

ANILLOS DE CRECIMIENTO EN *LESSONIA NIGRESCENS*(*) (BORY)

Oscar Miranda (**) y Miguel Voight

ABSTRACT. Specimens settled on the rocky beach, were controlled through a year of life. It was established that the growth rings are "seasonal", 4 rings a year coinciding with the change of seasons. Growth of specimens at different levels and conditions are statistically and morphologically commented.

INTRODUCCION

Los anillos de crecimiento en algas superiores, han sido estudiados por numerosos autores. Algunos les atribuyen periodicidad en relación con la edad. Le Jolis (1855, en Kain 1963) señala que las "zonas" concéntricas de *Laminaria hyperborea*, junto con los anillos de los hapterios, pueden usarse en la medición de la edad. Souvegeau (1918, en Kain 1963) prueba que lo anterior es cierto sólo para plantas jóvenes. Parke (1948) hace un extensivo estudio sobre el crecimiento de *Laminaria saccharina* y demuestra que el cambio estacional en el crecimiento del estípote está indicado por zonas alternadas de anillos de tejidos transparentes y oscuros, formándose estos últimos durante el período de crecimiento lento y concluye que son anuales. Hang y Jensen (1954) señalan para diversas especies de feófitas que la formación y abundancia de ácido algínico a través del año tiene ritmicidad anual y que varía de acuerdo con las características estacionales del ambiente, ello originaría marcas en forma de anillos de crecimiento. Baardseth (1956) encontró que en *Alaria* los anillos constan de una zona oscura pequeña y otra clara ancha; las zonas más densas contienen una

* Addenda Proyecto: año 1979/80 Servicio de Desarrollo Científico, Artístico y de Cooperación Internacional, Universidad de Chile: IAM 021-791.

Parte del Proyecto Edades 80/81 subvencionado por la Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción DS 724, 29 Feb. 1981.

** Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar;

mayor cantidad de vacuolas de fucosano; sin embargo, concluyó que estos anillos no revelaban edad, Kain (1963) determinó que en *Laminaria hyperborea* los anillos se forman estacionalmente por crecimiento diferencial de tejidos y que son útiles en la determinación de edad; al menos durante los primeros 4 años de vida del alga. Dahl (1969) observó en *Zonaria farlowii* bandas ocasionales las que al parecer son el reflejo de factores ambientales aperiódicos. Miranda y Almodóvar (1979) describen en *Padina gymnospora* bandas concéntricas periódicas (mareales) a "grosso modo diarias" para la zona del Caribe. Respecto a los anillos de crecimiento en *Lessonia nigrescens*, los que se comentan en esta publicación, de acuerdo con las observaciones efectuadas se llega a la conclusión que los anillos oscuros representan un período de 3 meses cada uno y son útiles como indicadores de edad en ejemplares de 1 a 1-1/2 año de edad. Fuera de ello se analiza el crecimiento anual de la especie en el área de Valparaíso y se establece la relación entre los anillos de crecimiento, el diámetro del estípite basal y la edad de las plantas. Se estudia también la relación entre la longitud/diámetro del estípite basal y el peso fresco de las frondas.

Sobre *Lessonia nigrescens*; en Chile están los trabajos de Etcheverry (1951) que trata el género; y el de Olivari (1974) que compara aspectos del desarrollo inicial de gametófitos en cultivos "in vitro".

LUGARES, MATERIALES Y METODOS

Para el análisis de los anillos de crecimiento se trabajó con muestras provenientes de las siguientes zonas de la Quinta Región: (Valparaíso-San Antonio).

- Maintencillo (32°38'5S, 71°26'5W), roqueríos próximos a una playa expuesta a los vientos del tercer y cuarto cuadrante. Se muestreó el 1° de septiembre de 1980.
- Quintero (32°46'S; 71°31'W), se trabajó en la playa de la Puntilla, área de mayor oleaje que la anterior. La especie estaba inmediatamente expuesta al oleaje. Se muestreó el 1° de septiembre de 1980.
- Montemar (32°57'S; 71°33'W), por su parte se muestreó la parte externa de la Concesión Marítima del Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso, el 3 de septiembre de 1980. El roquerío está próximo a la rompiente.

- Las Cruces (34°26'S; 72°03'W aprox.). Se hizo la colecta el 22 de septiembre de 1980 en el roquerío próximo al oleaje, la zona está protegida a los vientos del norte.

En todas las zonas, en ejemplares de diferente tamaño, se colectó un trozo de talo de unos 5 cm de largo, cortado próximo a la base. Estos se utilizaron en el reconocimiento de anillos de crecimiento.

Se controló el crecimiento estacional y relaciones gravimétricas de la especie en el área de Montemar. Las algas fueron medidas quincenalmente en longitud en centímetros con una huincha de medir y el diámetro del estípote basal, de las frondas con un pie de metro, en milímetros, se pesaron en laboratorio, en gramos.

Se probaron varios métodos de marcación y se controló el crecimiento quincenal de ejemplares entre los períodos de observaciones octubre de 1979 y noviembre de 1980. Se utilizaron anillos metálicos resistentes al agua de mar (anillos para aves), las que fueron arrancadas por el oleaje. El uso de filamentos de nailon provocó en algunos ejemplares estrangulamientos y formación de tubérculos, pero también fueron sacados por el mar. Lo más práctico fue el reconocimiento de los ejemplares mediante un mapeo, cuadrulado, de la zona bajo control.

Para la observación de anillos de crecimiento se realizó un corte transversal del estípote basal en secciones finas a mano alzada. Este corte se puso posteriormente en una solución de cloruro férrico al 1%. En esta solución se dejaron los cortes por 2-3 horas, hasta observar la tinción completa de los anillos de crecimiento. Luego se midieron a trasluz mediante un pie de metro.

Los análisis estadísticos se realizaron con la Biblioteca de Programas del minicomputador del Laboratorio de Ecología de Poblaciones, del Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

I. Características de los Anillos de Crecimiento

Los anillos de crecimiento es la unidad de discusión más importante (Fig. 1), por lo que se caracterizan a continuación en un corte transversal de estípote basal. Bajo microscopio se aprecia que las zonas correspondientes a los anillos, están constituidas por células más pequeñas y densas que las correspondientes a las franjas

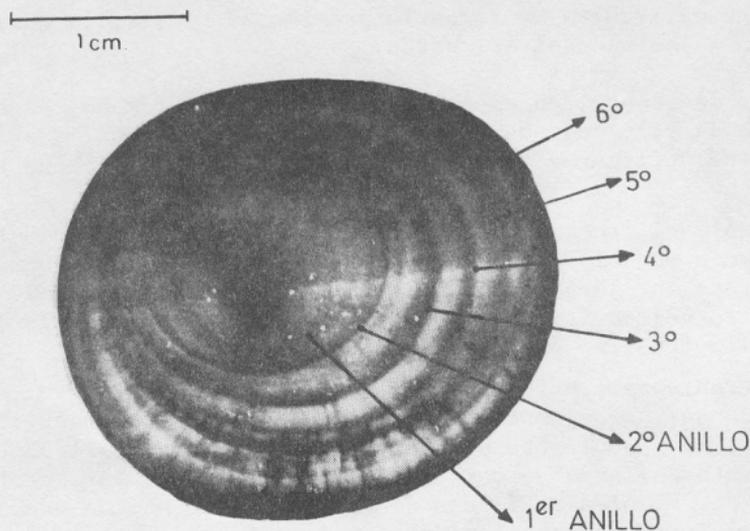


Fig. 1. Corte transversal de un talo de *L. nigrescens*, mostrando los anillos de crecimiento.

entre anillo y anillo.

