá ser de pouca utilidade se, ao contrário, a densidade da vegetação for muito grande.

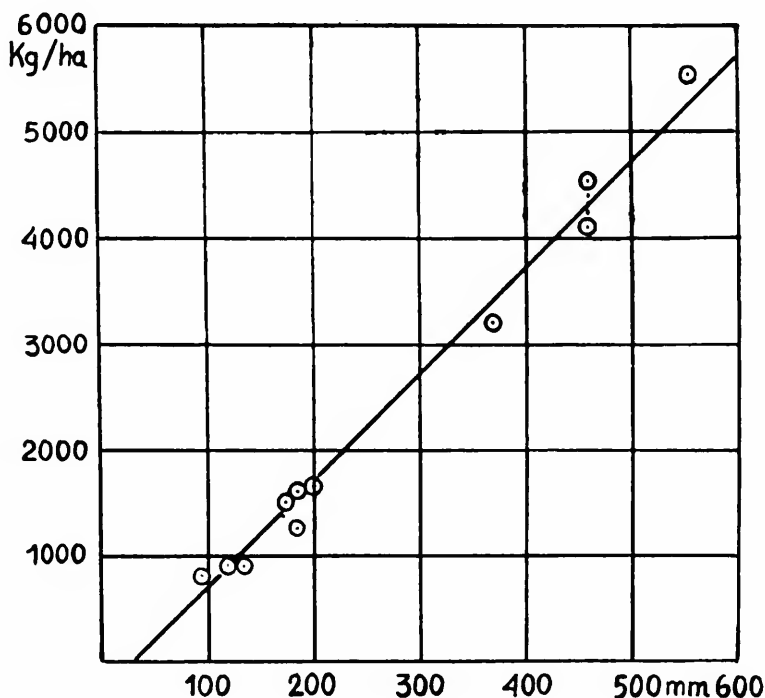


Fig. 1 — Produção forrageira de "prairies", em função da altura das precipitações. Em ordenadas: substância seca em Kg/ha. Em abscissas: precipitações médias em mm. Segundo Walter (6).

Achamos bastante significativo o gráfico apresentado por Walter (6), que aqui reproduzimos, onde se observa a existência de uma relação linear entre a massa vegetal por hectare, produzida por plantas forrageiras, e o valor médio anual das precipitações (Fig. 1). Diante de tais fatos poderíamos já supor que os problemas relativos à economia d'água de um indivíduo de uma vegetação de ambiente árido ou úmido não devem ser fundamentalmente diversos. E' fácil imaginar que condições de sêca física possam ocorrer em graus semelhantes tanto em um quanto em outro tipo de vegetação, basta lembrarmos que onde há maior pluviosidade há, para compensar, maior massa vegetal a consumí-la.

Escassez de água não é, pois, um elemento exclusivo de ambientes áridos. Restringir o conceito de xerofitismo apenas a plantas destas regiões não nos parece lógico. Preferimos defini-lo como resistência à sêca (1), caráter êste comum a tôdas as plantas, manifestando-se com maior intensidade numas espécies e menor em outras, dependendo das suas adaptações às condições microclimáticas em que vivem e independente das condições macroclimáticas ou da associação a que pertencem.

BIBLIOGRAFIA

- 1) — COUTINHO, L. M. — 1962 — Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr. U. S. Paulo N.º 257, Botânica N.º 18: 1-219.
- 2) — COUTINHO, L. M. — No prelo — Algumas informações sôbre a ocorrência do "efeito de De Saussure" em epífitas e herbáceas terrestres da mata pluvial.
- 3) — FERRI, M. G. — 1963 — Evolução do conceito de xerofitismo. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr. U. S. Paulo N.º 267, Botânica N.º 19: 101-113.
- 4) — SCHOUW, J. F. — 1822 — Grundtraek til en almindelig plantegeografie. Kobenhavn.
- 5) — WALTER, H. — 1931 — Die Hydratur der Pflanze. Gustav Fischer, Jena.
- 6) — WALTER, H. — 1954 — Grundlagem der Weidewirtschaft in SW-Afrika, Verl. E. Ulmer, Stuttgart.
- 7) — WALTER, H. — 1962 — L'économie de l'eau chez les plantes des déserts. Traduit par C. Cardot. Gif-sur-Yvette. Scientia, Sixième Série: 1-7.

ALGUMAS INFORMAÇÕES SÔBRE A OCORRÊNCIA DO
“EFEITO DE DE SAUSSURE” EM EPÍFITAS E ERBÁCEAS
TERRESTRES DA MATA PLUVIAL

LEOPOLDO MAGNO COUTINHO

*ALGUMAS INFORMAÇÕES SÔBRE A OCORRÊNCIA DO
"EFEITO DE DE SAUSSURE" EM EPÍFITAS E ERBÁCEAS
TERRESTRES DA MATA PLUVIAL*

LEOPOLDO MAGNO COUTINHO

Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

INTRODUÇÃO

O metabolismo do gás carbônico da grande maioria das plantas verdes, fotossintetizantes, caracteriza-se por uma periódica modificação nas trocas daquele gás entre planta e atmosfera circundante, dependendo da presença ou ausência de luz.

Em intensidades luminosas superiores ao seu ponto de compensação de luz, os órgãos assimiladores absorvem CO_2 do ar, fixando-o predominantemente na forma de carboidratos, por atividade fotossintética. A razão desta absorção é função, dentro de certos limites, da intensidade luminosa.

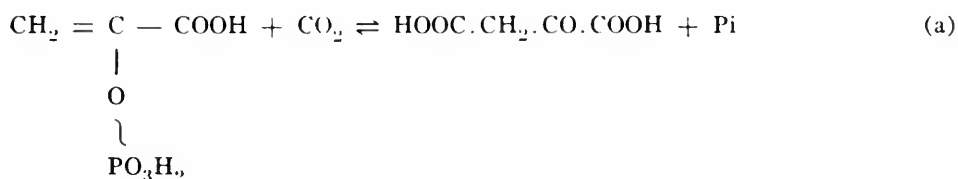
Abaixo do ponto de compensação de luz, observa-se um fenômeno inverso, isto é, os órgãos assimiladores eliminam CO_2 , o qual provém da respiração.

