

ESTUDIO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES NITRÓFILAS MEDIOLITORALES

Marta Pérez Vallmitjana

Departament d'Ecologia

Facultat de Biologia

Universitat de Barcelona

Diagonal 645

08028 Barcelona

RESUMEN

Algunas comunidades de la costa catalana están dominadas por especies nitrófilas del orden Ulvales. El estudio de su composición específica, su producción y su estructura espacial (en base a la diversidad y a coeficientes de similaridad) muestra que se trata de comunidades con áreas mínimas pequeñas, dominadas por especies oportunistas y con un elevado cociente producción/biomasa (P/B). Consecuentemente, el flujo energético a través de estas comunidades es elevado, con una producción que alcanza los $2\text{g/m}^2\cdot\text{dia}$, durante la época de máximo crecimiento.

ABSTRACT

Some Mediterranean mediolittoral seaweed communities of NE Spain are dominated by nitrophilic species of the order Ulvales. Community composition, production (biomass) and spatial structure analysis (diversity and similarity coefficients) show that these communities consist of opportunistic species which form minimally-structured communities with a high production-biomass ratio (P/B). Consequently, the energie flux through these communities is high with a productivity of 1 to $2\text{g/m}^2\cdot\text{day}$, during the period of maximum growth.

INTRODUCCION

La típica zonación litoral presente en las costas del Mediterráneo noroccidental (FELDMAN 1937) está actualmente

alterada a causa de múltiples factores que actúan simplificando las comunidades. En la zona mediolitoral esta simplificación se refleja en la formación de comunidades con dominancia de unas pocas especies pertenecientes mayoritariamente a las clorofíceas. En general se habla de comunidades de Ulvales (RIZZILONGO & GIACCONE 1974), caracterizando bajo este nombre una serie de facies de algas de rápido desarrollo y supuestamente nitrófilas (GIACCONE et al. 1975).

Su presencia en un determinado lugar se asocia con la contaminación marina (NORTH et al. 1970, GERLACH 1976, GOMEZ & RIBERA 1982), con los primeros estadios de la sucesión (NIELL 1981) o con cualquier otro factor físico que actúe manteniendo la comunidad en un estado "juvenil", impidiendo la lógica sucesión hacia estadios más maduros (BALLESTEROS et al. 1984).

En el presente trabajo se realiza un estudio de la composición específica, la estructura y la dinámica de las comunidades de Ulvales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las localidades de muestreo se sitúan en Tossa (Gerona) y en las islas Medes, situadas frente al pueblo de l'Estartit (Gerona). En ambos lugares, la presencia de comunidades de Ulvales la atribuimos a causas naturales como son el efecto abrasivo de la arena al ser transportada por el mar (Tossa) y la presencia de una gran colonia de gaviotas cuyas deyecciones eutrofizan las aguas (Medes).

En ambos lugares se eligió una zona aparentemente homogénea y se muestreó periódicamente durante un año. El método de muestreo consistió en el raspado total de una serie de 16 cuadrados contiguos de 5 x 5cm cada uno. Este método presenta diversas ventajas sobre el sistema de cuadrados imbricados (GOUNOT 1969, BOUDOURESQUE 1974). Los datos obtenidos para cada submuestra se pueden combinar (como se señala en la Fig. 1) para obtener la variación de los distintos parámetros en función del tamaño del área.

Las muestras obtenidas se trasladaban al laboratorio donde se separaban y clasificaban las especies de algas, cuantificando la biomasa de cada una en forma de peso seco (ROMERO 1980).

La estructura espacial se ha puesto de manifiesto en base a la variación de una serie de parámetros en función del tamaño del área. Tales parámetros son: nº de especies; índice de diversidad, calculado según la fórmula de SHANNON (1963) para datos de biomasa; coeficientes de similaridad de SØRENSEN (1948), para datos cualitativos y de KULCZYNSKI (1927), para datos cuantitativos y por último biomasa y cocientes²/x.

Las medidas de producción primaria se han realizado en la playa de Sa Bauma (Tossa). La vegetación existente desapareció por acción de los temporales de principios de invierno. Posteriormente se estableció una comunidad homogénea formada por Enteromorpha compressa y Cladophora sericea.

La producción se ha calculado en función del aumento de biomasa producido en intervalos de tiempos cortos durante la época de máximo crecimiento.

RESULTADOS

Descripción de las comunidades

Tanto en la zona de Tossa como en las islas Medes, las comunidades de Ulvales dominadas por Enteromorpha compressa se instalan en la parte inferior de la zona mediolitoral, formando una franja de amplitud variable (10-50cm) en función de la inclinación del sustrato.

