

2531



LABORATORIO DE FICOLÓGIA
FAC. DE CIENCIAS UNAM

2531

**VARIACION MORFOLOGICA ESTACIONAL DE RHIZOLENIA
ALATA BRIGHTWELL EN BAHIA PARAISO, ANTARTIDA OCCIDENTAL**

por

Gustavo Ferreyra
y
Martha E. Ferrario

*

CONTRIBUCION N° 300

DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO

INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO

BUENOS AIRES

1983

VARIACION MORFOLOGICA ESTACIONAL DE RHIZOLENIA
ALATA BRIGHTWELL EN BAHIA PARAISO, ANTARTIDA
OCCIDENTAL(*)

por

Gustavo Ferreyra¹ y Martha E. Ferrario²

RESUMEN.- Se realizó el estudio al microscopio óptico y electrónico de la variación morfológica estacional de muestras de poblaciones que según criterios tradicionales podrían ser referidas a *Rhizosolenia alata*, *Rh. inermis* y sus respectivas subespecies. Se analizó la variación de los caracteres considerados como más significativos (tamaño y forma de los procesos y ultraestructura), complementándose el estudio con datos ambientales (luz y temperatura), así como biológicos (biomasa de pigmentos a lo largo del año) tomados durante el año 1976 y principios de 1977.

Se aplica el concepto de "fase" (Hendey 1937) para definir dicha variación, analizando la incidencia de la forma y el tamaño sobre la flotación de estos organismos. Se establece que la misma es intraspecífica, y por lo tanto ambos nombres son sinónimos, debiéndose reconocer la especie por *Rhizosolenia alata* Brightwell.

SUMMARY.- The study was carried out through optical and electronic microscope of the seasonal morphological variation of population samples that according to traditional criteria could be referred to as *Rhizosolenia alata*, *Rh. inermis* and their respective subspecies. The variation of the specimens considered as more significant (size and shape of the processes and ultrastructure) was analyzed, and the study was supplemented by environmental data (light and temperature), as well as by biological ones (biomass pigments throughout the year) taken during the year 1976 and at the beginning of 1977.

The concept of "phase" (Hendey 1937) is applied to define that variation, analyzing the incidence of the shape and size on the sinking rate of these organisms. It is established that the same is intraspecific and, therefore, both names are synonyms and the species must be recognised as *Rhizosolenia alata* Brightwell.

RESUME.- A l'aide d'un microscope optique et électronique on a fait une étude de la variation morphologique saisonnière d'échantillons de peuplements qui, selon les critè-

* Contribución del Instituto Antártico Argentino N° 300.

(1) Investigador del Instituto Antártico Argentino (IAA).

(2) Prof. Adjunto de la División y Cátedra Sistemática de Plantas Celulares - Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

res traditionnels, pourraient être référés à la *Rhizosolenia alata*, *Rh. inermis* et à ses respectives sous-espèces. On a analysé la variation des caractères considérés comme les plus significatifs (dimension et forme des procès et ultrastructure), complétant l'étude avec des données du milieu (lumière et température) ainsi comme biologiques (biomasse de pigments pendant l'année), qui ont été recueillies en 1976 et au commencement du 1977.

On applique le concept de "phase" (Hendey 1937) pour définir ladite variation, analysant l'incidence de la forme et de la dimension sur le flottement de ces organismes. On établit que la même est intra-spécifique et pourtant les deux nombres sont des synonymes, devant reconnaître l'espèce comme *Rhizosolenia alata* Brightwell.

ZUSAMMENFASSUNG.- Mittels eines optischen und elektronischen Mikroskops hat man das Studium der morphologischen jahreszeitlichen Variation mit Proben von Bevölkerungen durchgeführt die, traditionellen Kriterien gemäss, in Beziehung mit *Rhizosolenia alata*, *Rh. inermis* und ihre Abarten gestellt werden könnten.

Man hat die Variation der Charaktere analysiert die mehr als hervorragend betrachtet wurden (Grösse und Gestalt der Prozesse und Ultrastruktur), und dabei das Studium mit Angaben der Umwelt (Licht und Temperatur) sowie mit anderen biologischer Art (Biomasse von Pigmenten im Lauf des Jahres) ergänzt, die während 1976 und anfangs 1977 gesammelt wurden.

Man wendet die Auffassung "Phase" (Hendey 1937) an, um die genannte Variation festzustellen, indem der Einfall der Gestalt und der Grösse in das Schwimmen dieser Organismen analysiert wird. Es wird bestimmt dass dieselbe introspezifisch ist, und deshalb beide Namen sinngleich sind, und die Art als *Rhizosolenia alata* Brightwell anerkannt werden muss.

I.- INTRODUCCION

El presente trabajo se ha elaborado en base al análisis de un conjunto de muestras de fitoplancton colectadas en bahía Paraíso (lat 64° 53' S, long 62° 53' W), Antártida Occidental, desde fines del verano de 1976, durante el invierno del mismo año y parte del verano de 1977.

El motivo de su ejecución se fundó en el hallazgo de una aparente continuidad morfológica que parece ligar íntimamente a los componentes de las poblaciones de *Rhizosolenia alata* Brightwell y *Rh. inermis* Castracane, así como a las distintas formas de ambas que reconoce la bibliografía consultada. Este hecho dio lugar a sugerir la sinonimia para los taxa específicos, así como para los subespecíficos, que según Vanlandingham (1978) hasta el presente serían los siguientes:

Rhizosolenia alata Brightwell

- fa. *digitata* (Dangeard 1927:387, fig. 47)
- fa. *gallaecica* (Osorio Tafall 1936:74, figs. 20-27).
- fa. *gracillima* (Cleve, en Cleve et Möller 1878; Cleve 1881; Grunow en Van Heurck 1882, lám. 79, fig. 8).
- fa. *curvirostris* (Gran 1900:120, lám. 9, fig. 22).
- fa. *indica* (H. Peragallo 1892) Hustedt 1929:602, fig. 346.

Rhizosolenia inermis Castracane

- fa. *rostrata* (Heiden et Kolbe 1928:522, lám. 8, fig. 162; lám. 9, fig. 167).

Hay antecedentes sobre el tema para la Antártida, pero con un enfoque parcial, ya que los muestreos fueron esporádicos y si bien se mencionan variantes en los caracteres no se llegan a dar conclusiones definidas (Manguin 1960; Frenguelli 1960; Frenguelli y Orlando 1958; Ferreyra y Tomo 1979; etc.).

II.- MATERIALES Y METODOS

Se colectó un total de 37 muestras cualitativas a lo largo del año, tomadas mediante arrastres con red de 55 μ de apertura de malla, a unos 300 m de la costa. Las mismas fueron fijadas con formol neutralizado al 5% dándoseles un ordenamiento de colección.

En principio se trató de lograr una regularidad en los intervalos de muestreo, pero por último esa tarea se vio supeditada a las posibilidades operativas dadas por el estado del tiempo. En el Cuadro III se detallan las fechas en que se llevaron a cabo las distintas pescas.

Los datos ambientales y de pigmentos fotosintéticos utilizados son los ya presentados por Ferreyra y Tomo, 1979, en la descripción de la variación cuantitativa estacional de las diatomeas del fitoplancton de bahía Paraíso, aunque las fechas de extracción de datos y los muestreos cualitativos no siempre coinciden.

1. Microscopía óptica:

Los conteos celulares para el cálculo de relaciones porcentuales se realizaron sobre submuestras sin tratar, usando un microscopio invertido Utermöhl.

Para los estudios morfológicos al microscopio óptico se oxidó el material con permanganato de potasio en medio ácido y agregado de peróxido de hidrógeno a las 24 horas, lavando con agua destilada hasta su neutralización.

Por último se efectuaron montajes en Bálsamo de Canadá, y los preparados pasaron a formar parte de la colección de estudio del Instituto Antártico Argentino.

El análisis se efectuó con un Microscopio Wild M20 dotado de un equipo de microfotografías, cámara clara y condensador con contraste de fases.

2. Microscopía electrónica:

Se trabajó con un equipo de microscopía electrónica de transmisión (MET) facilitado por el Instituto de Embriología, Biología e Histología, Cátedra "A" de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de la Plata y con el Microscopio del Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) perteneciente al Instituto de Neurobiología del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

a) **Microscopio Electrónico de Transmisión:** para la eliminación de la materia orgánica se utilizó el método anteriormente descripto.