Certas plantas suculentas, mais reconhecidamente aquelas pertencentes ao grupo das Crassuláceas, apresentam um tipo de metabolismo do gás carbônico que se caracteriza por uma inversão nas trocas daquele gás. Durante o período diurno, elas podem, até mesmo, eliminar CO_2 , absorvendo-o durante o período noturno. Esta fixação e acumulação de CO_2 no escuro é conhecida na literatura como "efeito de De Saussure".

Inúmeros autores têm procurado esclarecer o mecanismo pelo qual se processa tal fixação, bem como a utilização do CO_2 assim assimilado durante o período luminoso seguinte.

O paralelismo observado entre as trocas de gás carbônico, as variações periódicas de acidez do suco celular e do conteúdo de malato neste, ao lado de outras indicações obtidas com o uso de C^{14} , fazem crer que o CO_2 absorvido durante a noite seja fixado na forma de ácido málico, acumulando-se êste no vacúolo (7), (5), (8).

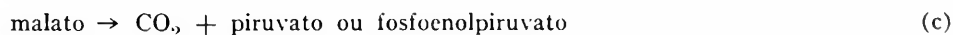
Vários mecanismos têm sido atribuídos a esta síntese de malatos no escuro. Entre êles o que parece ser mais aceito é o expresso na equação (a), catalizado pela carboxilase fosfoenolpirúvica.



Por atividade da desidrogenase málica, o ácido oxaloacético resultante daria o ácido málico (b), sendo êste, então acumulado.



Quanto à utilização do malato no período claro, ocorreria inicialmente uma decarboxilação (c).



O resíduo de três carbonos seria, em seguida, oxidado através do ciclo de ácidos tricarboxílicos, dando mais 3 CO_2 , ou seria incorporado "em bloco" a carbohidrato, seguindo o caminho inverso da glicólise. O CO_2 produzido tanto num como noutro caso, seria utilizado também na síntese de carbohidratos (7).

Êste tipo de metabolismo do CO_2 , conhecido na literatura pela sigla CAM (Crassulacean Acid Metabolism) tem sido extensivamente estudado naquêlo grupo de plantas. Pouco se sabe, até mesmo de sua ocorrência, com respeito a plantas suculentas de alguns outros grupos.

Em um recente trabalho (1) tivemos a oportunidade de analisar o balanço hídrico de certas suculentas que vivem como epífitas ou ervas terrestres na mata pluvial das encostas da Serra do Mar. Pude-

mos observar que algumas delas, durante um período eventual de seca, mantiveram seus estômatos praticamente fechados durante grande parte do dia, evitando assim, perda de água por transpiração. Este fato atraiu nossa atenção com respeito à possibilidade de tais plantas apresentarem o “efeito de De Saussure”, isto é, fixação e acumulação de CO_2 à noite, quando as condições de umidade do ar podem ser mais elevadas. Tal fato representaria, ao nosso ver, mais um mecanismo auxiliar de defesa contra os perigos da seca a ser apresentado por aquelas plantas.

No presente trabalho, de natureza puramente qualitativa, procuramos investigar, em algumas epífitas e erbáceas terrestres da mata pluvial, a ocorrência daquele efeito mencionado.

MATERIAL E MÉTODOS

O material por nós utilizado no presente trabalho compreende onze espécies de plantas epífitas ou erbáceas terrestres que ocorrem nas matas pluviais costeiras do Estado de São Paulo. Todo o material vegetal empregado proveio de exemplares cultivados em nossas estufas.

Dentre as bromeliáceas, foram investigadas as seguintes espécies: *Aechmea pectinata* Bak., *Billbergia amoena* (Lodd.) Ldl., *Canistrum cyathiforme* (Vell.) Mez, *Neoregelia concentrica* (Vell.) L. B. Smith, *Quesnelia testudo* Lindm., *Vriesia inflata* (Wawra) Wawra.

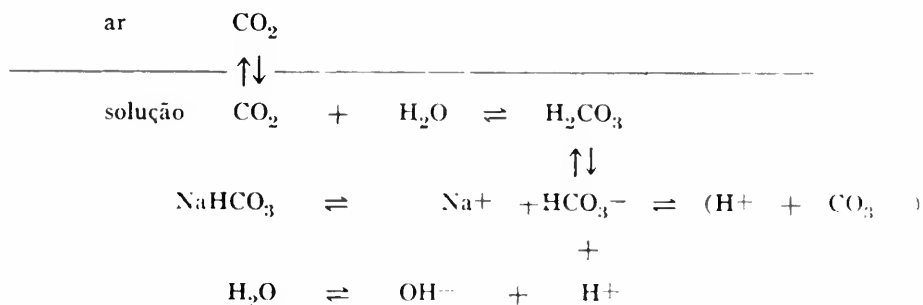
Apenas duas espécies representaram a família das orquidáceas: *Epidendrum ellipticum* Grah. e *Maxillaria picta* Hook. Além destas espécies, estudamos ainda *Codonanthe gracilis* (Mart.) Hnst., *Hypocyrtia radicans* Kl. et Hnst. e *Nematanthus fritschii* Hoehne, representantes da família das gesneráceas.

A escolha de tais espécies deveu-se apenas à sua existência em nossas estufas, à sua fácil identificação taxonômica, uma vez que já dispúnhamos de material classificado em nossos herbários, e ao fato de algumas delas já terem sido estudadas por nós quanto aos seus balanços hídricos.