II. Relación diámetro/número de anillos, en el ciclo anual, Montemar

- Relación entre el Tiempo (T = fecha de control = Número de días (edad controlada)) y el Diámetro del estípite basal (D = mm).

Tanto para éste como para los análisis siguientes, se utilizan los datos provenientes de las mediciones quincenales realizadas en el área de Montemar. Sólo se consideraron algas controladas de aproximadamente un año de edad.

Dentro de las algas analizadas en el año hay dos grupos; uno constituido por ejemplares cuya medición se inició en octubre de 1979 (Grupo*) y otro controlado a partir de abril de 1980 (Grupo**) (Fig. 2). Para extrapolar el tiempo en que el diámetro del estípite basal fue cero (los menores diámetros controlados fueron de aproximadamente 4 mm) se calculó una primera regresión entre ambas variables y se consideró tentativamente como $T=0$ el 1° de octubre

de 1979 para el Grupo (*) y 1° de abril de 1980 para el Grupo (**). Al ajustar ambas variables a una ecuación de regresión lineal se encontró que para el Grupo*

$$D = 0.041T + 1.92; \quad r = 0.87; \quad N = 15$$

(T = -42) con fecha de nacimiento ~ 15 agosto 1979)

Para el Grupo**

$$D = 0.0458T + 0.761; \quad r = 0.779; \quad N = 13 \quad (T = -17)$$

Por lo que para D=0 la fecha fue alrededor del 16 de marzo de 1980. Para este grupo** se calculó la relación entre T vs. D, pero tomando como fecha de nacimiento la extrapolada anteriormente.

Los mayores coeficientes de correlación fueron obtenidos con ecuaciones exponenciales del tipo:

$$Y = a e^{bx}, \text{ donde } Y = \text{diámetro del estípite (D)}$$

$$X = \text{número de días (T) (Edad)}$$

$$\underline{a} \text{ y } \underline{b} = \text{constantes}$$

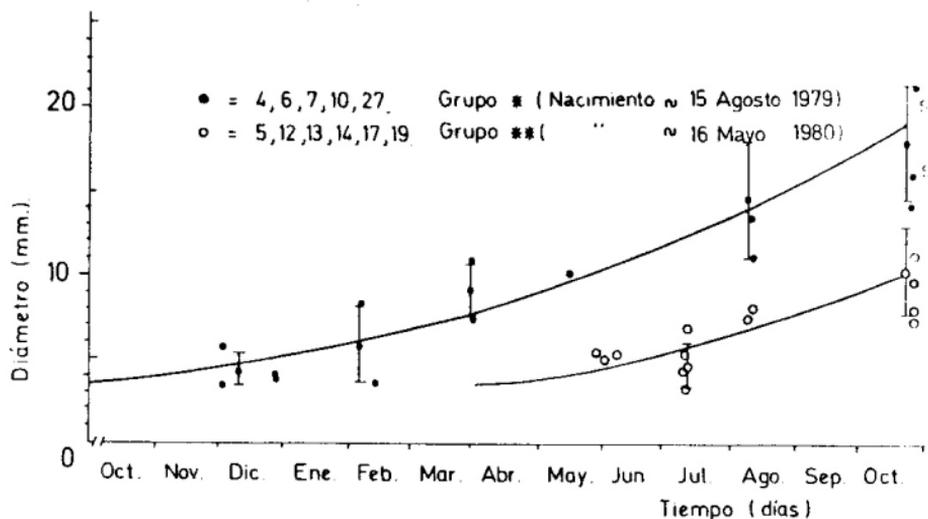


Fig. 2. Relación entre tiempo (días)/diámetro (mm) para los grupos controlados en Montemar con fecha octubre 1979 (*) y abril 1980 (**).

Para el Grupo*

$$D = 3.239 e^{0.00397T}; r = 0.878; N = 15$$

Para el Grupo**

$$D = 2.594 e^{0.00593T}; r = 0.788; N = 13$$

- Relación entre el Diámetro del estípite basal (D= mm) y el Número de Anillos (N).

Se trabajó con los mismos ejemplares considerados en la relación anterior, es decir, con menos de un año de vida y se encontró que el mejor ajuste de los datos para una ecuación de regresión lineal es: (Fig. 3)

$$N = 0.293D - 0.913; r = 0.859, N = 16$$

Si consideramos, las dos relaciones ya analizadas podemos incluir en un gráfico las tres variables: T, N y D. En la Fig. 4 se observa

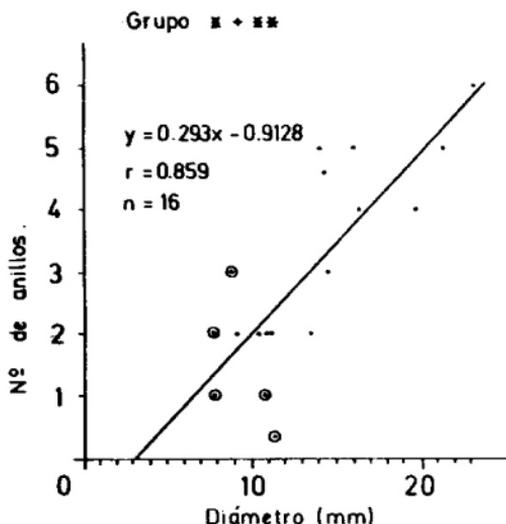


Fig. 3. Relación entre el diámetro (mm) y la cantidad de anillos en algas controladas quincenalmente, Montemar.

solamente el gráfico para el Grupo (*). Se obtiene que en un año (octubre de 1979 - octubre de 1980), se forma un promedio de 4 anillos y se alcanza un diámetro medio de 17.5 mm en el estípote basal.

