

## INCIDENCIA DE LOS HERBÍVOROS SOBRE LA FANERÓGAMA MARINA *Posidonia oceanica* EN LA RESERVA MARINA DE TABARCA, ESPAÑA

**GRAZING ON THE SEAGRASS *Posidonia oceanica* IN THE MARINE RESERVE OF TABARCA, SPAIN.**

**ABSTRACT.** Annual changes in grazing on *Posidonia oceanica* have been studied in the Marine Reserve of Tabarca (Spain). The main grazer is the fish *Sarpa salpa*, while isopods and the sea urchin *Paracentrotus lividus* have lower importance. Grazing by *S. salpa* decreases with depth and, in the shallow meadow, overgrazing causes the death of some shoots. Factors that control yearly changes in leaf apex condition are: the appearance of new leaves, leaf age that increases the possibility of leaf break by hydrodynamism or grazing, and the senility and shedding of older leaves. Overgrazing must be considered in the management of marine protected areas where grazers could increase their populations considerably.

José Luis Sánchez Lizaso \* Alfonso A. Ramos Esplá \*\*. \* Departamento de Pesquerías y Biología Marina. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del I.P.N. Apdo. postal 592. La Paz, B.C.S. México 23000. \*\* Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Universidad de Alicante. Apdo. postal 99, 03080. Alicante, España.

Las praderas de fanerógamas marinas son comunidades muy importantes en los sistemas litorales de los mares templados y tropicales (Den Hartog, 1970). Entre una de sus características básicas está la capacidad de mantener tasas de producción primaria muy importantes (McRoy & McMillan, 1977; Zieman & Wetzel, 1980; Hillman *et al.*, 1989). A pesar de su elevada producción se conocen pocos consumidores directos de fanerógamas marinas, entre los que se pueden citar las tortugas (*Chelonia midas*), los manatíes, aves, algunos peces, erizos y crustáceos (Randay, 1965; Greenway, 1976; Odgen, 1976, 1980; Klumpp *et al.*,

1989; Lanyon *et al.*, 1989). Sin embargo, los herbívoros son escasos y, aparentemente, la producción se canaliza a eslabones superiores de las cadenas tróficas a través de las vías de detritívoros (Klug, 1980; Klumpp *et al.*, 1989).

En el Mar Mediterráneo existen 5 especies de fanerógamas marinas, de las cuales *Posidonia oceanica* (L.) Delile es la más abundante y la que forma praderas más estructuradas (Boudouresque & Meinesz, 1982). Se han identificado hasta el momento 3 herbívoros principales de *Posidonia oceanica*: el espárido *Sarpa salpa*, el erizo *Paracentrotus lividus* y el isópodo *Idotea* spp (Boudouresque & Meinesz, 1982; Lorenti & Fresi, 1983; Verlaque & Nedelec, 1983); sin embargo, existen hasta la fecha pocos estudios que analicen su intensidad de alimentación sobre *Posidonia*. Por otra parte, se ha reportado que en determinadas situaciones el sobrepastoreo puede ser una causa de regresión de las praderas de fanerógamas.

### Zona de estudio

La Isla de Tabarca se encuentra en el sudeste de la Península Ibérica y es una zona marina protegida desde 1986. Para una descripción de las características físicas y oceanográficas así como la ordenación de la Reserva Marina se pueden consultar los trabajos de Ramos (1985) y Prats & Martín (1991). La Isla de Tabarca está rodeada por una extensa pradera de *Posidonia oceanica* con una superficie superior a las 650 hectáreas, lo que equivale a más de un 80% de la superficie cartografiada por Ramos (1985). La pradera se distribuye entre 0.5 m y 24 m de profundidad.

### Intensidad de herbivorismo

Se seleccionaron 3 estaciones de muestreo, a lo largo del gradiente batimétrico, a 4, 12.5 y

19 m de profundidad en la cara sur de la isla. Se realizó un muestreo mensual, entre mayo de 1988 y mayo de 1989, de 20 haces a cada una de las profundidades. El total de hojas colectadas se clasificó, en función de su edad, en adultas e intermedias (Giraud, 1977). Para los efectos de este trabajo no se consideraron las hojas juveniles, puesto que, por estar protegidas por las bases de las hojas adultas, siempre se encuentran enteras. Además, se anotó el estado del ápice registrando, en su caso, la causa de rotura (rotura mecánica, mordiscos de *Sarpa salpa*, *Paracentrotus lividus* o isópodos, siguiendo la descripción de Boudouresque y Meinesz (1982).