Para a verificação da ocorrência de fixação noturna de CO_2 nas espécies acima relacionadas, utilizamo-nos do método colorimétrico

de Kauko (2, cit. por Lieth 3), empregado por êle e, posteriormente, por outros autores, para determinações quantitativas de gás carbônico.

Este método baseia-se fundamentalmente no fato de que uma solução aquosa contendo 84 mg/lit. de NaHCO_3 (0,001N) e 7,46 g/lit. de KCl (0,099N) se mantém em equilíbrio com o teor de CO_2 da atmosfera que com ela esteja em contacto. Um aumento ou diminuição dêste teor no ar, provoca rapidamente uma semelhante modificação no teor de CO_2 da solução, segundo a equação abaixo (cf Zeller 9), tendendo a uma situação de equilíbrio.



Isto tem como consequência variações de seu pH, aumentando-o ou diminuindo-o, conforme a atmosfera apresente teores menores ou maiores de CO_2 . Utilizando-nos de um indicador como o vermelho de Cresol (pH 7,0 — 8,8) a 10 mg/lit., poderemos observar com bastante facilidade, variações mínimas no teor de gás carbônico do ar, graças às modificações de côr da solução. Quando aquêle teor diminui, a solução torna-se mais alcalina e adquire uma coloração púrpura; quando o teor de CO_2 aumenta, a solução torna-se mais ácida e a sua coloração tende ao amarelo vivo.

Para o presente trabalho foram preparados diariamente cerca de 50 tubos de vidro (2 x 17,5 cm), contendo 4 ml da solução indicadora. Durante aproximadamente 8 horas êles permaneciam abertos, em contacto com a atmosfera, a fim de que entrassem todos em equilíbrio com o seu teor de CO_2 e adquirissem uma coloração uniforme. Quando em equilíbrio com a concentração de CO_2 do ar (geralmente ao redor de 0,03% vol. nas condições de nossas experiências) a solução adquire uma tonalidade rósea, indicando um pH 8,15 a 20°C. Às 18 horas, quando, na época em que realizamos o presente traba-

lho, a intensidade luminosa natural já se encontra bastante baixa (ao redor de 500 Lux), colocávamos em cada tubo uma ou mais fôlhas, ou partes delas, apoiadas sôbre uma pequena tela de nylon, conforme mostra o esquema da Fig. 1 e os fechávamos com uma rôlha de borracha. Eram preparados assim 10 lotes de 5 tubos, um para cada uma das espécies então investigadas. Dois ou três tubos eram deixados como contrôle, sem fôlha, a fim de que pudéssemos verificar, por comparação, as modificações de côr das soluções nos demais tubos.

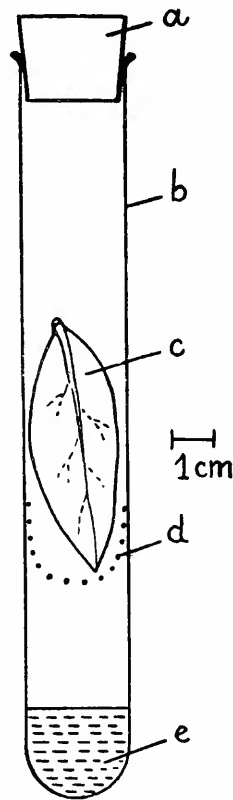


Fig. 1 — Representação esquemática de um tubo preparado para a realização do teste de fixação noturna de CO_2 .

a — rôlha de borracha, b — tubo de vidro, c — fôlha, d — tela de nylon, e — solução indicadora.

Logo após serem colhidas, as fôlhas eram colocadas entre papel de filtro umedecido, evitando-se, assim, que perdessem água por trans-

piração até o momento de sua colocação nos tubos. Só foram utilizadas folhas adultas, que se apresentassem em bom estado e que tivessem estado bem expostas à luz. É conhecido o fato de que, para a fixação noturna de CO_2 uma das condições necessárias é que os órgãos assimiladores tenham recebido suficiente iluminação no período anterior (7), (5). As plantas cultivadas em nossas estufas e utilizadas neste trabalho, achavam-se expostas a uma intensidade luminosa de aproximadamente 30-40% da luz exterior. Antes que fossem introduzidas nos tubos, as folhas eram examinadas à lupa, a fim de que nos certificássemos da inexistência de epífilas, as quais poderiam afetar os resultados.

Nos casos de espécies com folhas grandes, eram cortados fragmentos de aproximadamente 5 cm^2 , sempre que possível ao longo das nervuras, procurando-se com isso afetar ao mínimo os tecidos vivos. O fato de usarmos folhas destacadas ou mesmo fragmentos do limbo não deve afetar fundamentalmente os resultados; tal técnica é normalmente usada para estudos do metabolismo de Crassuláceas (7) ou para estudos que envolvam trocas de CO_2 entre folha e atmosfera (4). Pucher e col. (6 cit. 7) relatam mesmo que as modificações quantitativas em compostos orgânicos em *Bryophyllum calycinum* exposto à luz ou ao escuro, foram semelhantes caso se usassem folhas destacadas ou não.

Em *Neoregelia concentrica* e *Aechmea pectinata*, os exemplares que existiam em nossas estufas já se apresentavam em fase final de frutificação, razão por que acreditamos que suas folhas, embora morfológicamente perfeitas, já apresentassem um certo grau de senescência.

Uma vez montados os tubos (18 horas), eram feitas observações das modificações de cor das soluções às 21, 24 e 6 horas da manhã. As necessidades de oxigênio para a fixação de CO_2 no escuro parecem ter sido supridas, uma vez que, relativamente ao volume do tubo, utilizávamos pouco material vegetal. Por outro lado, as plantas que às 21 horas indicavam ter absorvido CO_2 , assim continuavam a fazê-lo até a observação das 6 horas.