Sintetizando lo anterior, si:

i) para el ajuste exponencial tenemos que:

$$Y = a e^{bX} \text{ o bien } \ln Y = \ln a + bX, \text{ y lo escribimos:}$$

$$\hat{Y} = \hat{a} + bX;$$

ii) y para el ajuste rectilíneo: $Y = mX + n$

Sabemos que:

a) Para la relación T vs. D:

$$\hat{D} = \hat{a} + bT, \text{ despejando: } T = (\hat{D} - \hat{a})/b \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Para el Grupo (**)} \quad a = 2.594; \quad b = 0.00593$$

$$\text{Para el Grupo (*)} \quad a = 3.293; \quad b = 0.00397$$

b) Para la relación D vs. N:

$$N = mD + n, \text{ despejando: } D = (N - n)/m \dots\dots\dots(2)$$

$$m = 0.193 \quad b = -0.193$$

Luego podemos conocer la edad en días de un alga en relación a su número de anillos y diámetro del estípote basal, sumando las ecuaciones (1) y (2):

$$(1) \quad T = (\hat{D} - \hat{a})/b$$

$$(2) \quad D = (N - n)/m$$

Por lo tanto

$$T + D = (\hat{D} - \hat{a})/b + (N - n)/m, \text{ despejando:}$$

$$T = ((\hat{D} - \hat{a})/b + (N - n)/m) - D$$

Reemplazando las constantes:

$$\text{Para el Grupo (*)} \quad T = ((\hat{D} - 1.1754)/0.00397 + (N + 0.913)/0.293) - D$$

$$\text{Para el Grupo (**)} \quad T = ((\hat{D} - 0.9534)/0.00593 + (N + 0.913)/0.293) - D$$

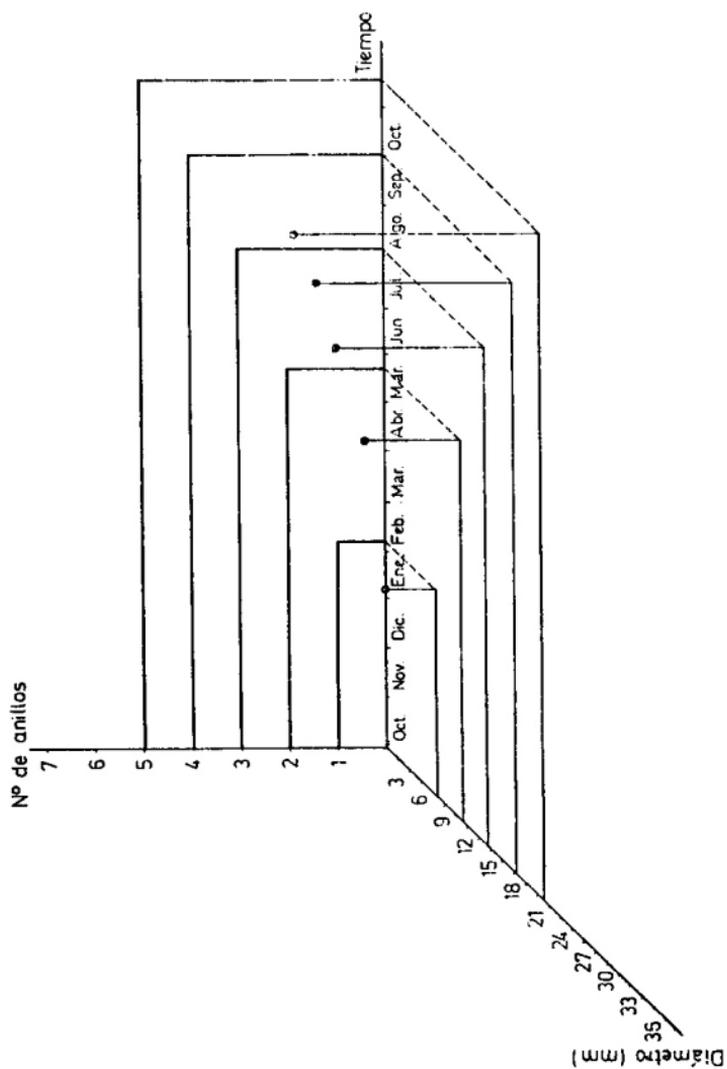


Fig. 4. Relaciones entre tiempo (días), número de anillos y diámetro (mm) en algas de un año de edad

Se demuestra, por lo tanto, al considerar los altos valores de r para sendas funciones, que existe una relación evidente entre el número de anillos, diámetro y edad, pudiéndose predecir cualesquiera de estas variables a partir de las otras dos. Para las algas nacidas en agosto se predice con la ecuación para el Grupo (*), mientras que para algas nacidas en marzo la predicción se realiza con la ecuación para el Grupo (**). Estas ecuaciones difieren, por ser grupos asentados en distintas fechas, especialmente en su intersección.

- Relación entre el diámetro del estípote y el número de anillos: ejemplares de más de un año de vida.

Se determinó la relación entre el diámetro del estípote basal y el número de anillos para los ejemplares analizados en Montemar, pero considerando, incluso, a ejemplares de más de un año de edad.

El mejor ajuste de los datos coincide con una curva semilogarítmica (Fig. 5): $N = 3,8 \ln D - 6,71$; $r = 0,86$; $n = 24$.

Según esto, el alga continuará creciendo en diámetro conforme transcurre el tiempo, pero el número de anillos permanecerá prácticamente constante. O sea, matemáticamente, la lectura de anillos es eficaz solamente hasta 1-1.5 año de edad.

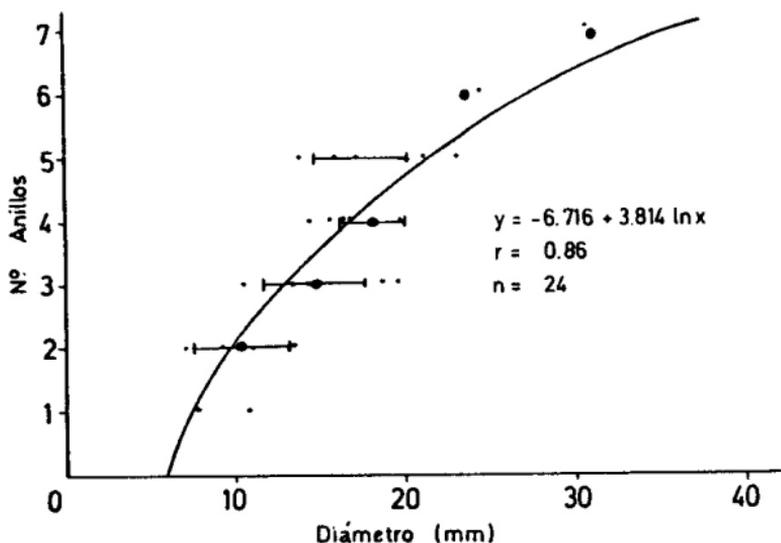


Fig. 5. Relación entre diámetro del estípote (mm)/número de anillos, ejemplares de Montemar.