Entre las comunidades mediolitorales y las infralitorales puede existir una franja más o menos amplia considerada como zona de frontera o de transición donde se instala la comunidad descrita por BOUDOURESQUE (1971) bajo el nombre de Ceramietum ciliati. Esta comunidad aparece en Tossa, y sobre ella se instala E. compressa. La existencia de esta comunidad es la causa de la mayor diversidad específica de las muestras de Tossa en comparación con las de Medes.

En la parte superior de la zona infralitoral de ambas localidades encontramos la comunidad de Ulva rigida considerada por RIZZI-LONGO & GIACCONE (1974) como perteneciente a la serie evolutiva del Cystoserietum, representando una fase previa a la instalación de las comunidades de Cystoseira o también, una regresión de las mismas producida por factores que generan "stress".

Estas comunidades presentan una marcada estacionalidad. Las distintas especies se fijan a finales de invierno (enero-febrero) y alcanzan su máximo desarrollo durante la primavera (abril-mayo). En junio, debido al bajo nivel del mar y a la fuerte insolación a la que se encuentran sometidas, las comunidades empiezan a degradarse. En agosto se produce un gran desarrollo de Enteromorpha clathrata que recubre las rocas dando un aspecto verdooso a la comunidad. En octubre las comunidades se mantienen en un estado degradado o desaparecen hasta la temporada siguiente (Tabla nº 1).

Estructura espacial

Las curvas especies-área obtenidas (Fig. 2) nos muestran una estabilización de tal forma que, a medida que vamos aumentando el área, dentro de los límites impuestos por el muestreo, se incrementa el número de especies. Atribuimos este efecto a la existencia de numerosas especies que se presentan de forma ocasional en la comunidad originando la riqueza específica propia de la mayoría de comunidades algales (BALLESTEROS 1983).

Por esta causa los valores de los puntos Molinier 20/2 y 20/1, considerados por los autores franceses (BOUDOURESQUE & BELSHER 1979) como buenos indicadores del área mínima, presentan, en nuestro caso, unos valores desmesurados e impracticables (Tabla nº 2). Es por ello que, a menos de que adoptemos el criterio de NEDELEC (1979) de suprimir las especies poco importantes, resulta imposible definir un área mínima cualitativa basada en este tipo de curvas para nuestros resultados. Sin embargo la obtención de tales curvas resulta útil a la hora de acotar la información perdida (en términos de número de especies) al seleccionar una superficie determinada como tamaño de muestra.

La utilización del índice de SØRENSEN (1948) para establecer el área mínima cualitativa (BOUDOURESQUE 1974) no nos proporciona resultados interesantes (Fig. 3). Generalmente se aprecia una estabilización para tamaños de área pequeños (150 cm²) y para una similaridad que oscila entre el 60 y el 80%.

La variación del índice de diversidad H es considerado por algunos autores (NIELL 1977, FERNÁNDEZ & NIELL 1981) como un buen parámetro para definir el área mínima cuantitativa. En nuestro caso, los espectros de diversidad obtenidos (Fig. 4) se estabilizan alrededor de los 100-150cm², tamaño para el cual consideramos incluidos todos los elementos cuantitativamente importantes de la comunidad. La forma claramente rectangular de estos espectros la atribuimos a una baja diversidad de motivo o B diversidad (MARGALEF 1974), hecho que concuerda con el carácter oportunista de las especies y con la poca madurez de la comunidad, lo que impide la formación de manchas de vegetación.

La variación del índice de KULCYNISKI (1927) no nos aporta nueva información a la hora de determinar el área mínima cuantitativa (Fig. 5).

Tanto para este índice como para el de SØRENSEN, sería necesario observar la variación de los mismos para tamaños de muestra inferiores a los 25cm², puesto que, en general, la similaridad para este tamaño de muestra ya supera el 50% y la forma de las curvas no muestra ninguna tendencia clara.

Por último, el estudio de la distribución de la biomasa en el espacio y la evolución del cociente s^2/x tiene el interés de poner de manifiesto la existencia de posibles heterogeneidades en la ocupación del espacio (FERNÁNDEZ & NIELL 1981).

Los resultados (Fig. 6) muestran un aumento de biomasa conforme aumenta el tamaño del área, lo que indica que ésta se reparte homogéneamente por todo el espacio disponible. Por otra parte, el cociente s^2/x presenta, en algunos casos, unos máximos hacia los 100cm² que nos informan sobre el tamaño en que se produce la máxima agregación de la biomasa.