Los ejemplares estudiados fueron seleccionados bajo el microscopio óptico y separados del resto del material por medio de un micromanipulador. Seguidamente, las células aisladas fueron colocadas sobre grillas cubiertas por una película de parlodium, sometidos luego a desecación lenta bajo una lámpara.

b) **Microscopio Electrónico de Barrido:** se siguió un procedimiento análogo al aplicado con el MET, pero en este caso las muestras fueron montadas sobre trozos cuadrangulares de vidrio de 5 mm de lado.

III.- ANTECEDENTES

Las especies reconocidas por algunos autores como *Rhizosolenia alata* Brightwell y *Rh. inermis* Castracane, se caracterizan por una gran variación morfológica y su estudio puede llevar a interpretaciones erróneas en lo que hace a la sistemática, principalmente al tratarse los taxa subespecíficos.

Resulta bastante complicado establecer con claridad, las diferencias que determinan la existencia de uno u otro rango infraespecífico en estas dos especies. Ello se debe a que los caracteres tomados en cuenta para su identificación, no son lo suficientemente precisos.

El primer taxón fue creado por Brightwell en 1858, mientras que el segundo lo fue por Castracane en 1886. Desde entonces han sido varios los autores que los han estudiado, algunos de los cuales les asignaron distintos rangos según el caso.

Osorio Tafall (1936) sigue el criterio de Pavillard (1925), quien considera posible dividir al grupo en dos series; una encabezada por *Rh. alata* y la otra por *Rh. inermis*, usando como criterio clasificatorio, el tipo de banda conectival y la simetría celular.

Este enfoque se ajusta adecuadamente a la sinonimia recomendada por Vanlandingham (1978), esquema que será utilizado como punto de partida para el análisis en este trabajo.

Las disimilitudes entre las formas de ambas especies se fundan, en gran medida, en los tamaños relativos así como también en la morfología, principalmente de los procesos. Al revisar los valores dados por la bibliografía se aprecia que existe una tendencia a un "continuum" de los mismos, habiendo en algunas citas superposiciones bastantes notables (Cuadro I).

IV.- OBSERVACIONES

Al comparar con nuestro material las descripciones morfológicas sobre el tema, se observa una coincidencia con todas las formas expuestas, apareciendo además una cantidad de ejemplares cuya morfología y medidas son intermedias entre aquellas.

Este hecho se ve reforzado por el hallazgo de gran cantidad de individuos que presentan ambas valvas con caracteres de una u otra forma, característica esta que no se podría atribuir a un proceso de auxosporulación ya que los diámetros de ambas valvas son iguales.

En la Lámina I se presenta un esquema en el que se han dibujado ejemplares transicionales de las especies en estudio y sus formas.

Se puede apreciar allí una polaridad dada básicamente por el aspecto y tamaño del proceso apical, ocupando un extremo los ejemplares con procesos truncados (*Rh. inermis* y *Rh. alata* fa. *gracillima*) y el otro, aquellos que lo presentan más o menos desarrollado y que parecen acercarse a la forma *curvirostris* de *Rh. alata*.

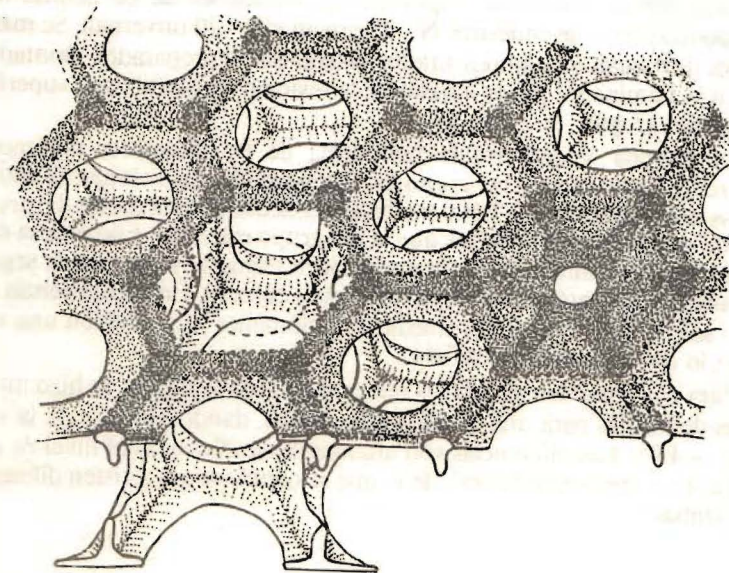
1.- Distribución estacional:

La aparición del conjunto de caracteres morfológicos y estructurales señalados anteriormente, muestra una marcada correspondencia con las variaciones del ambiente. En efecto, durante los períodos de mayor intensidad de luz y temperatura, prácticamente la totalidad de los individuos encontrados pertenecen a la especie *Rh. inermis* y a la forma *gracillima* de *Rh. alata*, mientras que durante los lapsos de mayor "stress" ambiental llegan a hacerse numéricamente importantes los hallazgos de células con características pertenecientes al resto de las formas de *Rh. alata*, incluyendo a la variedad tipo de la misma y la forma *rostrata* de *Rh. inermis*. No obstante, se encuentra durante todo el año en las pescas a la especie de Castracane.

2.- Caracteres ultraestructurales:

Al estudiarse la ultraestructura al MET y MEB se observó, por un lado, que la pared celular de *Rh. inermis* presentaba una distribución locular regular (60 lóculos cada 10 micrones), y poros interloculares (Okuno 1960), con paredes más engrosadas, dispuestos irregularmente y cada uno rodeado por 6 lóculos (Lám. II, fig. 3 y 4). Por otro lado, las formas con proceso no truncado, es decir los ejemplares que según el esquema transicional propuesto tienden a las formas *curvirostris* o *rostrata* (Lám. II, fig. 6-12), presentaron un ordenamiento y número de lóculos semejantes (55 cada 10 micrones), pero con un aumento en el espesor de la pared, así como con un creciente "taponamiento" de los mismos (Lám. II, figs. 5, 6, 11, 13 y 14), llegándose a ver en algunas bandas conectivales que la pared celular aparece prácticamente sin estructuras distinguibles excepto aquéllas dadas por perforaciones que parecen corresponderse con los poros interloculares por el tipo de distribución que presentan (Lám. II, fig. 12).

El esquema siguiente, basado en el presentado por Okuno (1966), fue realizado con material colectado en verano y da una idea tridimensional de la estructura de los lóculos, y de un poro interlocular.



Merecen aquí tenerse en cuenta algunas observaciones de Hasle (1975) acerca de *Rh. alata* Brightwell. Esta autora no hace en ese trabajo, ninguna distinción entre las varias formas descritas para la especie, ya que no encuentra evidencia de las variaciones cualitativas dadas por otros. Sin embargo, hace mención de que el cultivo con el cual trabajó se correspondía en tamaño y forma con la *índica*, la que al cabo de un par de años se transformó en la forma *alata*.

A nivel de la estructura de la pared celular, la diferencia que expone para ambas está dada por la cantidad de lóculos que rodea a los poros interloculares; mientras que en la forma *índica* estaban rodeados por cuatro, en el resto de las formas examinadas, lo estaban por seis.

3.- Relación Superficie/Volumen:

Wimpenny (1936), analiza las relaciones existentes entre los diámetros de algunas especies y la salinidad y temperatura del agua de mar. Compara en su trabajo lo que ocurre con varios géneros con respecto a los parámetros recién mencionados (a partir de datos propios y de otros autores).

La conclusión a la que arriba es que en muchos casos, las especies o variedades del rango genérico que viven en aguas más frías son más pequeñas que aquellas que lo hacen en las zonas de mayor temperatura, y que la salinidad en general, no tendría una influencia notable en este hecho.

El autor también considera que este aumento sería una estrategia de compensación de la relación entre asimilación y respiración, ya que no se podría explicar un incremento en condiciones de menor viscosidad en el agua (hecho que aceleraría más la velocidad de decantación de las células).