III. Crecimiento a través del año

- Crecimiento estacional en diámetro

Con el fin de determinar el crecimiento estacional en diámetro, se usó el total de algas medidas quincenalmente en Montemar divididas en dos grupos; según fechas de iniciación de las observaciones:

- I. Algas medidas (al menos en longitud) a contar de octubre de 1979.
- II. Algas empezadas a medir en abril-mayo de 1980.

A su vez se subdividió cada uno de estos grupos de acuerdo al diámetro alcanzado en agosto de 1980, de la siguientes forma:

- I. a. Algas de diámetro mayor de 16 mm (Fig. 6);
- b. Algas de diámetro menor de 16 mm (Fig. 7);
- II.a. Algas de diámetro mayor a 10 mm (Fig. 8);
- b. Algas de diámetro menor de 10 mm (Fig. 9).

Se graficó por separado el diámetro con respecto al tiempo para cada alga según subgrupos. Se observó que las tendencias del crecimiento instantáneo son semejantes. A continuación se calculó la

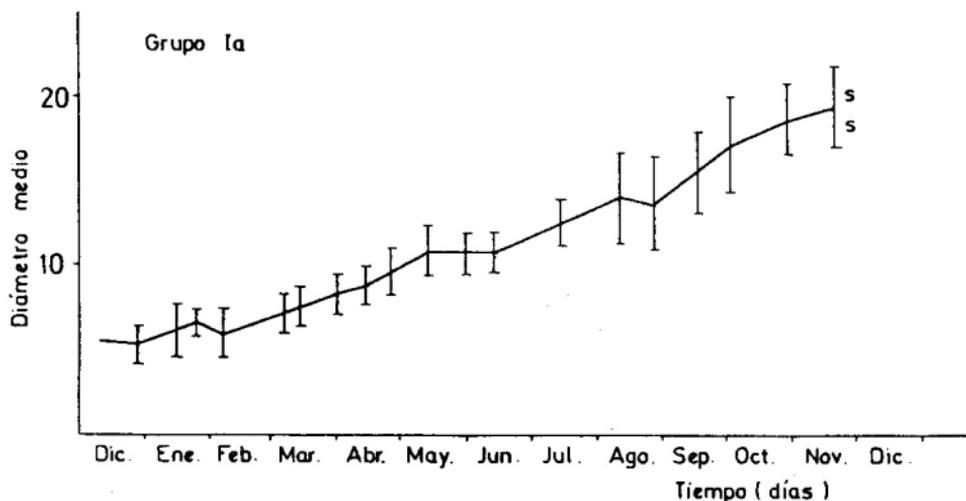


Fig. 6. Relación entre el tiempo en días y diámetro promedio del grupo Ia (ϕ 16 mm), Montemar.

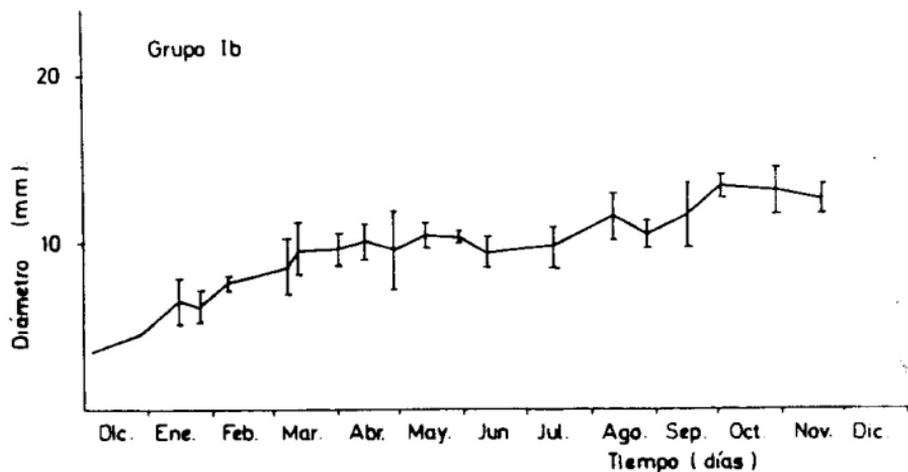


Fig. 7. Relación entre el tiempo en días y diámetro promedio del grupo Ib (ϕ 16 mm), Montemar

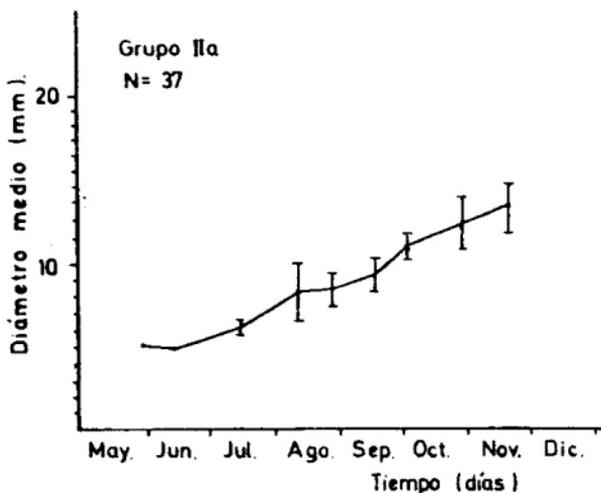


Fig. 8. Relación entre el tiempo, en días y el diámetro promedio del grupo IIa (ϕ 10 mm), Montemar.

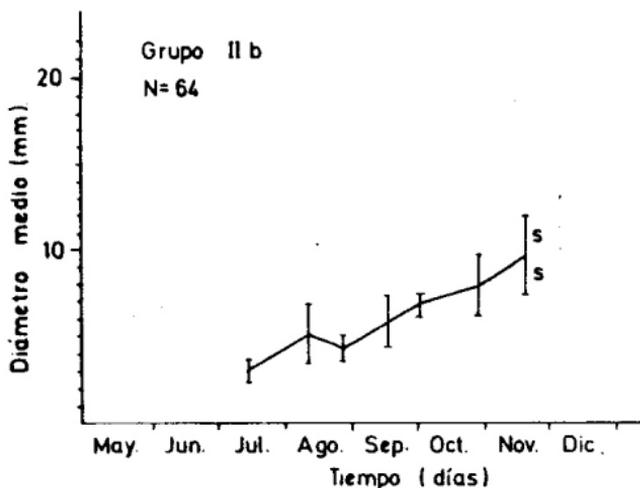


Fig. 9. Relación entre el tiempo, en días y el diámetro promedio del grupo IIb (ϕ 10 mm), Montemar.

media de los diámetros y la desviación estándar respecto del tiempo, de cada subgrupo. Esto se hizo para comparar el crecimiento entre los cuatro subgrupos. Se unieron los cuatro gráficos de las medias en un solo bivariado general (Fig. 10). Se observa, en primer lugar, que el incremento en diámetro respecto del tiempo no es el mismo ni dentro del Grupo I ni dentro de II.