A diminuição do teor de CO_2 no interior dos tubos por efeito de assimilação não representa qualquer obstáculo, pois, mesmo em ar desprovido daquele gás, plantas com “efeito de De Saussure” con-

tinuaram a apresentá-lo (5). Por outro lado não estamos interessados aqui em determinar quantitativamente o CO_2 absorvido, mas apenas em constatar se ocorre ou não sua fixação à noite.

Quanto à temperatura reinante durante as experiências, o gráfico da Fig. 2 ilustra muito bem o tipo de curva diária de temperatura então verificada. Em tôdas as noites em que trabalhamos, a temperatura ambiente esteve sempre abaixo de 20°C , oscilando entre êste valor e $12\text{--}13^\circ\text{C}$. Na literatura há informações de que, em temperaturas mais baixas que 20°C a acidificação do suco celular, consequência da fixação noturna, se torna mais intensa (7).

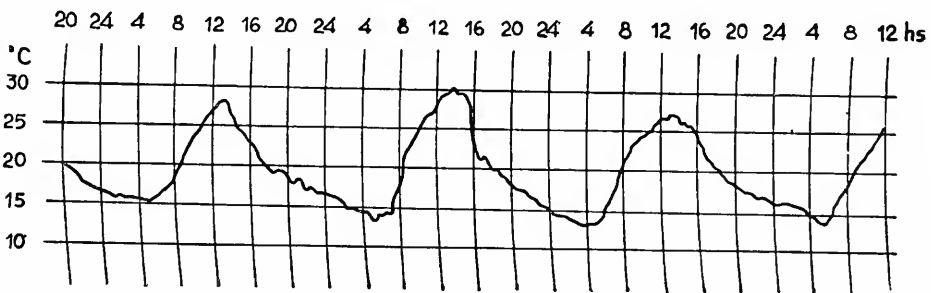


Fig. 2 — Andamento diário da temperatura em alguns dos dias em que foram realizadas as experiências (maio de 1963).

Para cada espécie estudada foram realizados mais de 50 testes, distribuídos em noites diversas. Os tubos permaneceram sempre em condições de céu aberto, expostos às temperaturas ambientes.

A estrutura das folhas, de espécies cuja anatomia foliar ainda não havia sido estudada por nós, foi também investigada, utilizando-nos, para isso, dos métodos usuais em microscopia.

RESULTADOS

a) *Anatomia*

Uma das condições necessárias, mas não suficiente, para a ocorrência do “efeito de De Saussure” é a suculência do órgão assimilador. Associada a esta suculência é indispensável, ainda, a presença de clorofila. Órgãos ou tecidos suculentos desprovidos de clorofila não mostram aquele efeito (5).

Das onze espécies investigadas apenas quatro não tinham sido estudadas quanto à estrutura foliar: *Neoregelia concentrica*, *Aechmea pectinata*, *Quesnelia testudo* e *Canistrum cyathiforme*. A anatomia das folhas das demais espécies já se acha publicada em nosso trabalho anterior (1).

As figuras 3 a 6 representam cortes transversais ao limbo foliar de cada uma das quatro espécies adrede mencionadas.

Como se pode observar, as estruturas das folhas das bromeliáceas aqui estudadas são bastante uniformes e semelhantes. Apenas no caso de *Vriesia inflata* (1) observamos a quase total ausência de suculência. As demais mostram-na em maior ou menor grau, e uma distribuição de clorofila por quase todo o mesófilo.

Entre as orquidáceas, *Maxillaria picta* não apresenta suculência, enquanto que em *Epidendrum ellipticum* ela é bem nítida (1). Em ambas o parênquima clorofiliano é difuso por todo o mesófilo, não se distinguindo palissadas.

As estruturas apresentadas pelas três gesneráceas *Codonanthe gracilis*, *Hypocyrtia radicans* e *Nemathanthus fritschii*, são bem uniformes (1). O parênquima aquífero que lhes confere suculência é acolorofilado, distinguindo-se nitidamente dos parênquimas palissádico e lacunoso.

b) *Fixação e acumulação noturnas de CO₂*

As observações de fixação e acumulação de CO₂ durante a noite pelo método colorimétrico, mostraram que, das onze espécies investigadas, seis deram resultados positivos. As outras cinco, em nenhum dos 250 testes realizados com elas indicaram qualquer assimilação no escuro. Os resultados percentuais dos testes realizados acham-se expressos na Tabela 1.