Al elevarse la temperatura se produce el consiguiente aumento de la respiración, pero la asimilación, no experimentaría un ascenso a la misma velocidad. Esto produciría un desbalance que podría llegar a matar a la célula.

La razón del mayor diámetro en las especies de aguas más cálidas sería resolver esto, pues es sabido, que un mayor tamaño implica una reducción en las tasas de reproducción y respiración.

Con referencia a lo antedicho, los autores opinan que un mayor diámetro no significa necesariamente un mayor volumen ni tampoco una menor superficie relativa, parámetros estos que quizás podrían definir mejor esta situación.

A fin de obtener alguna información acerca de estos aspectos se compararon las superficies relativas y los volúmenes de los individuos con proceso truncado (estivales) y los que lo poseen más o menos desarrollado (invernales).

Para ello se calcularon superficies y volúmenes de 60 células de cada grupo, correspondientes a las muestras N° 2 (estival) y N° 20 (invernal). Se midieron los especímenes que caían en campos tirados al azar sobre preparados montados en agua.

En la Lámina IV puede apreciarse la relación existente entre superficie y volumen para ambos grupos.

La Lámina V muestra la frecuencia de los diferentes volúmenes para cada muestreo y en el Cuadro II figuran los valores de las mediciones. Como se ve, la moda para las dos fases es igual (7.500 micrones cúbicos), pero la media del grupo invernal no coincide con la misma mientras que la del grupo estival sí. Ello estaría explicado por la mayor dispersión alrededor de la media de la primera, ya que en la segunda no aparecen valores superiores a los 15.000 micrones cúbicos. En consecuencia el grupo invernal no sólo tiene un mayor promedio de volúmenes sino también una mayor variabilidad en lo que a tamaño se refiere.

Para comparar las superficies relativas de ambos grupos, se hizo un ensayo de diferencias de medias para una distribución normal, dando un valor de la variable tipificada $z = -4,01$. Las diferencias son altamente significativas al nivel de significación de 0,01 para un ensayo unilateral, de lo que se concluye que existen diferencias concretas entre ambas series de mediciones.

4.- Aspectos ecológicos:

En la Lámina III se han colocado las frecuencias relativas de *Rh. inermis* y *Rh. alata* fa. *gracillima* (como fase estival), y el resto de los taxa en conjunto (como fase invernal), tomando en cuenta también aquellos casos en los que aparecen células de una forma o especie en una valva y de otra en la valva opuesta.

En la misma lámina puede apreciarse la correspondencia que existe entre las modificaciones en las cantidades de ambos grupos con la variación estacional de la biomasa del fitoplancton y dos variables ambientales (heliofanía efectiva y temperatura superficial del agua).

También se adicionó allí un gráfico en el que se muestra el comportamiento estacional de la relación entre las clorofilas a y c, cuya curva mensual muestra una tendencia semejante a la dada por los histogramas de frecuencia recién mencionados.

Este cociente brinda una interesante información acerca del estado del sistema fitoplanctónico, ya que durante los lapsos en que ocurren florecimientos arroja valores mayores que aquellos que se dan para los periodos en que aparecen limitantes ambientales del crecimiento. Además se pueden establecer asociaciones coherentes entre la riqueza específica y el mencionado índice. Efectivamente, cuando éste presenta valores altos, la primera los da bajos, y viceversa.

El índice de correlación lineal entre la heliofanía efectiva y la biomasa de clorofila arroja un valor de 0,93, altamente significativo con un 95% de confianza aplicando un test de t, y de 0,94 para la relación entre temperatura y clorofila, con igual conclusión.

Lo mismo ocurre en el caso de la heliofanía y la temperatura enfrentadas con el índice de clorofilas a/c, que da como resultado 0,88 y 0,94 respectivamente, utilizando el mismo test e igual confianza.

Como un aporte descriptivo más, se dan en las Láminas VI y VII dos gráficos en los que se han volcado regresiones lineares múltiples entre las dos variables independientes recién mencionadas, y la concentración de clorofila a y el cociente de las clorofilas a/c.

Allí puede apreciarse con bastante claridad la semejanza entre las tendencias de ambas series de datos.

V.- CONCLUSIONES

1.- Taxonómicas:

En atención a lo expuesto hasta aquí, los autores piensan que no hay razón para considerar como válidos a los diferentes taxa subespecíficos de *Rh. alata*, así como tampoco tomar a *Rh. inermis* como taxón distinto del anterior.

En consecuencia, la fa. *rostrata* de *Rh. inermis*, esta última y las formas *gracillima*, *gallaecica*, *curvirostris* e *indica* de *Rh. alata* son sinónimos, interpretándose como variaciones de la variedad tipo en el sentido linneano, es decir, afectadas de plasticidad fenotípica en respuesta a las variantes del ambiente, reconociéndose a la especie y sus diferentes formas ecológicas como *Rh. alata* Brightwell.

2.- Ecológicas:

De acuerdo con lo observado, todas las formas con procesos no truncados parecen entrar dentro de la definición de esporo de resistencia endógeno, ya que en muchas oportunidades se las observó dentro de valvas cuya estructura se correspondía con la de *Rh. inermis* o de aquellas formas con un grado intermedio de desarrollo (característica presente en la División Chrysophyta).

Esta suposición se ve justificada por el engrosamiento que estas formas presentan en la pared celular, y por el hecho ya mencionado de que su frecuencia es mayor durante los periodos en que el ambiente es más desfavorable para el crecimiento de las microalgas.

Para la descripción de este fenómeno podría ser de utilidad el concepto de "fase" enunciado por Hendey (1937), con algunas modificaciones.

La mencionada autora considera que: "A collection of individual variants under any given set of environmental factors constitutes what I call a phase". Estas variantes, por lo que se deduce del texto, son exclusivamente fenotípicas.

Este criterio se ajusta adecuadamente a los requerimientos explicativos de este trabajo, pero no ya para definir un gradiente de frecuencias de distintas combinaciones de caracteres en el espacio, sino en el tiempo.

En consecuencia, *Rh. alata* presenta dos fases, una estival y la otra invernal que se distribuyen a lo largo del año. Manejándonos con la nomenclatura utilizada hasta el presente, y sin considerar en este momento la sinonimia propuesta en este trabajo, a los fines descriptivos, tendríamos como **fase estival** a los taxones considerados por otros como *Rh. inermis* y la fa. *gracillima* de *Rh. alata*, y como **fase invernal**, a *Rh. alata* con sus formas *gallaecica*, *curvirostris* e *indica* y la fa. *rostrata* de *Rh. inermis*.

El siguiente cuadro comparativo resume las diferencias más notables entre los dos grupos considerados:

fase estival	fase invernal
— ápices truncados.	— ápices con procesos de mayor o menor tamaño.
— hábito de vida típicamente colonial.	— tendencia al abandono del hábito de vida colonial.
— pared celular fina, típicamente locular, con poros loculares más engrosados y distribuidos al-azar.	— pared celular más o menos engrosada, con paulatino "taponamiento" de los lóculos.

Con nuestro material ocurre un fenómeno inverso al que podría esperarse aceptando los supuestos de Wimpenny, ya que los tamaños menores se registraron durante los períodos de mayor temperatura (no sólo con respecto al volumen sino también al diámetro).

En esos momentos la tasa de reproducción era sensiblemente más alta (vale la pena aclarar que durante el período Febrero-Marzo de 1976, la fase estival fue dominante con respecto al resto de las especies de diatomeas en todos los muestreos).

La no correspondencia con lo descrito por este autor quizá por un lado se deba a que se trata de una misma especie, y por el otro a que el rango de variación de la temperatura es mínimo (ver Lámina III).

Por otro lado, sería de esperar, que de acuerdo a la forma, la superficie relativa de la fase invernal fuese mayor que la estival; sin embargo, en la realidad ocurre un fenómeno opuesto. De manera que la mayor superficie relativa de la fase estival se podría explicar por la disminución en el tamaño que presenta ésta.

Ello parece coherente y estaría ligado a la mayor tasa de multiplicación (favorecida en consecuencia por una mayor área de asimilación) de la especie, durante las épocas del año con presiones ambientales más atenuadas.