Dentro del Grupo I, hasta abril-mayo la tendencia de crecimiento es semejante, se incrementa el diámetro conforme transcurre el tiempo. Sin embargo, a partir de este último mes, el Grupo Ia crece más que el Ib. Al observar los lugares en que habitan estas algas se encontró que todas las pertenecientes al Grupo Ib se ubican más abajo que las del Grupo Ia. En abril, las plantas del Grupo Ia ya eran lo suficientemente largas como para cubrir a las inferiores, no permitiéndole que les llegara luz en abundancia.

Dentro del Grupo II no hay diferencias respecto a la posición sobre el sustrato, por lo que la desigualdad entre las curvas de los Grupos IIa y IIb estaría dada solamente por fechas de asentamiento diferentes.

Por otro lado, aunque la varianza es alta, todas las algas del Grupo Ia tienen un mayor número de ramas que las del Grupo Ib; en el Grupo II no hay un patrón definido en este respecto.

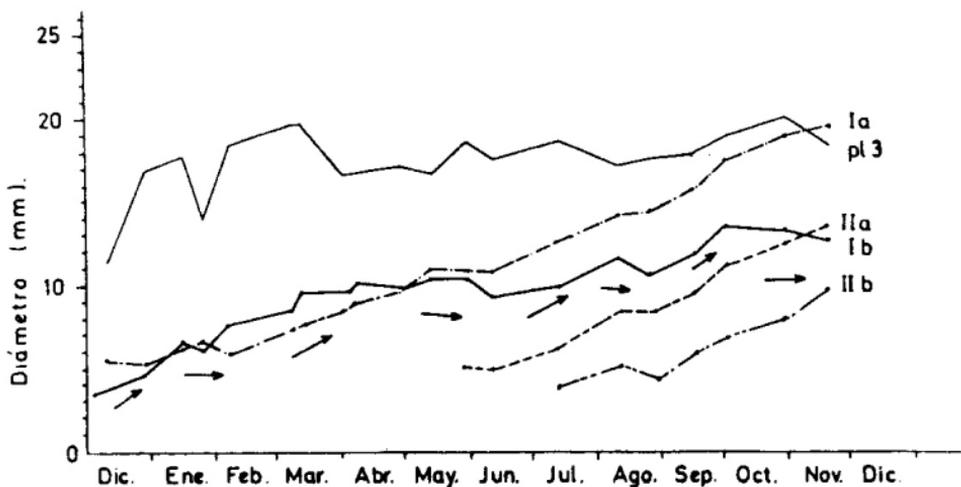


Fig. 10. Relación entre el tiempo de control (en días) y el diámetro promedio para todos los grupos controlados; (pl = planta N°3). Montemar.

Al observar la tendencia de las pendientes de la Fig. 10., y especialmente las Figs. 6 y 7 podemos ver que hay cuatro períodos en los que el incremento en diámetro disminuye:

- 1) Fines de enero: para el Grupo I (verano)
- 2) Mayo: para el Grupo I y IIa; (otoño)
- 3) Fines de agosto: para el Grupo I y II (invierno)
- 4) Noviembre: para el Grupo I y II (primavera)

La importancia de este aspecto se analizará con más detalle en la discusión.

- Crecimiento estacional en Longitud (mm)

Se consideraron los mismos Grupos usados para el crecimiento en diámetro.

En la Fig. 11, construída con algas del Grupo Ia, se observa que la fase de crecimiento exponencial dura hasta febrero-abril, luego tiende a una asíntota.

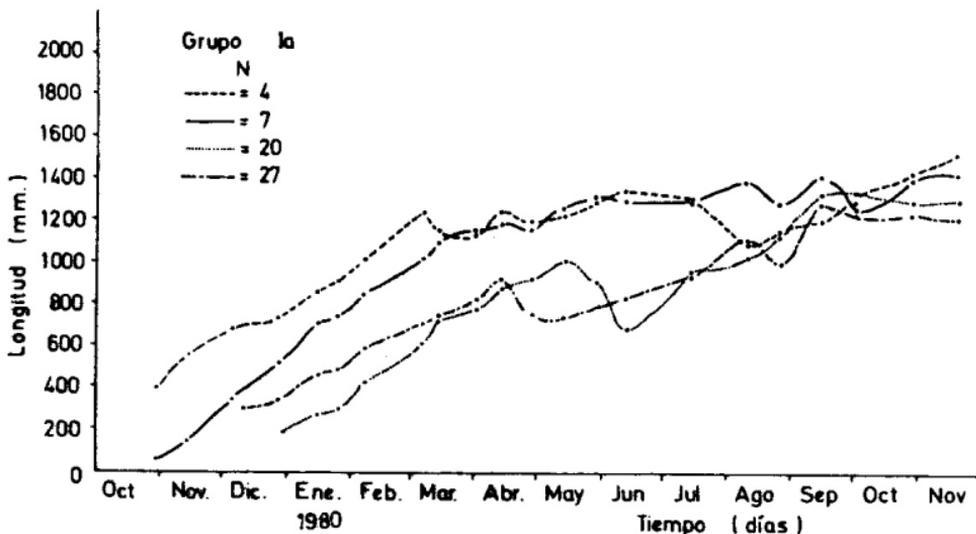


Fig. 11. Longitud a través del tiempo (mm) para el Grupo Ia, Montemar.

A partir de abril las plantas no siguen el crecimiento exponencial, manifestándose amplias variaciones en las medidas de longitud. Estas variaciones pudieron ser provocadas por ruptura de las frondas, por efecto de marejadas, pastoreo de peces, de invertebrados o bien por las condiciones ambientales invernales. En septiembre de 1980 (primavera), las curvas son asintóticas.

El Grupo Ib (Fig. 12), muestra la misma tendencia al crecimiento exponencial hasta marzo-abril, pero luego se produce un descenso en la longitud de las frondas. Este fenómeno estaría explicado, además de los factores antes mencionados, en el lapso de abril-mayo, por el hecho que el Grupo Ia cubre con sus frondas al Grupo Ib, según comentario hecho anteriormente.

Las plantas del Grupo II (Figs. 13 y 14), entre abril y noviembre, están en la fase de crecimiento rápido. En este período el incremento en el Grupo I estuvo detenido.