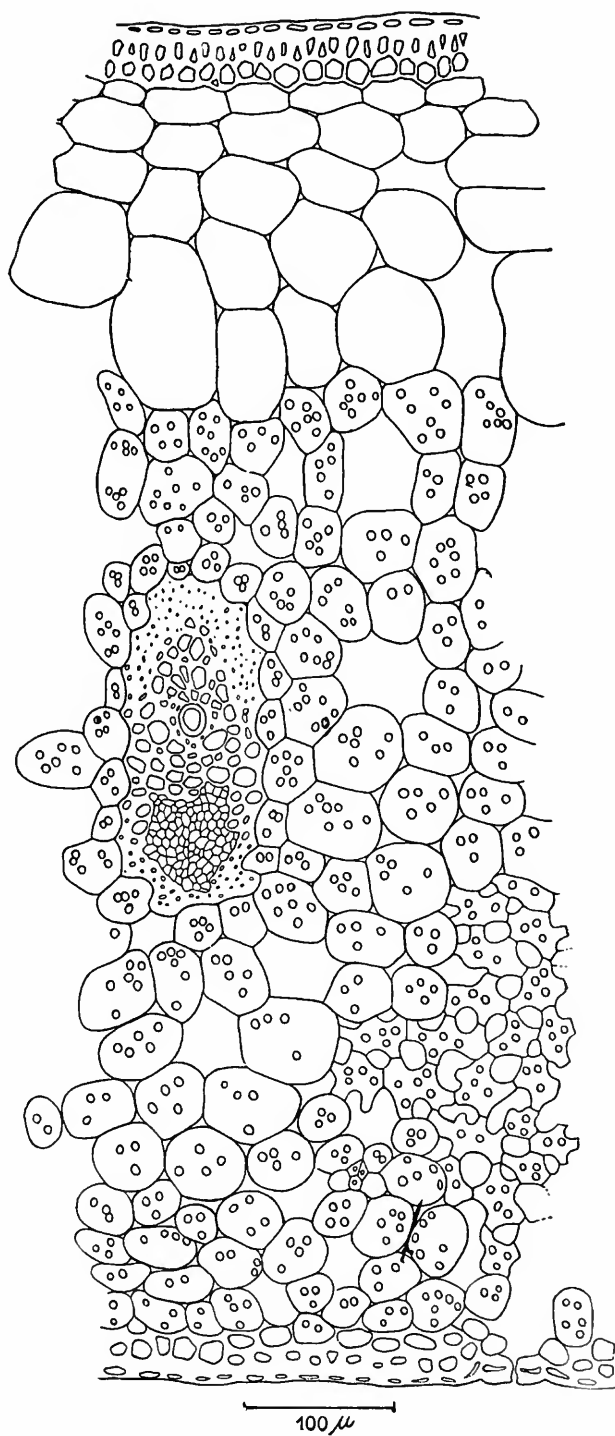


Fig. 3 — Secção transversal da folha de *Aechmea pectinata*.

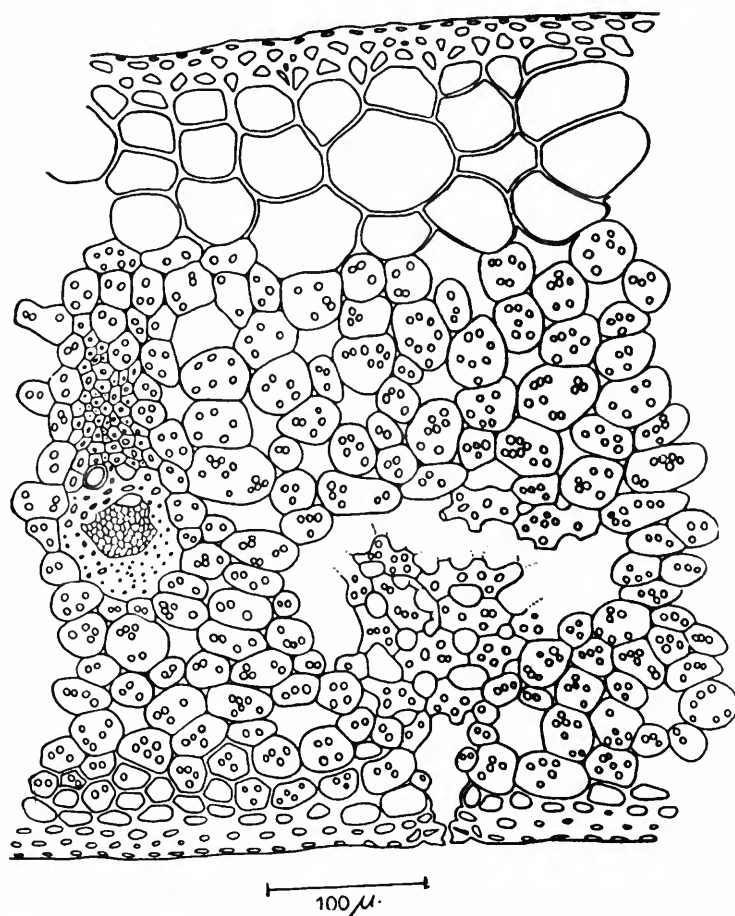


Fig. 4 — Secção transversal da fôlha de *Canistrum cyathiforme*.

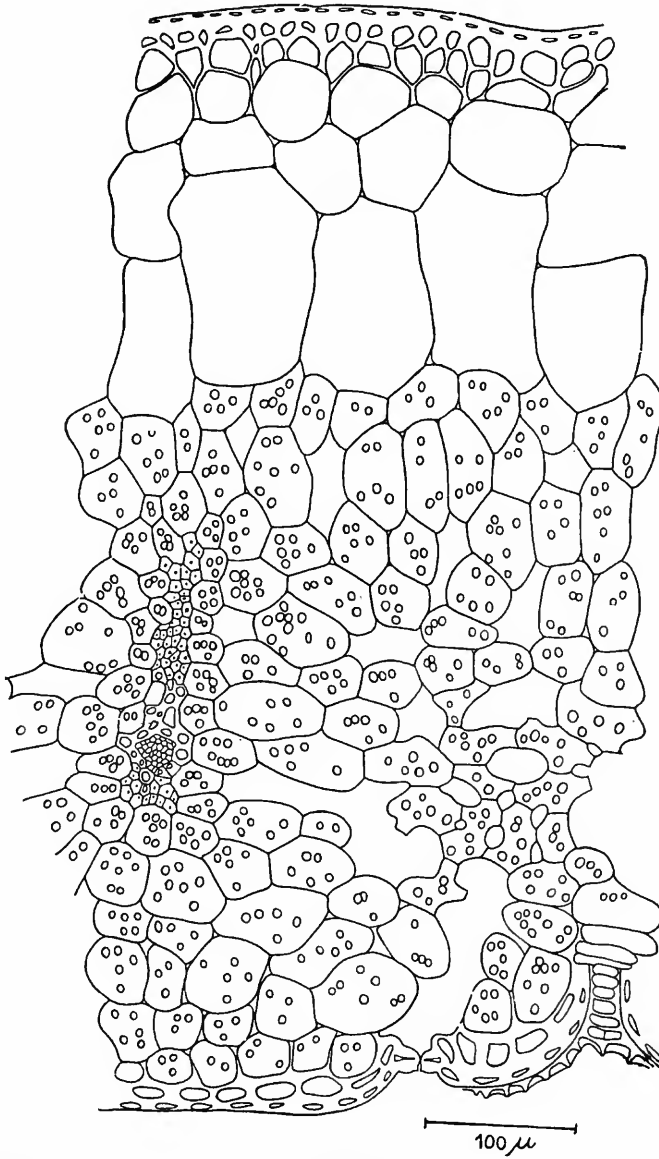


Fig. 5 — Seção transversal da fôlha de *Neoregelia concentrica*.