Si bien el hecho de que las células de esta fase al ser más pequeñas retardarían la sedimentación, no hay que olvidar que en la naturaleza, de ordinario, no se encuentran solitarias sino formando grandes colonias aciculares. Esto tendría un efecto opuesto al de facilitar la flotación, de manera que quizás aquí sea prudente tener en cuenta el estado fisiológico de estos organismos para comprender lo que ocurre, ya que las células en crecimiento suelen demorar más su caída a niveles inferiores (Margalef 1957).

Es intención de los autores completar este primer estudio con la edición de información proveniente de cultivos sometidos a la influencia de distintas variables físicas y químicas, a fin de explicar adecuadamente su comportamiento en condiciones experimentales.

VII.- AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la revisión crítica y valiosos consejos acerca del presente trabajo al Dr. Jorge Crisci y a la Lic. Susana Damborenea.

Al Dr. Amado Flores Badrán por sus interesantes puntos de vista en la interpretación del material analizado bajo el MET, así como por el manejo del mismo, y a las Sras. Nora M. Galván y Nilda Malacalza por las tareas de mecanografiado y dibujo, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRACANE, A. 1886. Report on the Scientific Results of the voyage of H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876; Botany, 2. 178 pp., 30 pl. *Her Majesty's Stationery Office*. London.
- CUPP, E. 1943. Marine Plankton Diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Institution of the University of California*, La Jolea 5 (1):1-238.
- FERREYRA, G. y A. TOMO. 1979. Variación estacional de las Diatomeas planctónicas en Pto. Paraiso - I. Contrib. N° 264. *Inst. Ant. Arg.*: 149-184.
- FRENGUELLI, J. 1960. Diatomeas y Silicoflagelados recogidos en Tierra Adelia durante las expediciones polares francesas de Paul-Emile Victor (1950-1952). *Rev. Algol.* (n.s.) 5(1):1-48, 5 láms.
- FRENGUELLI, J. y H. ORLANDO. 1958. Diatomeas y Silicoflagelados del Sector Antártico Sudamericano. *Inst. Antártico Argentino*, Publ. n° 5:13-191, 17 láms.
- HART, T. J. 1942. Phytoplankton periodicity in Antarctic surface waters. *Discovery Reports* 21:263-348.
- HASLE, G. 1975. Some living marine species of the Diatoms Family Rhizosoleniaceae. *Nova Hedw.*, Beih. 53:99-140, 13 láms., 154 figs.
- HEIDEN, H. y R. W. KOLBE. 1928. Die marinen Diatomeen der deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. *Deutsche Südpolar Expedition*, Botanik 8 (5):450-714.
- HENDEY, N. I. 1937. The plankton diatoms of the Southern seas. *Discovery Reports*, 16: 151-364, 8 pls.
- 1964. An introductory account of the smaller Algae of British coastal waters. V: Bacillariophyceae (Diatoms). *Her Majesty's Stationery Office*, London, 317 pp., 45 pls.
- KARSTEN, G. 1905-1907. Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer "Valdivia" 1898-1899*, II(2):1-136, lám. 1-19.
- MANGUIN, E. 1960. Les Diatomées de la Terre Adélie Campagne du "Commandant Charcot" 1949-1950. *Annales des Sciences Naturelles*, 12e ser. 1(2):223-363, 31 pls.
- MARGALEF, R. 1957. Nuevos aspectos del problema de la suspensión en los organismos planctónicos. *Serv. Pesqueros*, 7:105-116.
- OKUNO, H. 1957. Electron-microscopical study on fine structures of diatom frustules XV. Observation on the genus *Rhizosolenia*. *Bot. Mag.*, Tokyo, 70 (826):101-107.
- 1968. Electron-microscopical study on fine structures of diatom frustules XX. Observation on genus *Rhizosolenia*. *Bot. Mag.*, Tokyo, 81(956):79-88.
- OSORIO-TAFALL, B. F. 1936. La auxosporulación en *Bacteriastrum hyalinum* Lauder. *Bol. Soc. Española de Historia Natural*, 36 (2):61-90.
- PAVILLARD, J. 1925. Bacillariales. *Report Danish Oceanogr. Expedition 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent seas*, II Biology, 9:1-72.
- PERAGALLO, H. 1892. Monographie du genre *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins. *Le Diatomiste*: 1-23, 5 láms.
- ROBINSON, G.A. 1957. The forms of *Rhizosolenia alata* Bright. *Bull. Marine Zoology*, IV(36):203-209.
- VAN HEURCK, H. 1909. Diatomés. Resultats du voyage du S. Y. "Belgica" en 1897-1899. *Expédition Antarctique Belge*, VI, Botanique :1-126.
- WIMPENNY, R. S. 1936. The size of Diatoms I. The diameter variation of *Rhizosolenia styliformis* Bright. and *R. alata* Bright. in particular and of pelagic marine diatoms in general. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* 21:29-60.

DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO
INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO

CUADRO I

	<i>Rh. alata B</i>		<i>fa. curvirostris</i>		<i>fa. gallaecica</i>		<i>fa. gracillima</i>		<i>fa. indica</i>		<i>Rh. Inermis</i>		<i>fa. rostrata</i>		<i>var. genuina</i>	
	φ	L	φ	L	φ	L	φ	L	φ	L	φ	L	φ	L	φ	L
CUPP (1943)	7-18	> 1 mm	13-24				4-7		16-54		12-13					
MANGUIN (1960)	9-25	700					3,5-6	450	29-38		9-17					
OSORIO-TAFALL (1936)					20-40		hasta 7		40						7-20	
HENDEY (1937)	10-20	750					4-7	> 500	20-60		10-20					
HUSTEDT (1929)	7-15	700														
HENDEY (1964)	8-15	> 600	8-15				4-6	> 100	20-60							
HEIDEN Y KOL- BE (1928)							5-7			7-39	212-945		176-415			
GRAN (1905) (en Robinson 1957)									48						7-15	
PAVILLARD (1925) (en Robinson 1957)									48-70						< 20	
BODEN (1950) (en Robinson 1957)	7-15						4-7		20-60							

φ diámetro

L Largo

CUADRO II

	Fase Invernal			Fase Estival		
	S	V	S/V	S	V	S/V
1	9179,33	38294,76	0,24	3209,96	6511,58	0,49
2	2684,16	7451,27	0,36	4739,44	8725,28	0,54
3	2193,07	4294,30	0,51	3149,81	5743,22	0,55
4	11527,53	48642,03	0,24	4739,44	8725,28	0,54
5	12542,14	42416,25	0,70	5277,93	11300,54	0,47
6	16575,10	78559,48	0,23	3561,94	6516,35	0,55
7	7759,05	34169,53	0,23	2191,00	2699,81	0,81
8	13411,43	46939,40	0,29	2143,24	3713,21	0,58
9	6476,99	17832,39	0,76	2007,59	3468,92	0,58
10	15678,95	49049,37	0,32	3755,19	6616,19	0,57
11	10434,43	29754,97	0,35	3219,38	7283,00	0,44
12	2771,37	7759,49	0,36	2468,79	4299,51	0,57
13	5699,69	16122,03	0,35	4089,79	10553,34	0,39
14	4010,80	10143,93	0,40	4159,87	11807,36	0,35
15	2939,15	4894,85	0,60	5122,22	10529,36	0,49
16	4040,71	6795,62	0,59	3671,54	7481,39	0,49
17	7663,22	24183,26	0,32	2712,96	4739,23	0,57
18	3691,57	5346,90	0,69	3076,95	5394,74	0,57
19	2672,35	4513,26	0,59	3110,86	7122,42	0,44
20	2075,51	2829,69	0,73	3617,28	8338,44	0,43
21	4358,98	9565,32	0,46	3133,47	5496,53	0,57
22	5520,01	15551,34	0,35	2893,82	6601,27	0,44
23	4964,92	13723,68	0,36	3074,69	7035,56	0,44
24	1437,95	1954,04	0,73	3074,69	7035,52	0,44
25	2135,72	5501,17	0,39	4252,56	10993,06	0,39
26	3650,71	5661,96	0,64	4124,00	9554,46	0,43
27	2586,52	4919,06	0,53	3149,29	6384,12	0,49
28	3370,97	6539,17	0,52	3508,76	8077,86	0,43
29	3993,03	5815,24	0,69	3180,95	6450,62	0,49
30	3672,80	8313,84	0,44	2334,65	2759,57	0,85
31	2336,21	2678,72	0,87	5495,25	12847,86	0,43
32	3166,72	7118,25	0,44	3988,05	9228,74	0,43
33	2642,96	3550,35	0,74	1309,00	1160,37	1,13
34	4084,25	6936,82	0,59	1173,36	1038,23	1,30
35	4793,15	14764,97	0,32	2226,89	3257,20	0,68
36	4904,01	14353,41	0,34	2091,24	3053,63	0,68
37	4381,89	15268,14	0,29	3165,12	4665,27	0,68

