

Fenología reproductiva de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaeales) del intermareal de caleta Montemar, Chile central

Reproductive phenology of *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaeales) from the intertidal of Montemar Cove, central Chile

Gloria Collantes, Rodolfo Riveros y Mario Acevedo

Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D Viña del Mar, Chile
gcollant@uv.cl

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados sobre fenología reproductiva de *Durvillaea antarctica* del intermareal de caleta Montemar (32° 57'S - 71° 33'W), Chile central. Durante un año se efectuaron observaciones relacionadas con el color, madurez y sexo de las plantas intermareales. Los estados vegetativo y reproductivo masculino y femenino fueron determinados mediante observaciones microscópicas de cortes histológicos longitudinales, efectuados a través de la corteza de plantas frescas. El color de las plantas fue cotejado usando un atlas de colores referenciales. *D. antarctica* fue reproductiva desde fines del otoño hasta comienzos de primavera. Todas las plantas analizadas fueron dioicas. El sexo y la madurez estuvieron significativamente relacionadas con el color de las plantas ($P < 0,001$) y ($P < 0,0001$) respectivamente.

Palabras clave: alga, reproducción, sexo, madurez, color.

ABSTRACT

The present paper deals with the reproductive phenology of *Durvillaea antarctica* from Montemar Cove (32° 57'S - 71° 33'W), Central Chile. During a year, observations were made on colour, maturity and sex of intertidal plants. Vegetative and reproductive male and female plants were determined by light microscopical observations of fresh longitudinal sections. Colour was compared by the use of a colour reference atlas. *D. antarctica* was reproductive from the end of autumn to the beginning of spring. All plants were dioicous. Both sex and maturity were significant related to the colour of the plants ($P < 0.001$) and ($P < 0.0001$).

Key words: algae, reproduction, sex, maturity, colour.

INTRODUCCION

En Chile el alga parda *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot 1892, es el único representante del Orden Durvillaeales. Los registros de su distribución se extienden desde Coquimbo (29° 58'S - 71° 22'W) hasta el cabo de Hornos (55° 59'S - 67° 16'W) (Hay 1979, Ramírez & Santelices 1991). En Chile central esta especie crece junto a *Lessonia nigrescens* en costas rocosas expuestas, marcando el límite del nivel inferior del intermareal y superior del submareal. Tradicionalmente se cosecha para consumo humano y como materia prima para la industria química de alginatos. Su recolección se realiza preferentemente entre la VII y X regiones. Durante 1995 su extracción disminuyó a 464 ton húmedas, cifra que representa el 23% del promedio de los totales del alga registrados

durante los años 1993 y 1994 (SERNAP 1994, 1995, 1996).

Las investigaciones realizadas en Chile sobre este recurso se han referido a su ecología, distribución geográfica e intermareal (Guiler 1959, Alveal 1970, Santelices *et al.* 1977, 1989), a efectos de la explotación humana en sus poblaciones (Castilla & Bustamante 1989, Bustamante & Castilla 1990), a la descripción y evaluación como recurso (Alveal *et al.* 1990a 1990b), al estudio de su biología poblacional (Westermeyer *et al.* 1994) y de su morfología y reproducción (Buschmann 1982).

Desde el punto de vista biogeográfico, esta especie ha sido usada como indicador biológico de aguas frías subantárticas (Knox 1960), confirmandose que las mejores condi-

ciones para su crecimiento se presentan en las islas Macquarie (54° 30'S, 158° 55'E) y Heard (53° 07'S, 73° 20'E) (Klemm & Hallam 1988). En el amplio rango latitudinal de su distribución en Chile existe escaso conocimiento acerca de su ritmo periódico reproductivo. Estados fértiles han sido observados en plantas del sur de Chile entre otoño y primavera (Buschmann 1982, Alveal *et al.* 1990a y b, Westermeier 1994), en cambio en la región central, talos reproductivos fueron encontrados con una mayor frecuencia en diciembre-enero y junio-julio (Santelices *et al.* 1980). En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivos determinar el sexo, el color y la maduración de las plantas intermareales de *D. antarctica* de caleta Montemar durante un periodo anual.