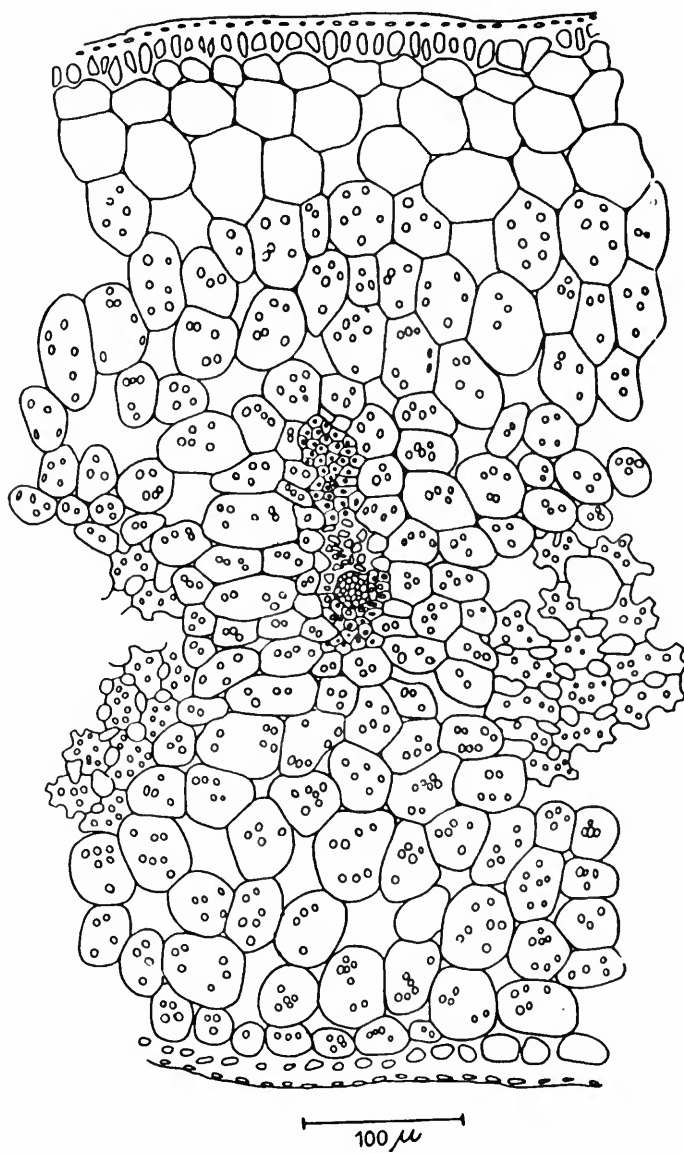


Fig. 6 — Secção transversal da folha de *Quesnelia testudo*.

Tab. 1 — Resultados percentuais dos testes realizados sobre fixação e acumulação noturna de CO₂

Espécies	Família	Sinúsia	Acumul. Not.	
			% +	% —
<i>Aechmea pectinata</i>	Bromel.	epífita	78,9	21,1
<i>Billbergia amoena</i>	"	er. ter.	100,0	0,0
<i>Canistrum cyathiforme</i>	"	er. ter.	100,0	0,0
<i>Neoregelia concentrica</i>	"	epífita	85,1	14,9
<i>Quesnelia testudo</i>	"	er. ter.	94,8	5,2
<i>Vriesia inflata</i>	"	epífita	0,0	100,0
<i>Epidendrum ellipticum</i>	Orchid.	er. ter.	100,0	0,0
<i>Maxillaria picta</i>	"	epífita	0,0	100,0
<i>Codonanthe gracilis</i>	Gesner.	epífita	0,0	100,0
<i>Hypocyrtia radicans</i>	"	epífita	0,0	100,0
<i>Nematanthus fritschii</i>	"	epífita	0,0	100,0

Pode-se observar que em *Billbergia amoena*, *Canistrum cyathiforme* e *Epidendrum ellipticum* 100% dos testes indicaram fixação positiva de CO₂ à noite. Nos casos de *Aechmea pectinata*, *Neoregelia concentrica* e *Quesnelia testudo*, uma certa porcentagem dos testes deu resultados negativos, particularmente significantes nas duas primeiras espécies. Podemos atribuir isto ao mau estado fisiológico de um ou outro segmento de fôlha utilizado ou à incipiente senescência de alguns indivíduos. A alta porcentagem de resultados positivos obtidos com estas espécies assegura-nos, sem dúvida, que elas têm a capacidade de fixar e acumular CO₂ à noite.

Em nossas experiências noturnas a determinação das espécies com "efeito de De Saussure" podia ser feita ao redor das 21 horas, pois, já então, a solução indicadora mostrava, para tais espécies, valores de pH próximos a 8,8. Em tais casos a solução tomava uma coloração intensamente púrpura. Naquelas espécies sem fixação noturna a coloração amarelada da solução indicadora demonstrava ter havido apenas respiração, com conseqüente eliminação de CO₂ pela fôlha no interior do tubo.

Nas observações seguintes, às 24 e 6 horas, o quadro apresentado anteriormente não se modificava, a não ser acentuando cada vez mais a diferença de coloração, para pH mais básicos ou ácidos, em

relação ao contrôlo. Desta forma, às 6 horas, ao término da experiência, era perfeitamente possível distinguir os tubos cujo material fixou CO_2 daqueles onde tal não ocorreu.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentalmente obtidos demonstram que certas espécies suculentas, epífitas ou erbáceas terrestres, da mata pluvial, têm a capacidade de fixar e acumular CO_2 durante o período noturno. Que papel tal capacidade poderia representar para estas espécies, podemos deduzir das observações que se seguem.