VARIACION MORFOLOGICA ESTACIONAL DE RHIZOLENIA ALATA BRIGHTWELL EN BAHIA PARAISO. ANTARTIDA OCCIDENTAL

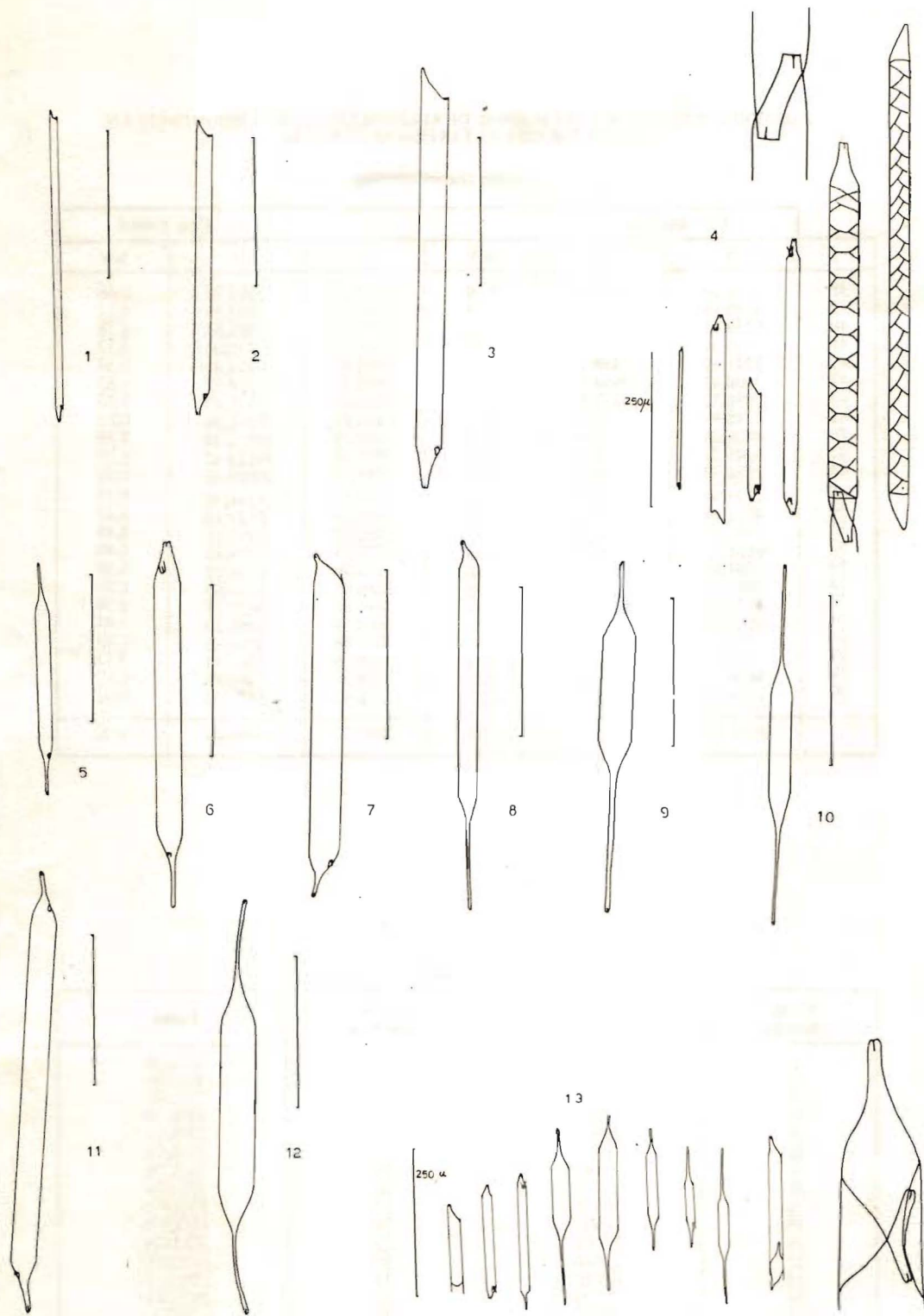
11

Cuadro II (continuación)

	Fase Invernal			Fase Estival		
	S	V	S/V	S	V	S/V
38	3138,10	5281,19	0,59	2317,32	3392,92	0,68
39	4980,78	12661,02	0,39	2168,11	1933,96	1,12
40	5253,17	14797,65	0,36	2251,76	3908,64	0,58
41	3695,41	8201,37	0,45	1602,91	1425,03	1,12
42	3341,59	7448,14	0,45	3698,67	6514,41	0,57
43	3608,42	7994,51	0,45	1663,95	1954,32	0,85
44	2978,82	4237,15	0,70	1844,81	2171,47	0,85
45	3248,89	6802,46	0,48	1808,64	2128,04	0,85
46	4426,86	13721,87	0,32	4089,79	10553,34	0,38
47	5445,35	16858,23	0,32	3927,00	10113,62	0,39
48	2524,50	4756,68	0,53	3886,32	10003,69	0,39
49	1913,91	3571,27	0,54	3642,15	9344,10	0,39
50	4811,16	13776,16	0,35	3085,99	6521,12	0,49
51	3997,63	7150,48	0,56	2959,39	5995,11	0,49
52	6151,12	17264,08	0,36	3737,48	7619,93	0,49
53	1664,31	4158,82	0,40	3275,90	6650,12	0,49
54	3400,45	6021,30	0,56	1266,05	1476,60	0,86
55	4078,99	8065,54	0,51	1844,81	3175,77	0,58
56	6119,11	17209,46	0,36	2604,44	5906,39	0,44
57	3873,41	12612,39	0,31	2025,68	4516,66	0,45
58	3090,69	6272,83	0,49	3328,46	6307,44	0,53
59	3636,72	9129,27	0,37	1754,38	2062,89	0,85
60	1144,13	1566,74	0,73	3176,99	5131,79	0,62
	4875,85	13776,16	0,35	3069,37	6095,77	0,50