MATERIALES Y METODOS

En caleta Montemar (32° 57'S - 71° 33'W), entre septiembre de 1993 y agosto de 1994, durante la marea baja y buenas condiciones de mar, se realizó un total de 10 muestreos de las plantas distribuyéndose 3 en primavera (n=157), 2 en verano (n=102), 2 en otoño (n=68) y 3 en invierno (n=75). En cada muestreo en una zona de aproximadamente 50 m de longitud del intermareal rocoso expuesto al oleaje, se cortaron trozos de 10 a 15 cm de plantas adultas de tamaño igual o superior a 50 cm.

En el laboratorio, los trozos fueron numerados y cotejados en una plantilla de designación de tintes de un atlas de colores, codificándolos de acuerdo a escalas de valores de luminosidad y grados de cromaticidad (Villalobos-Dominguez & Villalobos 1947). La madurez y el sexo de las plantas fueron determinados mediante observaciones microscópicas de cortes longitudinales efectuados a mano alzada a través de la corteza de los trozos frescos. Los estados vegetativo y reproductivo fueron diferenciados por la ausencia y/o presencia de conceptáculos de

desarrollo incipiente o vacíos (senescentes) y por la presencia de conceptáculos maduros respectivamente. El sexo masculino o femenino fue reconocido por sus conceptáculos con anteridios u oogonios (Naylor 1953).

La determinación del estado de madurez de las plantas consideró dos grupos: vegetativas (inmaduras) y reproductivas (maduras) de ambos sexos. Los datos obtenidos en relación al sexo, madurez y color fueron analizados estadísticamente mediante cálculos de porcentajes, el uso de tablas de contingencia de doble entrada y test chi cuadrado (Sokal & Rohlf 1979).

RESULTADOS

El cotejo de colores de los trozos de talo con las plantillas de designación del atlas, las asignó a los tintes, naranja (O) y sus combinaciones con el amarillo (OOY) y (OY). En la amplia gama de matices de cada uno de ellos, se nombraron y separaron ejemplares oscuros y claros, según resultaran ubicados entre los valores 0 - 8 y 9 - 13 de la escala de luminosidad y entre los grados 3 a 12 de cromaticidad (Villalobos-Dominguez & Villalobos 1947). En los dos grupos de colores clasificados, estuvieron representadas tanto plantas vegetativas como reproductivas dioicas (Figs. 1 y 2).

Las plantas vegetativas se presentaron desde octubre a abril tanto en la gama de colores oscuros (O, OOY o OY / 0 - 8 / 3° - 12°) como claros (O, OOY o OY / 9 - 13 / 3° - 12°), disminuyendo o estando ausentes desde mayo a septiembre. Durante la primavera, verano e inicio de otoño (octubre a abril), la población intermareal de plantas vegetativas de *D. antarctica* fue en aumento llegando a estar conformada exclusivamente por plantas inmaduras, 60 a 100% en ambos grupos de colores, con la excepción del mes de noviembre para las pardo oscuras (Figs. 1 y 2).

A diferencia de los resultados anteriores, en ambos grupos de colores las plantas reproductivas estuvieron ausentes o escasamente representadas durante la época de verano e inicio del otoño (enero a marzo), presentándose durante la segunda mitad del otoño, invierno e inicio de primavera (mayo a agosto de 1994 y septiembre de 1993). Entre los ejemplares pardo oscuro predominaron las plantas femeninas, en tanto que entre los

pardo claro existió una mayor proporción de talos masculinos, exceptuando para estas últimas el mes de julio (Figs. 1 y 2).

El análisis estadístico demostró una relación significativa entre el color de la fronda y el estado de madurez ($p < 0,0001$), así como también entre color de la fronda y el sexo masculino o femenino de las plantas ($p < 0,001$).