A absorção diurna de CO_2 normalmente acarreta para as plantas um certo prejuízo no que se refere ao seu balanço hídrico; a abertura dos estômatos durante o dia, a fim de permitir a entrada do CO_2 possibilita concomitantemente a perda de vapor d'água pela fôlha, isto é, a transpiração. Se as condições de abastecimento hídrico à planta forem precárias, o que pode ocorrer durante períodos de menor pluviosidade, a transpiração não recompensada por uma equivalente absorção poderá provocar o dessecamento dos órgãos e finalmente sua morte. As plantas homeohídricas, particularmente aquelas hidroestáveis, dispõem de adaptações que lhes permitem economizar água, impedindo assim que seu balanço hídrico se torne negativo. Tão logo o déficit de saturação de seus tecidos comece a se acentuar, cerram seus estômatos, reduzindo a transpiração.

Analizando o balanço d'água de plantas da mata pluvial durante períodos eventuais de seca, tivemos o ensejo de observar que algumas epífitas e erbáceas terrestres mantinham seus estômatos praticamente fechados por grande parte do dia (1).

Este mecanismo de defesa contra a seca, se de um lado traz benefícios, no sentido de possibilitar a economia hídrica, de outro tem a desvantagem de impedir que o indivíduo absorva CO_2 para a fotossíntese. A associação deste mecanismo à capacidade de fixar e acumular CO_2 à noite representaria, por certo, a solução ideal. No período noturno as condições de umidade do ar podem ser mais favoráveis, não possibilitando razões de transpiração tão acentuadas a ponto de poderem ocasionar alterações negativas no balanço hídrico das plantas. A absorção de CO_2 nestas horas não teria necessariamente que

pagar um grande tributo em água transpirada. Durante o dia, mesmo mantendo seus estômatos fechados, a planta teria a seu dispor o CO_2 necessário à fotossíntese, desde que a fixação noturna tivesse sido eficiente.

Os resultados aqui apresentados vêm demonstrar que tal associação existe em algumas epífitas e erbáceas terrestres da mata. O aspecto negativo decorrente de seu comportamento em relação à economia hídrica pode, pois, ser anulado, em vista da capacidade que tais plantas possuem de fixar CO_2 à noite.

A ocorrência do “efeito de De Saussure” em tais espécies representa para elas, sem dúvida alguma, mais um mecanismo auxiliar, paralelo, de economia de suas disponibilidades hídricas.

Quanto à estrutura foliar, nossos dados parecem apoiar observações de outros autores de que a assimilação noturna de CO_2 dependa, entre outros fatores, da existência de tecidos suculentos aos quais esteja associado o caráter clorofiliano. Naquelas espécies por nós estudadas, onde os tecidos suculentos eram aclorofilados, não pudemos observar o “efeito de De Saussure”.

Finalmente queremos lembrar aqui que muito poucas informações existem hoje a respeito de fixação noturna de CO_2 por plantas suculentas de grupos como o das bromeliáceas, orquidáceas, gesneráceas e outros, particularmente do ponto de vista bioquímico, o que seria, sem dúvida alguma, altamente desejável.

SUMMARY

In the present paper the author describes some experiments planned for the detection of night fixation of CO_2 in some epiphytes and ground herbs which live in the rain forest. A previous paper showed that some of those plants can keep the stomata closed during the whole day.

The method employed was a very simple colorimetric one. This method is based on pH alterations of a certain solution, caused by the leaves through changes of CO_2 concentration in the air which is in contact with that solution. Of eleven species investigated, six were able to fix and accumulate CO_2 during the night.

The author discusses the possible ecological significance that this adaptation can have in relation to the water balance of those species.

AGRADECIMENTOS

Desejamos consignar aqui nossa profunda gratidão à *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* e à *Rockefeller Foundation*, as quais proporcionaram fundos para a aquisição de drogas e instrumentos utilizados na presente pesquisa.

Ao Sr. Oswaldo Handro devemos a identificação das espécies aqui investigadas.

À Sra. Else G. Kalmus e Srta. Maria José Guimarães agradecemos sua valiosa cooperação na realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — COUTINHO, L. M. — 1962 — Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. Paulo N.º 257, Botânica 18: 1-219.
- 2 — KAUKO, Y. — 1934 — Mathematische und graphische Behandlung des Gleichgewichtes Base-Kohlensäure-Wasser bei den verdünnten Lösungen. Ann. Acad. Sci. fenn. A 39: 1-83.
- 3 — LIETH, H. — 1958 — Grenzen und Anwendungsmöglichkeiten der colorimetrischen CO₂ — Bestimmung. Planta, 51: 705-721.
- 4 — LIETH, H. — 1959 — Über den Lichtkompensationspunkt der Landpflanzen. Planta, 54: 530-576.
- 5 — NUERNBERGK, E. L. — 1961 — Endogener Rythmus und CO₂ — Stoffwechsel bei Pflanzen mit diurnalem Säurerhythmus. Planta, 56: 28-70.
- 6 — PUCHER, G. W., C. S. LEAVENWORTH, W. D. GINTER and H. B. VICKERY — 1947 — Studies in the metabolism of Crassulacean plants: the behavior of excised leaves of *Bryophyllum calycinum* during culture in water. Plant Physiology, 23: 477-493.
- 7 — RANSON, S. L. and M. THOMAS — 1960 — Crassulacean Acid Metabolism. Ann. Rev. of Plant Physiology 11: 81-119.
- 8 — SALTMAN, P., G. KUNITAKE, H. SPOLTER and C. STITTS — 1956 — The Dark Fixation of CO₂ by Succulent Leaves: The First Products. Plant Physiology 31 (6): 464-468.
- 9 — ZELLER, O. — 1951 — Über Assimilation und Atmung der Pflanzen im Winter bei tiefen Temperaturen. Planta, 39: 500-526.