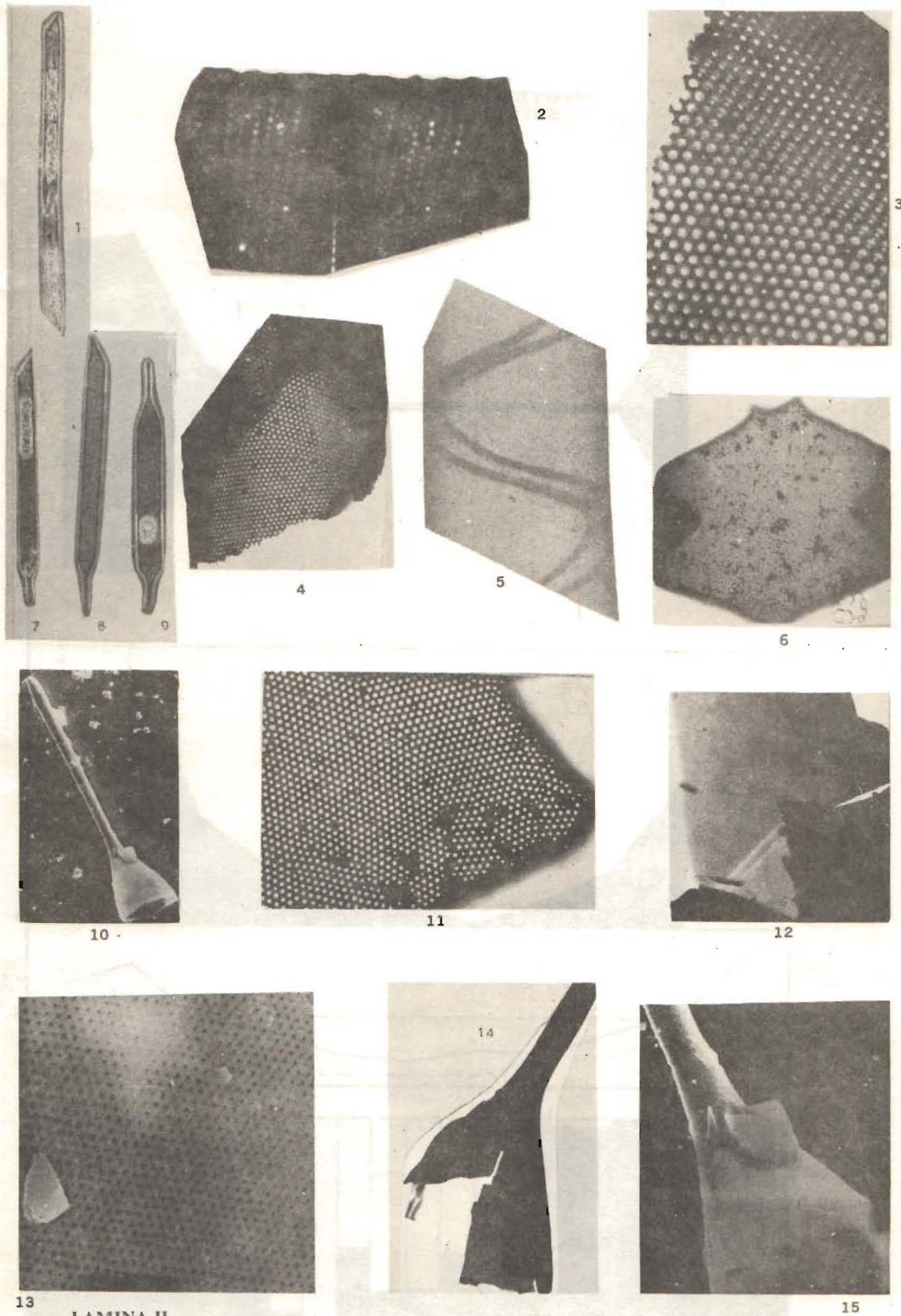
CUADRO III

Nº de muestra	Fecha	Nº de muestra	Fecha
1-	20/II/76	19-	20/X/76
2-	18/III/76	20-	6/X/76
3-	30/III/76	21-	7/X/76
4-	12/IV/76	22-	13/X/76
5-	29/IV/76	23-	23/X/76
6-	8/V/76	24-	29/X/76
7-	15/V/76	25-	31/X/76
8-	27/V/76	26-	6/XI/76
9-	4/VI/76	27-	17/XI/76
10-	6/VI/76	28-	16/XI/76
11-	17/VI/76	29-	2/XII/76
12-	23/VI/76	30-	10/XII/76
13-	6/VII/76	31-	19/XII/76
14-	12/VII/76	32-	28/XII/76
15-	19/VII/76	33-	2/II/77
16-	6/IX/76	34-	8/II/78
17-	14/IX/76	35-	13/II/78
18	17/IX/76	36-	19/II/78
		37-	28/II/78



LAMINA I

- Fig. 1: *Rhizosolenia alata* fa. *gracillima*
 Fig. 2-3: *Rhizosolenia inermis*
 Fig. 4: *Rh. inermis* y *R. alata* fa. *gracillima*
 Fig. 5: *Rh. alata*
 Fig. 6-9: formas transicionales
 Fig. 10: *Rh. inermis* fa. *rostrata*
 Fig. 11: *Rh. alata* fa. *indica*
 Fig. 12: *Rh. alata* fa. *curvirostris*
 Fig. 13: formas transicionales



LAMINA II

- Fig. 1: *Rhizosolenia alata*, fase estival (MO x 200)
 Fig. 2: extremo del proceso de la fase estival (MO x 200)
 Fig. 3: lóculos y poros interloculares en un ejemplar de verano (MET x 28.600)
 Fig. 4: vista general de la loculación en un ejemplar de verano (MET x 9.800)
 Fig. 5: vista general de la loculación de un ejemplar de verano (MET)
 Fig. 6: vista general de una banda conectival de la fase estival (MET x 3.600)
 Figs. 7-9: formas transicionales (MO x 200)
 Fig. 10: vista general del proceso en un ejemplar de la fase invernal (MEB x 1.500)
 Fig. 11: detalle del taponamiento parcial de los lóculos en una banda conectival de la fase invernal (MET x 14.100)
 Fig. 12: taponamiento total de los lóculos en una banda conectival de la fase invernal (MET x 2.500)
 Fig. 13: detalle del taponamiento parcial de los lóculos en una banda conectival de la fase invernal (MEB x 20.000)
 Fig. 14: vista general del proceso en un ejemplar de la fase invernal (MET x 1.800)
 Fig. 15: detalle del proceso en un ejemplar de la fase estival (MEB x 5.000)

DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO
INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO