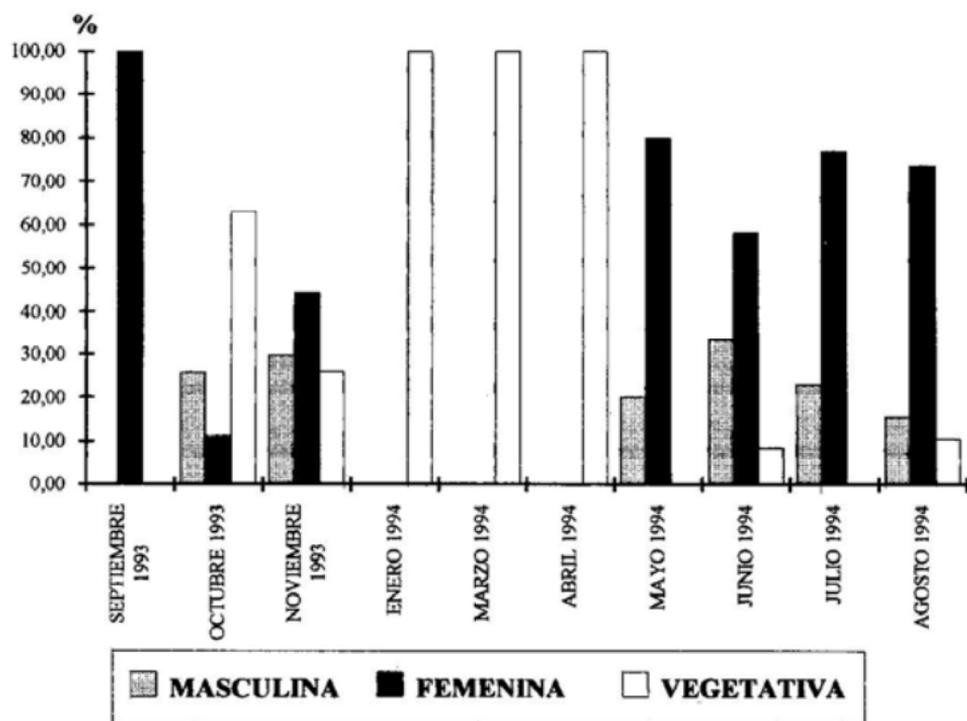


Figura 1. *Durvillaea antarctica*. Porcentajes mensuales de plantas vegetativas y reproductivas masculinas y femeninas de color pardo oscuro (0,00Y o OY/0 - 8/3°-12°).

Figure 1. *Durvillaea antarctica*. Percentage distribution of vegetative and reproductive male and female dark brown plants (0,00Y o OY/0 - 8/3° - 12°), according to sampling months.

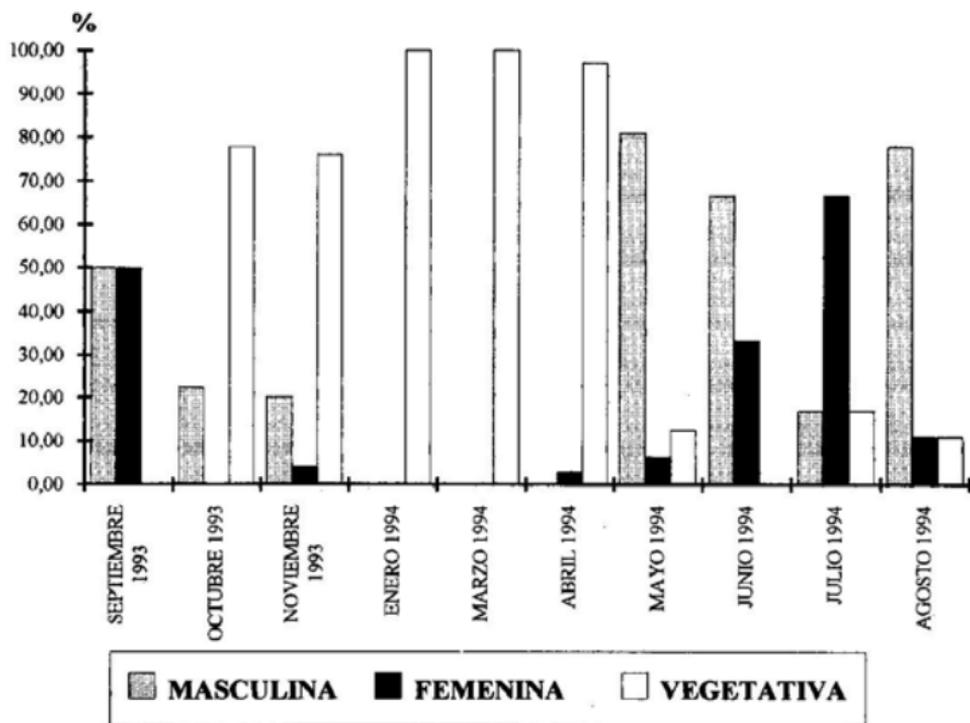


Figura 2. *Durvillaea antarctica*. Porcentajes mensuales de plantas vegetativas y reproductivas masculinas y femeninas de color pardo claro (O, OOO o OY / 9 - 13 / 3° - 12°).