BOLETINS PUBLICADOS PELO DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

N.º 1 — 1937:

RAWITSCHER, F. — Experiências sobre a symetria das fôlhas.

ARENS, K. — Sobre o papel do Potássio na Photosynthese aquática e aérea.

ARENS, K. — O processo de infecção da *Bremia Lactucae*.

N.º 2 — 1939:

RAWITSCHER, F. — Sobre a reprodução vegetativa no gênero *Kalanchoe*.

KLEEREKOPER, H. — Estudo limnológico da Represa de Santo Amaro em São Paulo.

N.º 3 — 1942:

RAWITSCHER, F. K. — Problemas de Fitoecologia com Considerações especiais sobre o Brasil Meridional.

RAWITSCHER, F. K. e FERRI, M. G. — Observações sobre a Metodologia para o estudo da Transpiração Cuticular em Plantas Brasileiras, especialmente em *Cedrela fissilis*.

N.º 4 — 1944:

RAWITSCHER, F. K. — Problemas de Fitoecologia com Considerações especiais sobre o Brasil Meridional. 2a. parte.

FERRI, M. G. — Transpiração de plantas permanentes dos "Cerrados"

N.º 5 — 1947:

RACHID, M. — Transpiração e sistema subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Ema.

N.º 6 — 1948:

FERRI, M. G. e JOLY, A. B. — Partenocarpia induzida com ácido β -naftóxi-acético.

N.º 7 — 1949:

MORRETES, B. L. de — Ciclo evolutivo de *Pilacrella delectans* Möll

JOLY, A. B. — Contribuição para o conhecimento da vegetação do Brasil Meridional. I — Plantas raras ou pouco conhecidas.

N.º 8 — 1950:

JOLY, A. B. — Estudo fitogeográfico dos campos de Butantã (São Paulo).

SCHUBART, O. e RAWITSCHER, F. — Notas sobre os movimentos de água subterrânea de Emas — Pirassununga.

N.º 9 — 1951:

FERRI, M. G. — Foto-Destruição do Fito-Hormônio Ácido indolil-3-Acético por Compostos Fluorescentes.

N.º 10 — 1953:

HUECK, K. — Distribuição e habitat natural do Pinheire do Paraná (*Araucaria angustifolia*).

MORELLO, J. — Transpiración y balance de água de la Bananera en las condiciones de la ciudad de São Paulo.

N.º 11 — 1954:

VILLAÇA, H. e FERRI, M. G. — Transpiração de *Eucalyptus tereticornis*.

VILLAÇA, H. e FERRI, M. G. — On the Morphology of the Stomata of *Eucalyptus tereticornis*, *Ouratea spectabilis* and *Cedrela fissilis*.

JOLY, A. B. — The Genus *Bostrychia* Montagne, 1838 in Southern Brasil. Taxonomic and Ecological Data.

N.º 12 — 1955:

FERRI, M. G. — Contribuição ao Conhecimento da Ecologia do Cerrado e da Caatinga — Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação.

N.º 13 — 1956:

JOLY, A. B. — Addition to the marine flora of Brasil. I.

JOLY, A. B. — The sexual female plants of *Griffithsia tenuis* C. Agardh.

RACHID-EDWARDS, M. — Alguns dispositivos para a proteção de plantas contra a sêca e o fogo.

N.º 14 — 1957:

JOLY, A. B. — Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da baía de Santos e arredores.

N.º 15 — 1958:

FERRI, M. G. — In memoriam Felix Rawischer.

ARENS, K. — Considerações sobre o xeromorfismo foliar

ARENS, K. — O Cerrado como vegetação oligotrófica.

JOLY, A. B. e TEIXEIRA CLOVIS — Observação sobre a anatomia da casca do Guapuruvú, *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake.

FERRI, M. G. e COUTINHO, LEOPOLDO M. — Contribuição ao conhecimento da ecologia do Cerrado. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação em Emas (Est. Paulo), Campo Grande (Est. de Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás).

N.º 16 — 1959:

MORRETES, B. L. e FERRI, M. G. — Contribuição ao Estudo da Anatomia das Fôlhas de Plantas do Cerrado.

SCHUBART, O. — Segunda contribuição sôbre o Movimento da Água Subterrânea de Emas-Pirassununga.

N.º 17 — 1960:

CAMARGO, P. N. — Contribuição para o Conhecimento da Anatomia de "Hymenaea Stilbocarpa" Hayne.

FERRI, M. G. — Nota Preliminar Sôbre a Vegetação de Cerrado em Campo do Mourão (Paraná).

COUTINHO, L. M. e FERRI, M. G. — Transpiração e Comportamento Estomático de Plantas Permanentes de Cerrado em Campo do Mourão (Est. do Paraná).

FERRI, M. G. e LAMBERTI, A. — Informações Sôbre a Economia D'água de Plantas de um Tabuleiro no Município de Goiana (Pernambuco).

N.º 18 — 1962:

COUTINHO, L. M. — Contribuição ao Conhecimento da Ecologia da Mata Pluvial Tropical.

JOLY, A. B. e CORDEIRO, Marilza — Additions to the Marine Flora of Brasil — II.

N.º 19 — 1963:

MEGURO, Marico — Economia d'água de cana de açúcar.

FERRI, M. G. — Evolução do conceito de xerofitismo.

JOLY, A. B. and YAMAGUISHI, N. T. — The life history of *Porphyra atropurpurea*.

JOLY, A. B. and CORDEIRO, M. — Two new species of *Acrochaetium* from Southern Brazil.