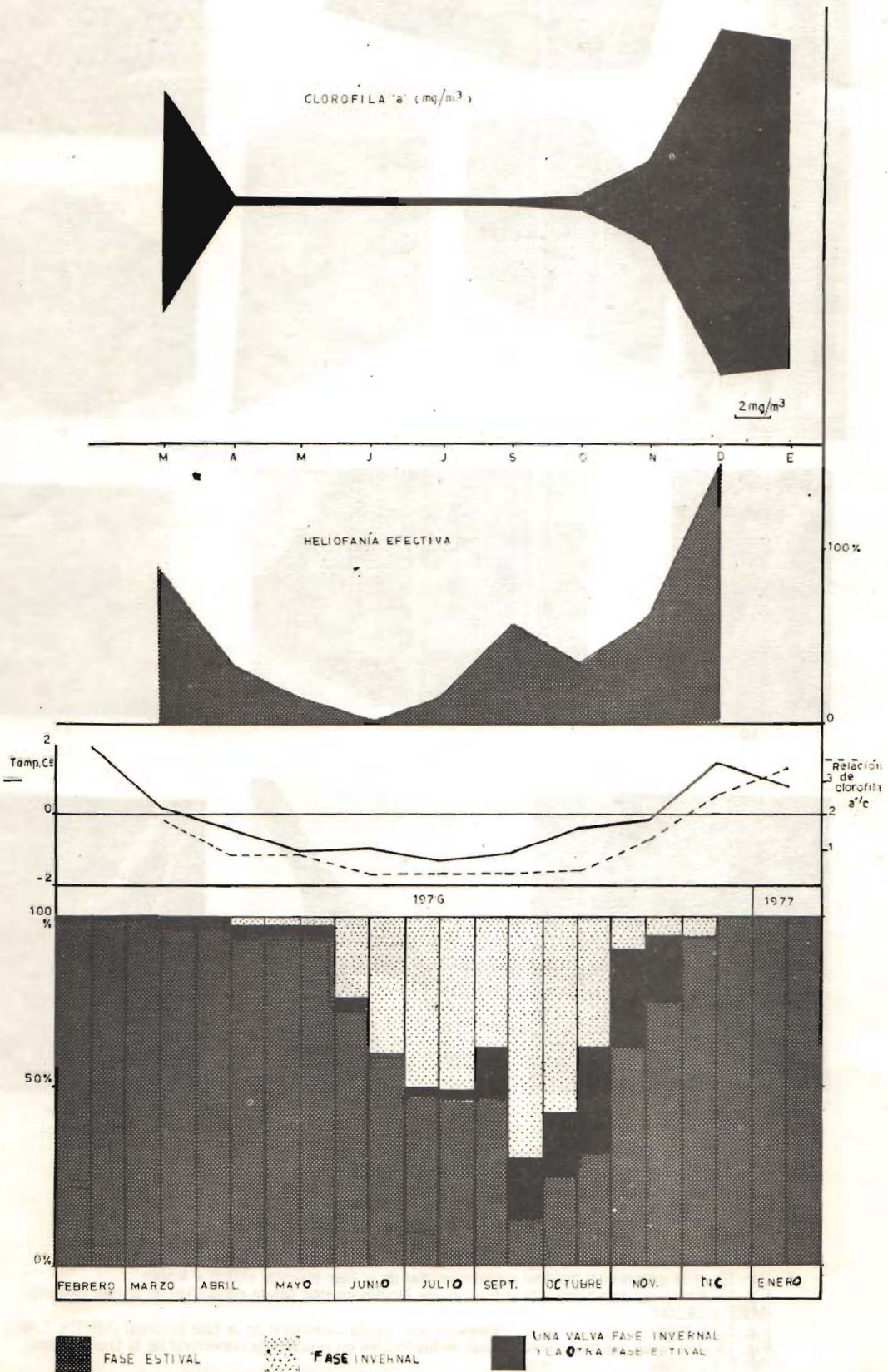


Lámina III

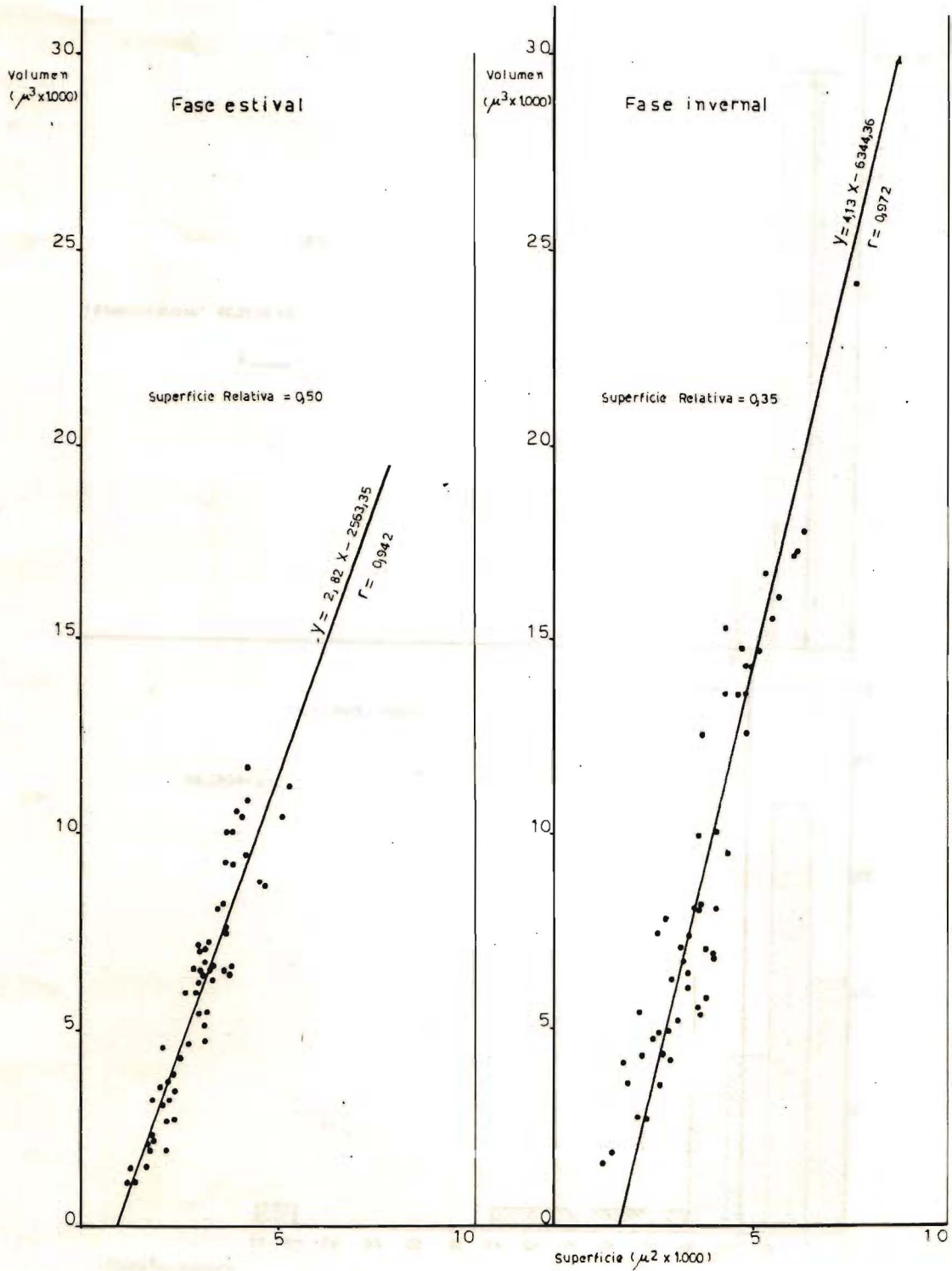


Lámina IV

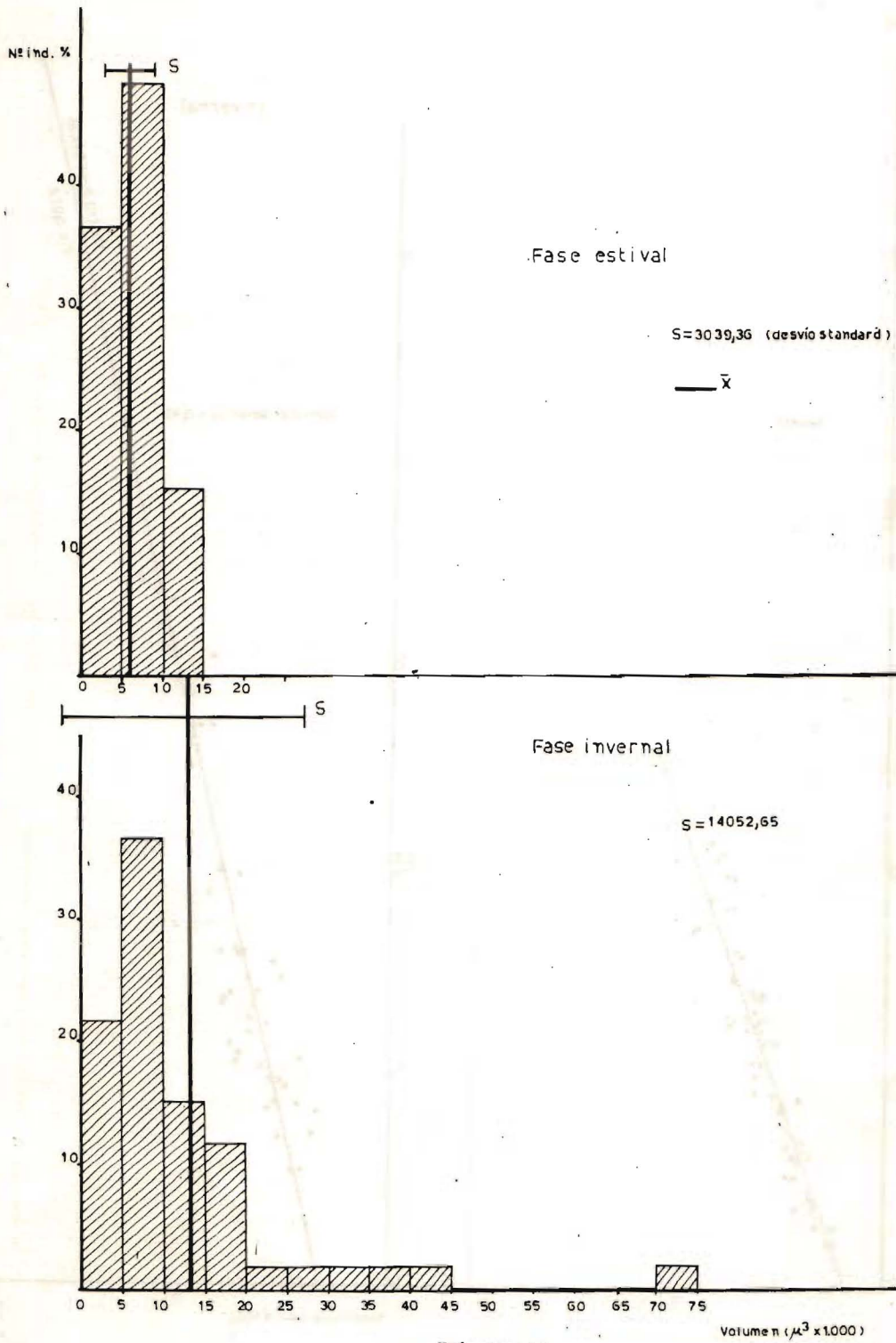
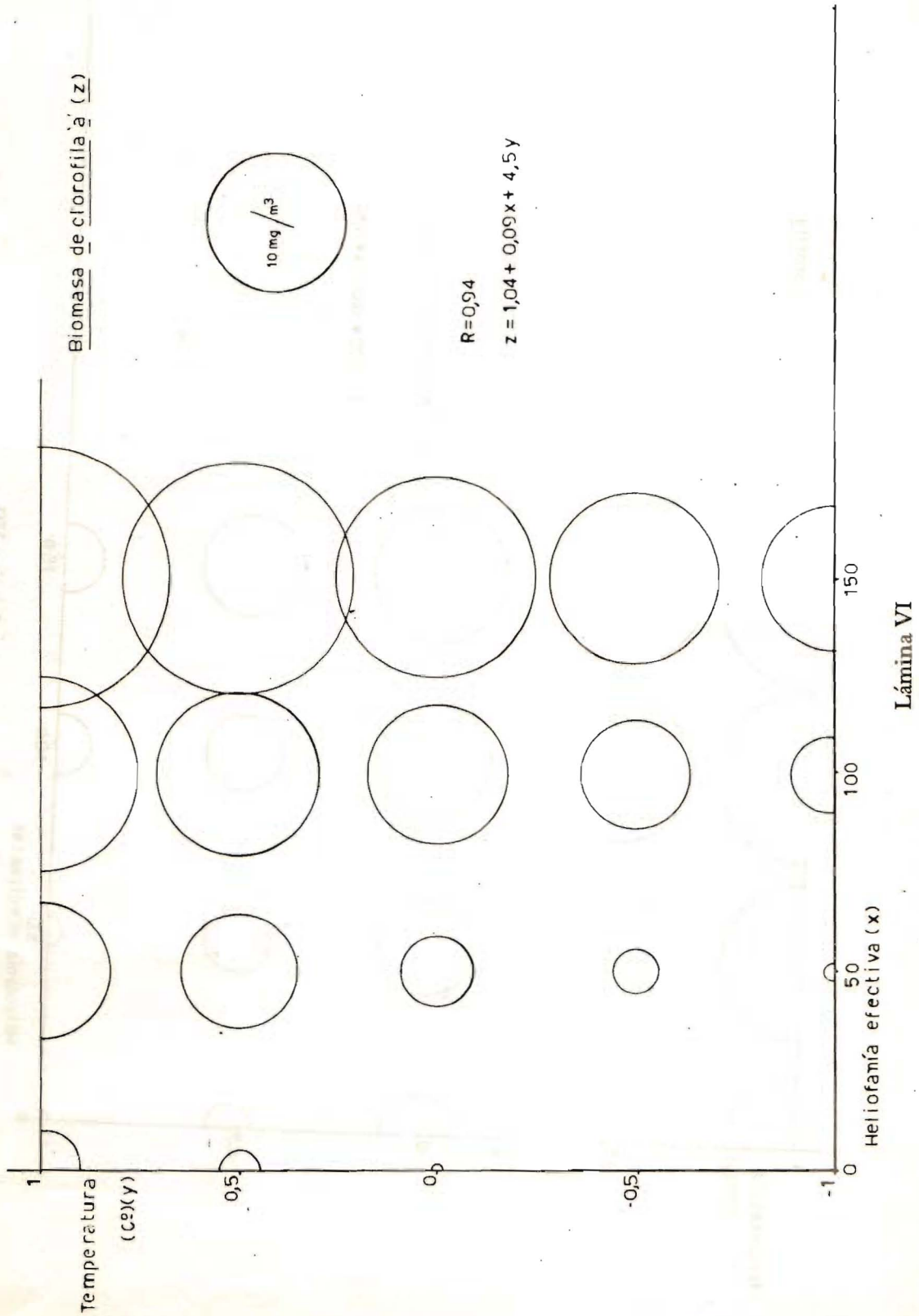


Lámina V