Se calcularon, de acuerdo a lo propuesto por Giraud (1977), el coeficiente A global (CoAg), el coeficiente A de las hojas adultas (CoAa) y el coeficiente A de las hojas intermedias (CoAi) como:

$$\text{CoAg} = \frac{\text{número de hojas no enteras} \times 100}{\text{número total de hojas}}$$

$$\text{CoAa} = \frac{\text{número de hojas adultas no enteras} \times 100}{\text{número total de hojas adultas}}$$

$$\text{CoAi} = \frac{\text{número de hojas intermedias no enteras} \times 100}{\text{número total de hojas intermedias}}$$

#### Experimento de marcado

Después de observar que en la estación de 4 m aparecían pequeñas superficies (100-200 cm<sup>2</sup>) de haces muertos, se decidió realizar un programa de seguimiento con el fin de averiguar la causa y velocidad del fenómeno y su posible relación con los herbívoros de la pradera. El seguimiento consistió en marcar todos los haces alrededor de una de esas manchas y realizar su observación periódica. El marcaje se realizó el 24 de octubre de 1988 y en total se marcaron 71 haces con etiquetas de plástico colocadas en la base de los rizomas. El seguimiento se realizó a intervalos periódicos durante 105 días. Se consideraron haces muertos aquellos que no presentaban hojas en el momento de la observación.

a) **Intensidad de herbivorismo.** La posibilidad de pérdida del ápice está influida por la edad de las hojas (Fig. 1). Se observa, a todas las profundidades, un mayor tanto por ciento de extremos rotos en las hojas adultas que en las intermedias. También se observa que el tanto por ciento de hojas no enteras (coeficiente Ag *sensu* Giraud, 1977) disminuye al aumentar la

profundidad. En la estación superficial, de diciembre a agosto, alrededor del 60% de las hojas (considerando intermedias y adultas) están rotas y más del 90% de las hojas adultas entre diciembre y mayo. Los valores más bajos de CoAg se observaron en octubre (20%). En la estación intermedia el máximo CoAg se observó en agosto (60%) y el mínimo en noviembre (8%). A 19 m el máximo se observó en septiembre y el mínimo en enero (37% y 5%, respectivamente).

Respecto a las causas de la pérdida del ápice, se ha observado que a 4 m la causa más importante de pérdida del ápice es la presión de los herbívoros y más concretamente de *Sarpa salpa*. Con la profundidad la influencia de *S. salpa* disminuye, siendo menor en la estación más profunda. También se encuentran mordiscos de otros herbívoros aunque en proporción muy baja o casi insignificante como el erizo *Paracentrotus lividus* en la estación superficial e isópodos a 12.5 y 19 m.

b) **Experimento de marcado.** A los 10 días de iniciar el experimento de marcado se observó que la mayor parte de los haces presentaban señales de un intenso pastoreo por *S. salpa* y que 4 de ellos habían sido completamente comidos hasta el nivel de los peciolo. El seguimiento posterior demostró que algunos de los haces sometidos a estas intensas siegas moría. La figura 2 representa la evolución del número de haces supervivientes, expresados como tanto por ciento del número inicial de haces marcados respecto al tiempo transcurrido desde el marcaje. Se observa que a los 80 días habían muerto cerca del 20% de los haces marcados. Sin embargo, posteriormente esta cifra se estabilizó e incluso disminuyó ligeramente.

De los resultados de otros estudios que se presentan en la Tabla I se puede observar que en praderas superficiales el coeficiente A global se sitúa entre el 50 y el 60%, aunque ocasionalmente se pueden observar valores más altos (hasta el 80%), mientras que en las praderas profundas el porcentaje de ápices no enteros se sitúa entre el 10 y el 20%. Giraud (1977) ha sugerido que ello era debido al hidrodinamismo. Sin embargo, aunque resulta evidente que una mayor agitación de las aguas puede favorecer la rotura de las hojas, esta