Producción

En la Tabla nº 3 se presentan los datos de biomasa, producción primaria y cociente P/B de la comunidad de Sa Bauma (Tossa) durante la época de estudio. Debido al rápido crecimiento de las especies, se ha considerado que las pérdidas de biomasa son despreciables y por ello la diferencia de biomasa entre los intervalos de tiempo puede atribuirse a la producción primaria.

En general, se observa un aumento de la producción al avanzar la sucesión mientras que el cociente P/B mantiene un valor alto poco después del inicio del desarrollo de la comunidad, para disminuir más tarde. Podemos remarcar que el tiempo de generación para estas algas es muy corto ya que la comunidad al cabo de un mes y medio, ya está constituida por talos senescentes y con una producción primaria no detectable.

Los valores de producción son muy variables pero se alcanzan valores máximos cercanos a los 10 g.ps./m².dia.

DISCUSION

Las comunidades estudiadas muestran un máximo desarrollo en los ambientes inestables de la zona mediolitoral, preferentemente en el nivel inferior, sustituyendo a las asociaciones de algas propias de esta zona (FELDMAN 1937). Las especies dominantes varían dependiendo de cada lugar en concreto y de la época del año en la que se efectúa la recolección, presentándose diversas facies difícilmente sistematizables.

La comunidad de Tossa, por ejemplo, representa una facies del Ceramietum ciliati (BOUDOURESQUE 1971) en la que Enteromorpha compressa es la especie principal durante el invierno, siendo sustituida por Enteromorpha clathrata en verano. El substrato de Gelidium pusillum se mantiene durante todo el año.

Todos los análisis efectuados para determinar la estructura espacial de la comunidad nos indican la gran simplicidad de la misma. Es de remarcar la no estabilización de las curvas especies-área, lo cual parece una generalidad en cierto número de comunidades bentónicas (BOUDOURESQUE et al. 1978, NEDELEC 1979). En tales casos, las tentativas de buscar áreas mínimas cualitativas resultan inoperantes.

Las curvas diversidad-área se estabilizan para valores muy bajos de diversidad y de superficie. La diversidad específica se mantiene por debajo de 3 y el tamaño para el cual se estabilizan las curvas se aproxima a los 100cm². La diversidad de motivo o B-diversidad es, asimismo, muy baja como se deduce de la forma rectangular de las curvas.

De una manera subjetiva, y a partir de estas curvas proponemos una superficie de 100cm², como tamaño de muestra óptimo para estas comunidades.

El estudio de la distribución espacial de la biomasa y la evolución del cociente s^2/x aporta mucha información en comunidades altamente estructuradas (FERNANDEZ & NIELL 1981). Sin embargo, en nuestro caso los resultados son poco significativos apreciándose tan solo tendencias hacia distribuciones aleatorias de la biomasa.

Los datos de producción presentados no son más que provisionales y orientativos ya que es necesario un mayor conocimiento del crecimiento y del ciclo anual de las especies que forman estas comunidades así como un seguimiento más intensivo de las variaciones de la biomasa a lo largo del tiempo. La producción media estimada durante la época enero-abril fué de 5 g.ps.m⁻².dia⁻¹ que equivalen, aproximadamente a 2 g C m⁻².dia⁻¹. Estos datos son comparables a los obtenidos por BALLESTEROS (1983a) en comunidades parecidas (5.22 g.ps.m⁻² dia⁻¹) y a los de ZAVODNIK (1979) para una población de Scytosiphon lomentaria en el Adriático (2.5 a 4.7 g.C.m⁻²dia⁻¹).

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, E. 1983 - Sobre la riqueza florística de las comunidades bentónicas y litorales de la Costa Brava. III Simp. G.I.E.B. Pontevedra, en prensa.
- BALLESTEROS, E. 1983a - Primeros resultados sobre la dinámica y producción de las comunidades bentónicas litorales de Tossa (Gerona). III Simp. G.I.E.B. Pontevedra, en prensa.
- BALLESTEROS, E., M. PEREZ & M. ZABALA en prensa - Aproximación al conocimiento de las comunidades algales de la zona infralitoral superior en la costa catalana. Collectanea Botanica.
- BELSHER, T. & C.F. BOUDOURESQUE 1979 - Le peuplement algal du port de Port-Vendres: recherches sur l'aire minimale qualitative. Cahiers de biologie marine XX: 259-269.
- BOUDOURESQUE, C.F. 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). Tethys, 3(1): 79-104.