Figure 2. *Durvillaea antarctica*. Percentage distribution of vegetative and reproductive male and female yellow brown plants (O, OOO o OY / 9 - 13 / 3° - 12°), according to sampling months.

DISCUSION

Para las plantas intermareales de *D. antarctica* de caleta Montemar, los resultados obtenidos muestran una marcada estacionalidad en la maduración de las frondas, presentándose vegetativas durante la época de verano y reproductivas desde fines de otoño hasta comienzos de la primavera. Estos resultados concuerdan con el período de fertilidad observado por Buschmann (1982), Alveal *et al.* (1990a y b), Westermeier *et al.* (1994) para material de la VIII y IX Región

de Chile, y también con el período reproductivo de *D. antarctica* de Nueva Zelanda, que se extiende desde abril/mayo a septiembre (Naylor 1953, Hay & South 1979) y entre mayo y octubre, con un óptimo de temperatura de 11,5 a 12 °C, para la germinación y desarrollo de embriones de *D. antarctica* en las islas Kerguelen en el océano Índico (Delepine & Asensi 1976). Aún más, resultados de la biomasa y densidad numérica de *D. antarctica*, indican que son mayores en las islas sub-antárticas Macquarie y Heard que

en Nueva Zelanda (Klemm & Hallam 1988). Estos resultados de diferentes localidades geográficas, sugieren que en caleta Montemar durante el verano las condiciones ambientales del intermareal son subóptimas para la reproducción de la especie. Los promedios de temperatura anual del agua para esta localidad indican rangos entre 12° - 13 °C durante otoño, invierno e inicio de primavera y 15° - 16 °C durante el verano.

Sin embargo, los datos obtenidos difieren de los resultados de Santelices *et al.* (1980), quienes en la localidad de Horcón, geográficamente cercana a Montemar, encontraron talos reproductivos y juveniles durante trece meses de estudio en los años 1976 y 1977, siendo abundantes los individuos jóvenes entre septiembre a noviembre y entre febrero y abril y los talos reproductivos desde diciembre a enero y junio a julio. En el estudio morfológico y reproductivo de Naylor (1953), se describen detalladamente los cambios que ocurren en los conceptáculos ubicados en la corteza de las frondas, distinguiéndose periodos senescentes de los mismos, lo cual indicaría que la presencia de conceptáculos durante todo el año no es indicativa de la fertilidad de las plantas.

El conocimiento empírico de *D. antarctica* tradicionalmente ha relacionado el

sexo con el color de las plantas, pardo amarillo, masculinas; pardo oscuro, femeninas. La tendencia de distribución de las plantas femeninas en el grupo de las plantas pardo oscuras (O, OOO o OY / 0 - 8 / 3°-12°) y de las masculinas entre las pardo claro (O, OOO o OY / 9 - 13 / 3°-12°), es corroborado por el análisis estadístico $p < = 0,001$. Sin embargo, en esto debe considerarse que también se encuentra involucrada significativamente la relación color y estado de madurez de las plantas $p < = 0,0001$, lo cual en parte explica el que en ambos grupos de colores se encuentren plantas masculinas, femeninas y vegetativas. Estos resultados corroboran las dificultades que se presentan en el terreno para distinguir macroscópicamente sobre la base del color el sexo de las plantas más jóvenes.

En Chile un estudio detallado de la fenología reproductiva en el centro y límites norte y sur de la distribución de *D. antarctica* proporcionaría datos valiosos que ayudarían en la determinación de su medio ambiente óptimo. Considerando que en el hemisferio sur esta especie desde el punto de vista biogeográfico es indicadora de aguas frías, el conocimiento completo de su ritmo periódico reproductivo constituiría un aporte valioso ante su futuro comportamiento frente a eventuales cambios globales ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación fue financiada por el Proyecto DIUV 05 96.