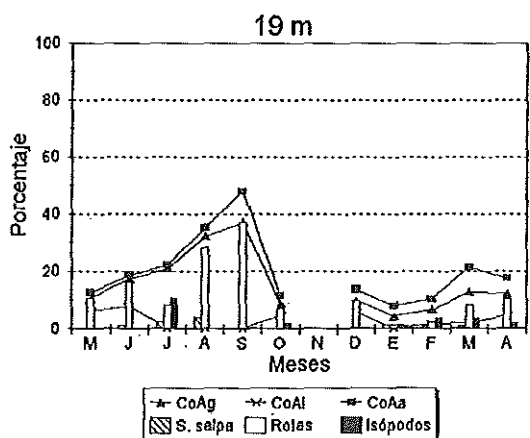
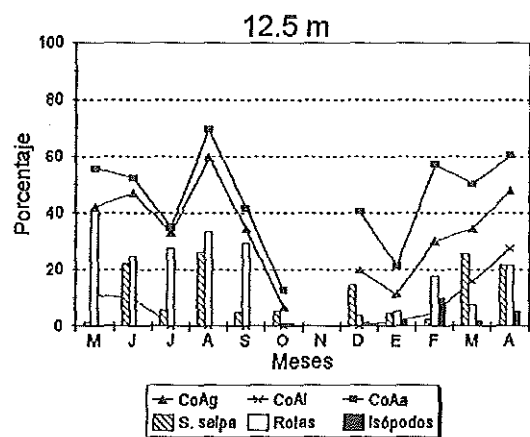
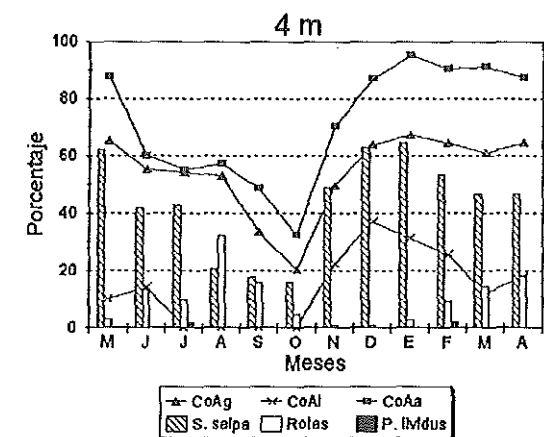


Fig. 1. Cambio estacional en el coeficiente A global (CoAg), el coeficiente A de las hojas intermedias (CoAi) y de las hojas adultas (CoAa). Así mismo se indica la causa de la rotura de las hojas en las tres profundidades muestreadas.

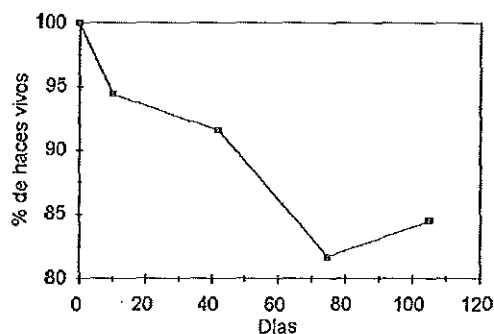


Fig. 2. Evolución de número de haces supervivientes respecto del número de haces marcados inicialmente en función de los días transcurridos desde el marcaje.

explicación resulta simplista, considerando que los principales herbívoros de *Posidonia* (*Sarpa salpa* y *Paracentrotus lividus*) se encuentran principalmente en las praderas superficiales. Con los datos obtenidos en el presente trabajo se demuestra que la mayor frecuencia de ápices rotos en la estación superficial es debida, fundamentalmente, a la incidencia de las poblaciones de salpas. Por otra parte, a partir de las fluctuaciones anuales en el tanto por ciento de ápices no enteros se puede deducir que otro factor que influye en el estado del ápice es la edad de las hojas, cuanto más vieja sea una hoja mayor probabilidad tendrá de haber sido rota, bien por senescencia, por el hidrodinamismo o por los herbívoros.

Los factores que controlan la evolución anual del estado del ápice de las hojas son: el ritmo de formación de hojas que aporta nuevas hojas con ápices enteros, el tiempo de exposición de las mismas que incrementa la probabilidad de la actuación de los herbívoros o el hidrodinamismo y en último extremo la simple senescencia de la hoja y el ritmo de caída que elimina del haz las hojas que mayor probabilidad han tenido de ser rotas por alguno de los factores anteriores. De este modo, los valores más altos de hojas con el ápice intacto se observan después del rejuvenecimiento otoñal del haz, en las tres estaciones, y los más bajos a final de verano. La excepción la constituye la estación de 4 m con valores más altos de CoA en invierno-primavera que en verano. Esto se explica considerando el ciclo de caída de hojas, el cual es mucho más irregular, en esta estación, por efecto de factores aleatorios ex-