En general, existe una gran diferencia individual en las curvas de crecimiento y está compuesto por ejemplares impedidos competitivamente. Para el Grupo Ib en igual lapso de tiempo la longitud máxima alcanzada es de 750 mm. El otro grupo crece en el mismo tiempo 1.500 mm; como longitudes máximas alcanzadas por las frondas. Esto está en relación también con la competencia entre los

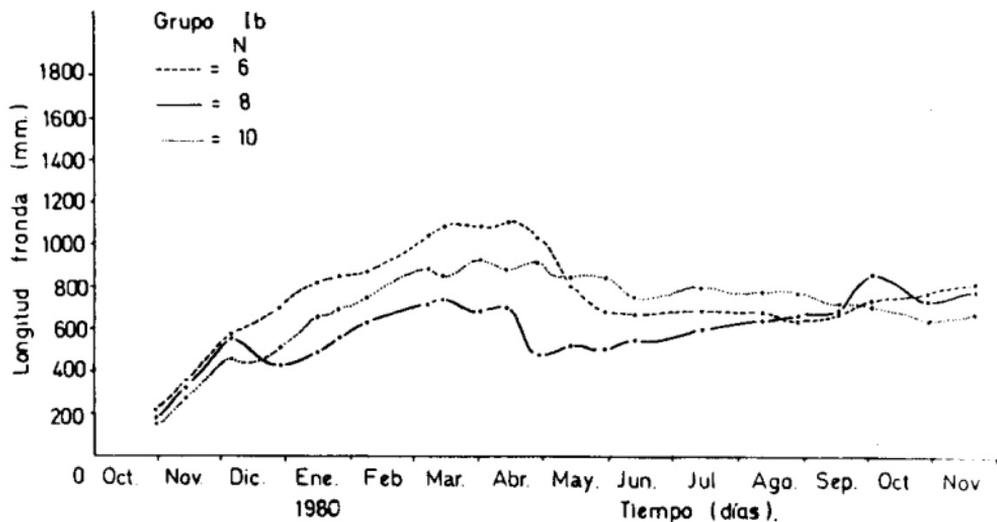


Fig. 12. Longitud a través del tiempo (mm), grupo Ib, Montemar.

grupos Ia y Ib.

IV. Relación entre el número de anillos y el diámetro para otras localidades

Con el propósito de determinar si existen diferencias entre la relación Número de Anillos/Diámetro del Estípote Basal para las distintas localidades, se realizó un Análisis de Covarianza. De acuerdo con los valores de F, se aceptan las hipótesis de línea común única y de pendientes paralelas muy próximas. Las funciones pueden considerarse como una línea única, por lo que no habrían diferencias en la relación entre diámetro y número de anillos, para las diferentes localidades.

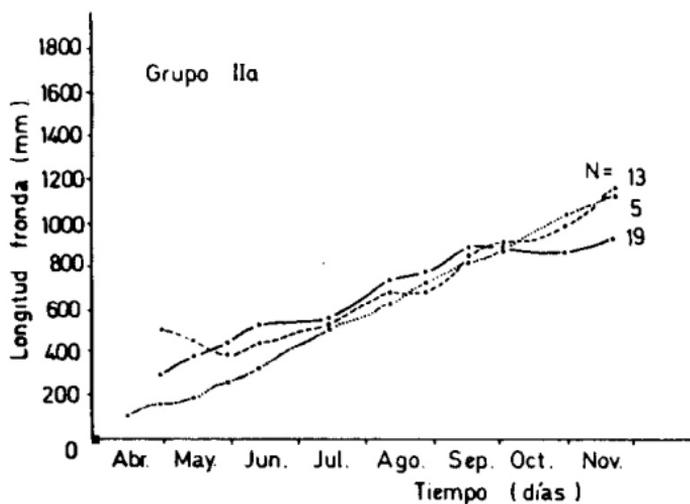


Fig. 13. Incremento en Longitud (mm) a través del tiempo grupo IIa, Montemar.

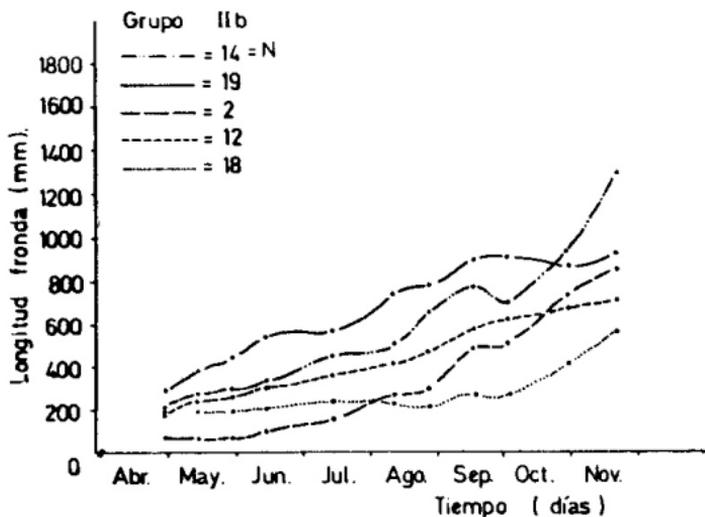


Fig. 14. Incremento en Longitud (mm) a través del tiempo grupo IIb, Montemar.

V. Relación entre peso fresco de las frondas y su diámetro o longitud

- Longitud (mm)/Peso fresco (g).

Al muestrear se observó que existen tres tipos de algas claramente distinguibles:

El primer grupo ubicado a la derecha en la Fig. 15, está compuesto por algas que se disponen en lugares protegidos del embate directo de las olas.

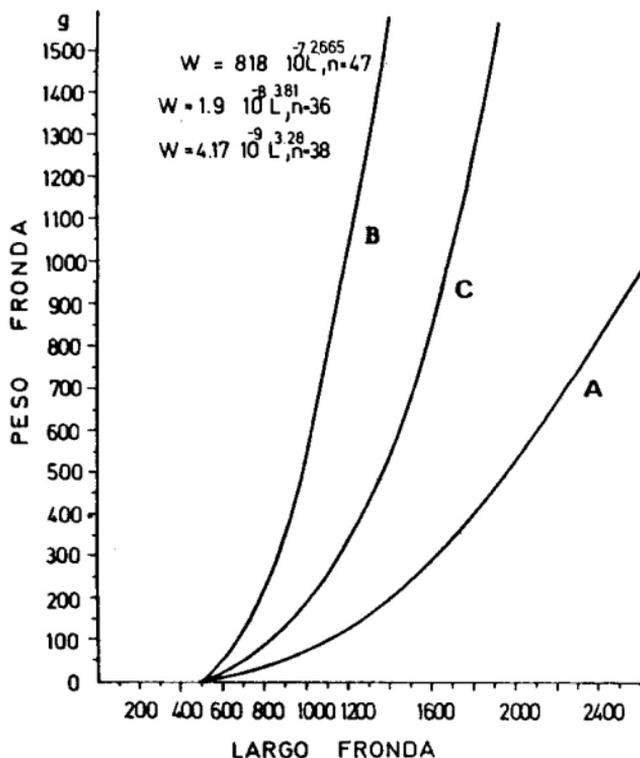


Fig. 15. Relación entre la longitud y el peso de las frondas; para A = lugar protegido; B = lugar expuesto; C = lugar intermedio.