VARIACION MORFOLOGICA ESTACIONAL DE RHIZOSOLENIA ALATA BRIGHTWELL EN BAHIA PARAISO, ANTARTIDA OCCIDENTAL



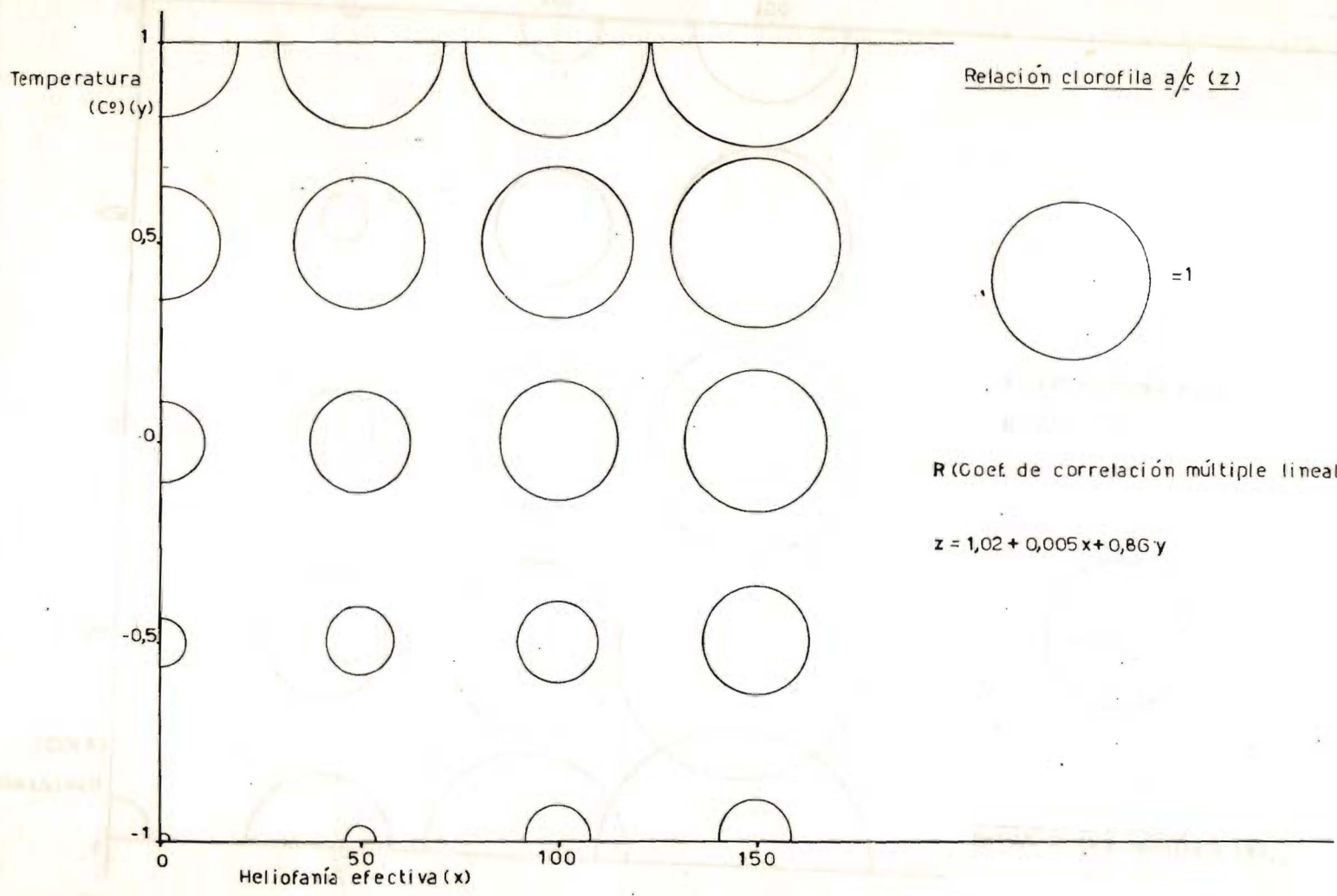


Lámina VII

se terminó de imprimir en la
Dirección Nacional del Antártico
Abril de 1983

BE... ..