LOCALIDAD	Prof (m)	CoAg	CoAl	CoAa	REFERENCIAS
Port-Cros (Francia)	1	57.5	29.3	73.7	PERGENT, 1987
	2	51.2	27.0	64.6	
	11	19.2	3.8	27.5	
	23	19	0.8	27.2	
	32	17.1	1.6	24.8	
Banyuls (Francia)	1	75.6	42.2	90.8	PERGENT, 1987
	2	79.4	41.7	94.9	
	12	44.4	14.4	56.8	
	19	34.3	9.1	44.2	
Urla (Turquía)	0.4	54.1	13.4	81.7	PERGENT, 1987
	1	51.4	11.2	78.6	
	2	48.1	11.2	74.0	
	5	50.5	12.0	77.4	
Marsa (Argelia)	2	76.5	51.1	98.7	SEMROUD et al., 1990
	8	67.7	34.5	96.9	
Tamentfoust (Argelia)	2	70.4	38.3	99.9	SEMROUD et al., 1990
	8	59.7	26.7	91.0	
Ischia (Italia)	5	34.5	3.4	46.4	BUJA et al., 1992
	22	23.9	6.2	30.7	
Tabarca (España)	4	54.3	14.5	71.9	Presente estudio
	12.5	30.5	6.4	45.1	
	19	15.6	2.9	19.9	

ternos (temporales) observándose un pico en la caída de hojas en primavera (Sánchez Lizaso, 1993). La disminución observada a principios de verano en el CoA de esta estación se puede explicar, al menos parcialmente, por desaparición de las hojas más viejas (y rotas).

El estado del ápice es, por tanto, un proceso en el que influye el ciclo de renovación y envejecimiento de las hojas, el hidrodinamismo y el efecto de los herbívoros. Las diferencias observadas a lo largo del gradiente batimétrico se pueden comprender por la diferente incidencia de cada uno de estos factores.

Se ha supuesto que *S. salpa* come, principalmente, las partes terminales y epifitadas de las hojas de *Posidonia* (Verlaque, 1981; Velimirov, 1984) y no existen referencias previas de comportamientos alimentarios como el observado durante el experimento de marcado. Probablemente lo que pueda explicar este comportamiento sea la accesibilidad de las hojas. Las hojas largas y epifitadas son más accesibles (y probablemente de mayor valor nutricional para la especie por la presencia de los epifitos) que las partes más bajas de las mismas. En el caso de

zonas de límite de la pradera las hojas pueden ser accesibles fácilmente hasta la base. Como han demostrado Wittman y Ott (1982), las siegas repetidas de material foliar hasta el nivel de los peciolos se traducen en una reducción del crecimiento y un incremento de la mortalidad de los haces.

El fenómeno descrito no se considera, de momento, preocupante para la salud de la pradera en función de la extensión y densidad de la misma, además de lo localizadas que son estas manchas de sobrepastoreo y su velocidad de evolución. Sin embargo, plantea una cuestión que debe ser seguida con atención, particularmente en la Isla de Tabarca por tratarse de una reserva marina en la que las poblaciones de herbívoros (salpa y erizos) pueden aumentar considerablemente en un futuro, con posible impacto sobre la pradera.

#### AGRADECIMIENTOS

En memoria de Carlos Candela, recientemente fallecido, por muchos motivos y en particular por su ayuda y soporte en el trabajo en el mar.