Algas de estípites largo, pero con un pequeño número de láminas; caracterizadas por la relación

$$Y = 8.18 \cdot 10^{-7} X^{2.66}$$

El segundo grupo ubicado a la izquierda en la Fig. 15, está formado por algas que se ubican en lugares expuestos a la rompiente de las olas.

Algas de estípites corto, pero con un gran número de láminas; caracterizadas por la ecuación

$$Y = 1.9 \cdot 10^{-9} X^{3.81}$$

El tercer grupo al centro en la Fig. 15, está compuesto por algas que se ubican en lugares intermedios.

Un grupo intermedio entre los anteriores, distinguible por la ecuación

$$Y = 4.17 \cdot 10^{-8} X^{3.22}$$

- Diámetro del estípites basal (mm)/Peso fresco (g)

Se consideraron los mismos grupos en la relación anterior, pero no hay una separación equivalente a los grupos según número de frondas (Fig. 16).

El diámetro y el peso se relacionan mediante una ecuación de potencia de la forma:

$$W = 0.1575 D^{2.4239}; \quad r = 0.977; \quad N = 84.$$

Para sintetizar todas las relaciones anteriores; se puede combinar:

L = Longitud de la fronda (mm);

W = Peso de la fronda (g)

D = Diámetro del estípites basal (mm),

sabemos que:

$$W = aL^b \dots\dots\dots(a)$$

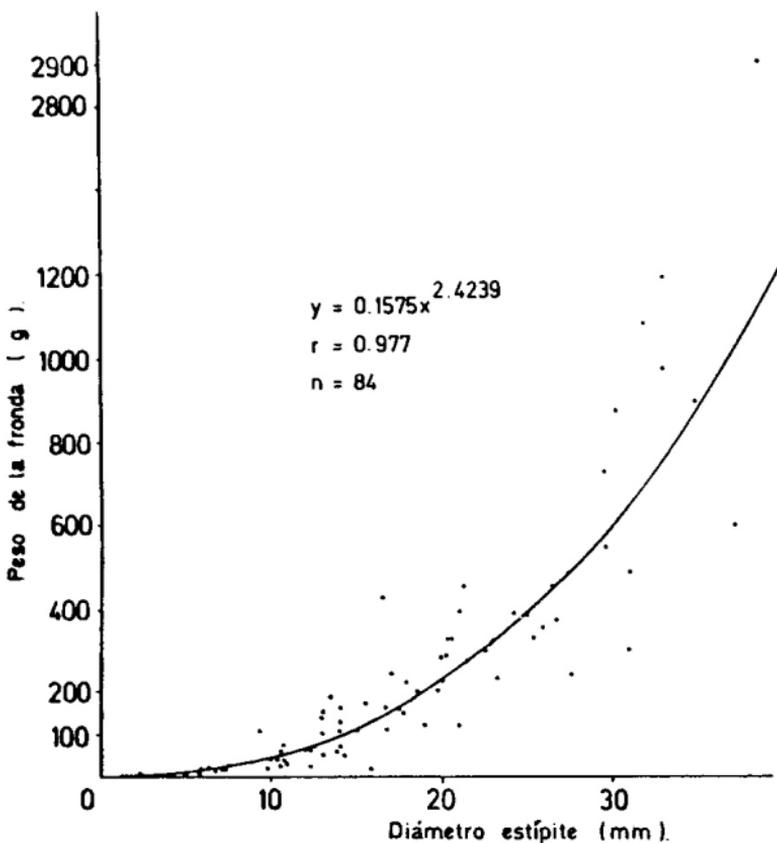


Fig. 16. Relación entre el diámetro (mm) y el peso de la fronda (g) de la misma fronda.

y para nuestros datos, (Fig. 15)

a	b	r	N	Grupo
1.90×10^{-9}	3.81	0.945	36	(estípite corto)
4.17×10^{-8}	3.22	0.973	38	(estípite intermedio)
8.18×10^{-7}	2.66	0.970	47	(estípite largo)

y también sabemos que:

$$W = m D^n \dots \dots \dots (b)$$

por lo que sumando a + b tendremos que:

$$W = a L^b$$

$$+ \quad W = m D^n$$

$2W = m D^n + aL^b$, despejando: $W = (m D^n + aL^b)/2$. Para aplicarla basta reemplazar las constantes por los valores anotados anteriormente.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El problema central de este trabajo es confrontar la formación rítmica de anillos en el talo y su utilización como fechadores.

Los anillos de crecimiento son visibles utilizando la reacción coloreada de cloruro férrico. Bajo microscopio los anillos se destacan por estar formados por células de tamaño pequeño.

Las células más pequeñas corresponden a períodos de crecimiento lento, mientras que las células de mayor tamaño son típicas de períodos de crecimiento rápido (Kain 1963).

Para Montemar se demuestra que existe una relación entre el tiempo y el diámetro. El tiempo se considera como la edad controlada, en días, de ejemplares asentados en el roquerío los que fueron observados periódicamente.

En los grupos controlados, se encontró que en las relaciones lineales entre tiempo y diámetro del estípote basal, las pendientes son prácticamente iguales, pero al usar la transformación logarítmica los exponentes son diferentes. Mediante la regresión lineal se extrapoló el período de nacimiento de las plantas, éstos serían para el primer y segundo grupo alrededor del 15 de agosto de 1979 y el 16 de marzo de 1980. No hemos encontrado comentarios al respecto, pero en septiembre de 1979 y en abril de 1980 se observaron numerosos esporófitos pequeños en los roqueríos de Montemar. Este hecho apoyaría como ciertas las fechas señaladas para el asentamiento de esporófitos. Con respecto a los exponentes de las ecuaciones, su diferencia se debe a que la ecuación para el grupo (**) corresponde a la primera parte del grupo (*); período de crecimiento más acelerado.

Hay también una relación entre el diámetro y el número de anillos. Luego se pueden predecir una a partir de las otras, mediante

una ecuación general que une las tres variables. La ecuación para el período de un año es:

$$T = (\hat{D} - 1.1754)/0.00397 + (N + 0.913)/0.293 - D$$

Para ejemplares mayores a un año de vida, la relación entre diámetro/número de anillos es:

$$N = 3.8 \ln D - 6.71$$

mientras que para ejemplares menores se pueden usar:

$$N = 0.293D - 0.913$$

Esto se debe a la tendencia biológica de los ejemplares a llegar a un valor asintótico de crecimiento, en relación con el número de anillos.

En Montemar, el crecimiento controlado permite dividir al total de algas en dos grupos de acuerdo con las tallas máximas que puedan alcanzar. Hay un conjunto de algas que logran un mayor diámetro que el otro. Este conjunto corresponde a ejemplares que se ubican comparativamente más arriba en el sustrato. De acuerdo con Stromgren (1976, 1977 y 1978), las algas expuestas crecen más que las totalmente sumergidas. En nuestro caso esto se confirma por el hecho, de que en el mes de abril el grupo controlado y denominado como Ia, cubre totalmente con sus frondas de mayor tamaño al grupo Ib. Son ecotipos, expuestos a distintos microambientes. Visualmente se vio también que el grupo cobertor tenía un número de frondas mayor que el inferior.