LITERATURA CITADA

- Alveal, K, A Candia, G Collantes, M Edding, E Fonk, C Melo, A Poblete, P Rivera, H Romo, C Werlinger & R Westermeier. 1990a (Eds.). Situación de desarrollo y explotación de los recursos algales de Chile. Red Algas Marinas - Chile, Centro de Investigaciones y Desarrollo (CIID), Canadá, 79 p.
- Alveal, K, A Candia, G Collantes, M Edding, E Fonk, C Melo, A Poblete, P Rivera, H Romo, C Werlinger, & R Westermeier. 1990 b. (Eds.). Guía de algas marinas chilenas de importancia económica. Red Algas Marinas - Chile, Centro de Investigaciones y Desarrollo (CIID), Canadá, 114 p.
- Buschmann, A. 1982. Biología de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaeales) en Chile centro sur. Morfología y reproducción. Informe de Unidad de Investigación para optar al Grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad de Concepción, Chile, 26 p.

- Bustamante, RH & JC Castilla. 1990. Impact of human exploitation of the intertidal southern bull-kelp *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) in Central Chile. *Biological Conservation* 52: 205-220.
- Castilla, JC & RH Bustamante. 1989. Human exclusion from rocky intertidal of Las Cruces, Central Chile: effects on *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales). *Marine Ecology Progress Series* 50: 203-214.
- Delepine, R & A Asensi. 1976. Quelques données expérimentales sur l'écophysiologie de *Durvillaea antarctica* (Cham.) Hariot (Pheophycées). *Société Phycologique de France, Bulletin* 21: 65-80.
- Guiler, EP 1959. The intertidal ecology of the Montemar area, Chile. *Papers & Proceeding of the Royal Society of Tasmania* 93: 165-183.
- Hay, CH 1979. Nomenclature and taxonomy within the genus *Durvillaea* Bory (Phaeophyceae: Durvilleales Petrov). *Phycologia* 18: 191-202.
- Hay, CH & GR South. 1979. Experimental ecology with particular reference to proposed commercial harvesting of *Durvillaea* (Phaeophyta, Durvilleales) in New Zealand. *Botanica Marina* 22: 43-436.
- Klemm, MF & ND Hallam. 1988. Standing crop of *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot (Phaeophyta) on the Australian sub-Antarctic Macquarie and Heard islands. *Phycologia* 27: 505-509.
- Knox, GA 1960. Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proceedings of the Royal Society of New Zealand, Series B* 152: 577-624.
- Naylor, M 1953. The New Zealand species of *Durvillaea*. *Transactions of the Royal Society of New Zealand* 80: 277-297.
- Ramírez, ME & Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. *Monografías Biológicas*, P. Universidad Católica 5, 437 p. Santiago, Chile.
- Santelices, B, J Cancino, S Montalva, R Pinto & E Gonzalez. 1977. Estudios ecológicos en la zona costera afectada por contaminación del "Northern Breeze". II Comunidades de playas de rocas. *Medio Ambiente* 2: 65-83.
- Santelices, B, JC Castilla, J Cancino & P Schmiede. 1980. Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. *Marine Biology* 59: 119-132.
- Santelices, B 1989. *Algas marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización y diversidad*, 399p. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- SERNAP. 1994. Anuario Estadístico de Pesca 1993. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile, 188 p.
- SERNAP. 1995. Anuario Estadístico de Pesca 1994. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile, 236 p.
- SERNAP. 1996. Anuario Estadístico de Pesca 1995. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile, 239 p.
- Alveal, K. 1970. Estudios ficoecológicos en la región costera de Valparaíso. *Revista de Biología Marina. Valparaíso*, 14: 7 - 88.
- Sokal, RR & FJ Rohlf. 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*, 832 p. H. Blume, Madrid, España.
- Villalobos-Dominguez, C & J Villalobos. 1947. *Atlas de los colores*, 74 p. Editorial Librería El Ateneo, Buenos Aires.
- Westemeier, R, DG Muller, I Gómez, P Rivera & H Wenzel. 1994. Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* 110: 187-194.