## REFERENCIAS

- BOUDOURESQUE, C.F. & A. MEINESZ. 1982. Decouverte de l'herbier de posidonie. Cahier Parc Nation. Port-Cros 4: 79 pp.
- BUIA, M.C., V. ZUPO & L. MAZZELLA. 1992. Primary production and growth dynamics in *Posidonia oceanica*. P.S.Z.N.I Mar. Ecol. 13 (1): 2-16.
- GIRAUD, G. 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse en Oceanologie. Univ. Aix-Marseille II, 150 pp.
- GREENWAY, M. 1976. The grazing of *Thalassia testudinum* in Kingston Harbour, Jamaica. Aquat. Bot. 2: 117-126.
- DEN HARTOG, C. 1970. Seagrasses of the world. North Holland Publ., Amsterdam. 275 pp.
- HILLMAN, K., D.I. WALKER, A.W.D. LARKUM & A.J. McCOMB. 1989. Productivity and nutrient limitation. En: Larkum, A.W.D., A.J. McComb & S.A. Shepherd (Eds.), *Biology of seagrasses*. Aquatic Plant studies 2. Elsevier, Netherlands: 635-685.
- KLUG, M.J. 1980. Detritus-decomposition relationships. En: Phillips, R.C. & C.P. McRoy (Eds.), *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*. Garland STPM Press, N.Y.: 225-245.
- KLUMPP, D.W., K.R. HOWARD & D.A. POLLARD. 1989. Trophodynamics and nutritional ecology of seagrasses communities. En: Larkum, A.W.D., A.J. McComb & S.A. Shepherd (Eds.), *Biology of seagrasses*. Aquatic Plant studies 2. Elsevier, Netherlands: 394-597.
- LANYON, J.; C. J. LIMPUS & H. MARSH. 1989. Dugons and turtles, grazers in the seagrass system. En: Larkum, A.W.D., A.J. McComb & S.A. Shepherd (Eds.), *Biology of seagrasses*. Aquatic Plant studies 2. Elsevier, Netherlands: 610-627.
- LORENTI, M. & E. FRESI. 1983. Grazing of *Idotea baltica basteri* on *Posidonia oceanica*: Preliminary observations. Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 28(3):147-148.
- McROY, C.P. & C. McMILLAN. 1977. Production ecology and physiology of seagrasses. En: McRoy, C.P. & C. Helfferich (Eds.), *Seagrass ecosystems: a scientific perspective*. Marcel Dekker, N.Y.: 53-87.
- OGDEN, J.C. 1976. Some aspects of herbivore-plant relationships on Caribbean reefs and seagrass beds. Aquat. Bot. 2: 103-166.
- OGDEN, J. C. 1980. Faunal Relationships in Caribbean Seagrass Beds. En: Phillips, R.C. & C.P. McRoy (Eds.), *Handbook of seagrass biology: An ecosystem perspective*. Garland STPM Press, N.Y.: 173-198
- PERGENT, G. 1987. Recherches lépidochronologiques chez *Posidonia oceanica* (Potamogetonaceae). Fluctuations des paramètres anatomiques et morphologiques des écailles des rhizomes. Thèse Doctorale en Oceanologie. Université Aix-Marseille II, 853 pp.
- PRATS, D. & A. MARTÍN, 1991. Parámetros oceanográficos químicos y biológicos en la zona litoral de la Isla de Tabarca. En: *Estudios de la Reserva Marina de Tabarca*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España. Secretaría de Pesca Marítima: 37-48.
- RAMOS, A. A. (ed.) 1985. *La Reserva Marina de la Isla Plana o Nueva Tabarca (Alicante)*. Publ. Univ.-Ayunt. Alicante: 195pp
- RANDAY, J. E. 1965. Grazing effect on seagrasses by herbivorous reef fishes in the West Indies. Ecology 46 (3): 255-260.

- SÁNCHEZ LIZASO, J.L. 1993. Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): Fenología y producción primaria. Tesis de Doctorado. Univ. de Alicante. 121 pp.
- SEMROUD, R., S. MEZEGRANE & L. SOLTANE. 1990. Phenologie de *Posidonia oceanica* dans la Region d'Alger (Algérie): Données préliminaires. *Rapp. Comm int Mer Médit.* 32 (1) B-I 15: 10.
- VELIMIROV, B. 1984. Grazing of *Sarpa salpa* L. on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds. En: Boudouresque, C.F., A. Jeudy de Grissac & J. Olivier (Eds), *International Workshop Posidonia oceanica beds*. GIS Posidonie Publ. 1: 381-387.
- VERLAQUE, M. 1981. Preliminary data on some *Posidonia* feeders. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 27 (2): 201-202.
- VERLAQUE, M. & H. NEDELEC. 1983. Note préliminaire sur les relations biotiques *Paracentrotus lividus* et herbier de posidonies. *Rapp. Comm. int Mer Médit.* 28(3): 157-158
- WITTMAN, K. J. & J. OTT. 1982. Effects of cropping on growth in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *P.S.Z.N.I Marine Ecology* 3(2): 151-159.
- ZIEMAN, J. C. & R. G. WETZEL, 1980. Productivity in Seagrasses: Methods and Rates. Phillips, R.C. & C.P. McRoy (eds.) *Handbook of seagrass biology: An ecosystem perspective* Garland STPM Press, N.Y.: 87-116.