Las posibles diferencias de crecimiento final (en los controles IIa y IIb) se debe a que el primer grupo es más viejo que el segundo y va en una etapa de crecimiento más avanzado. Todos los ejemplares en un comienzo, poseen tasas de crecimiento iguales y las mismas posibilidades de crecimiento máximo, pero a medida que transcurre el tiempo los ejemplares mejor ubicados, parte superior, crecen más. Ellos están expuestos a períodos de desecación mayores, a temperaturas más elevadas e irradiación de primera mano.

La tendencia de los crecimientos totales de los grupos controlados a través del año, exhiben cuatro períodos de constricción. En ellos hay una disminución del diámetro.

Los períodos de disminución o de constricción ocurren en los meses de enero (verano), mayo (otoño), agosto (invierno) y noviembre (primavera). Una explicación a estos fenómenos podría ser el

ajuste a los cambios de estación. En estas oportunidades de construcción y de fenómenos mareales extremos y de cambios de iluminación se formarían los anillos. En otras regiones y profundidades los anillos se formarían en las fechas coincidentes con el retraso mareal y condiciones anexas.

El crecimiento en longitud sigue las mismas leyes que las observadas respecto al diámetro. Los ejemplares controlados desde octubre de 1979, muestran una tendencia al crecimiento exponencial hasta marzo-abril 1980; luego las curvas tienden a bajar. Hay amplias variaciones individuales en los especímenes cobertores y de menor edad. Respecto al ciclo anual de crecimiento, se observa un período de ascenso del aumento en tamaño, el cual ocurriría entre los meses de octubre a abril. Sin embargo, pareciese que hay una contradicción, pues al observar el gráfico de crecimiento en longitud de ejemplares más jóvenes, el crecimiento va en ascenso desde abril a noviembre. Se puede concluir al respecto, que las características de crecimiento con una fase rápida y otra lenta, son de tipo biológicos, independientes de la época del año. El período de crecimiento rápido en ambos grupos es de unos 7 a 8 meses.

Con el fin de constatar que las relaciones entre diámetro y cantidad de anillos es predecible, se muestrearon lugares apartados. Se constató que no hay diferencia entre las regresiones para los distintos lugares. Las diversas funciones son predecibles. Se concluye finalmente que se pueden usar los anillos de crecimiento como características de edad y hasta por lo menos el primer año, o año y medio de vida. Se forman 4 anillos al año y tendrían relación con los períodos de cambios de estación.

Si bien hay diferencias en la relación entre el peso húmedo y la longitud de las frondas; en especial con respecto al habitáculo que ocupan las algas, esta diferencia no se manifiesta respecto al diámetro/peso total.

RESUMEN

Se revisaron anillos de crecimiento, teñidos con FeCl_2 al 1%; de ejemplares provenientes de la zona de rompientes de varios lugares de la zona de Valparaíso, durante un año. Los anillos se caracterizan por estar formados por células pequeñas, contrastantes con las restantes.

La comparación de los dos grupos de algas, en su crecimiento da una relación entre edad y diámetro basal del estípote, semejantes

en sus pendientes. Con las regresiones lineal obtenidas se calcularon las fechas de asentamiento. Estas coinciden con la observación de retoños en esas fechas. Sin embargo, se constata que los tamaños de crecimiento máximo alcanzado entre los grupos es diferente.

La relación entre tiempo (T= fecha), diámetro (D) y cantidad de anillos (N) es:

$$T = (\hat{D} - 1.1754/0.00397 + (N + 0.913)/0.293) - D$$

y para ejemplares mayores de un año.

$$N = 10^{-4} D^{4.756}$$

y para menores:

$$N = 0.293 D - 0.913$$

Los crecimientos del talo acusan 4 períodos de constricción, los que se asocian con fenómenos de grandes períodos de mareas y cambio de estación. Los anillos se forman en los fenómenos mareales extremos, 4 veces al año principalmente. Esto fue observado en ejemplares controlados durante un año.

AGRADECIMIENTOS. Se agradece la ayuda del Sr. Gabriel Lillo en el muestreo y computación; a la Srta. Rebeca Dorión en la preparación histológica y al Sr. Braulio Araya quien obsequió las marcas para aves.

REFERENCIAS

- Baardseth, E. The growth rings in *Alaria* stipes. 2nd International 1956 Seaweed Symposium. Pergamon Press London and N.Y. Edited by T. Braarud and N.H. Sørensen: 153-157.
- Dahl, A.L. The effect of environment on growth and development of 1969 *Zonaria farlowii*. Proc. Intl. Seaweed Symposium 6:123-132 (Editor R. Margalef; Stgo. de Compostela 1968, Subsecretaría de Marina, Madrid).
- Dorión, R. Técnicas histológicas utilizadas en el estudio de algas 1975 bentónicas. Seminario de Tesis. 31 pp. Univ. de Chile. Depto. Oceanología, Valparaíso.

- Etcheverry, H. Géneros algológicos chilenos I. Género *Lessonia*
1951 Bory. Rev. Biol. Mar. 3: 53-69.
- Haug, A. and A. Jensen. Seasonal variations in the chemical com-
1954 position of *Alaria esculenta*, *Laminaria saccharina*,
Laminaria hyperborea and *Laminaria digitata* from Northern
Norway. Norsk Institute of Seaweed Research Report A;
pp. 14, diag. 20.
- Kain, J. Aspects of the biology of *Laminaria hyperborea*. II Agr.
1963 weight and length. J. Mar. biol. Ass. U.K. 43: 129-151.
- Miranda, O. y L. R. Almodóvar. Bandas de crecimiento en *Padina*
1979 *gymnospora* (Küntzig) Vickers. Boletín Científico del Sur
Ciencia-Science, P.R. 6(4): 169-178.
- Olivari, R.M. Contribución al conocimiento del crecimiento de ga-
1974 metófitos y ciclo reproductivo de *Lessonia nigrescens*.
Inv. Mar. 5(2): 85-96.
- Parke, M. Studies on British Laminariaceae. I. Growth in *Laminaria*
1948 *saccharina*. J. Mar. biol. Ass. U.K. 27: 651-709.
- Stromgren, T. Apical length growth of five intertidal species of
1977 Fucales in relation to irradiance. Sarsia 63(1): 39-47.
- Stromgren, T. Short-term effects of temperature upon the growth of
1977 intertidal Fucales. J. exp. mar. Biol. Ecol. 29:181-195.
- Stromgren, T. The effect of photoperiod on the length growth of the
1978 species of intertidal Fucales. Sarsia, 63(3): 155-157.