- BOUDOURESQUE, C.F. 1974 - Aire minima et peuplements algaux marins. Soc. Phycol. de France Bull., 19: 141-157.
- BOUDOURESQUE, C.F., J. MARCOT-COQUEUGNIOT, H. NEDELEC & M. PERRET-BOUDOURESQUE 1980 - Le phytobenthos d'un port mediteranéen, Port-Vendres. 105 Congrès national des Sociétés savantes, Caen, sciences, fasc. III: 261-273.
- FELDMAN, J. 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. Ed. Wolf, Rouen.
- FERNÁNDEZ, C. & F.X. NIELL 1981 - Distribución espacial del fitobentos en los horizontes inferiores del sistema intermareal rocoso de cabo Peñas (Asturias). Inv. Pesq., 45(2): 309-326.
- FERNÁNDEZ, C. & F.X. NIELL 1981a - Discusión sobre los métodos usados en la estimación de la producción de macrófitos intermareales. Oecol. Aquat., 5: 43-52.
- GERLACH, S.A. 1976 - Marine Pollution. Academic Press. New York.
- GIACCONE, G., L. RIZZI-LONGO & M. PRINCI 1975 - Effects des eaux polluées sur cultures d'algues marines benthiques. Méthodes et résultats préliminaires. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 23(2): 81-82.
- GOMEZ, A. & M.A. RIBERA 1982 - Etude de l'impact de la contamination du Polygone Industriel de Tarragona sur la macrophytobenthos. VI Journées d'Etudes sur les pollutions marines en Méditerranée C.I.E.S.M. Cannes.
- GOUNOT, M. 1969 - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris.
- MARGALEF, R. 1974 - Ecología. Ed. Omega. Barcelona.
- NEDELEC, H. 1979 - Étude structurale et problèmes d'échantillonnage dans une phytocénose portuaire. Diplôme d'études approfondies d'oceanographie biologique. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris.
- NIELL, F.X. 1977 - Método de recolección y área mínima de muestreo en estudios estructurales del macrofitobentos rocoso intermareal de la ría de Vigo. Inv. Pesq., 41 (2): 509-521.
- NIELL, F.X. 1981 - Estructuras disipativas en la organización de los sistemas bentónicos. Oecol. Aquat., 5: 239-245.
- NORTH, W.J., G.C. STEPHENS & B.B. NORTH 1970 - Marine algae and their relations to pollution problems. FAO technical conference and its effects on living resources and fishing. Roma.
- RIZZI-LONGO, L. & G. GIACCONE 1974 - Le Ulvales a la vegetazione nitrofila del Mediterraneo. Publ. Univ. di Trieste Insti. Bot. An., 5 vol. 2nl. Suppl. Ancona.
- ROMERO, J. 1981 - Estudio sistemático y ecológico de las algas bentónicas de las islas Medas (Gerona). Tesis de licenciatura Univ. de Barcelona.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1963 - The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.
- SØRENSEN, T. 1948 - A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity species content. Biol. Skr., 5(4): 1-34.
- ZAVODNIK, N. 1979 - Observations on Scytosiphon lomentaria (Lung.) Link. (Phaeophyta, Ectocarpales) in the North Adriatic Sea. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 25/26(4): 197-198.

Tabla nº 1

Inventarios

Especies	1T	2T	3T	4T	5T	1M	2M	3M
<u>Enteromorpha compressa</u>	15.2	-	-	1.47	8.55	2.30	-	0.04
<u>Ulva rigida</u>	0.24	0.11	+	0.62	3.68	+	5.39	3.41
<u>Ceramium ciliatum</u>	-	0.25	0.02	0.06	9.41	+	1.15	+
<u>Gelidium pusillum s.l.</u>	1.33	3.69	1.00	3.95	3.80	-	-	-
<u>Halopteris scoparia</u>	0.52	1.45	0.83	0.39	+	-	+	-
<u>Corallina elongata</u>	0.21	0.02	0.31	0.09	+	-	-	-
<u>Polysiphonia opaca</u>	+	0.27	0.11	+	0.06	0.10	+	-
<u>Sphacelaria cirrosa</u>	0.23	0.10	0.01	-	0.26	+	+	-
<u>Jania rubens</u>	0.01	0.22	0.29	+	-	-	-	-
<u>Ectocarpus siliculosus var. confervoides</u>	-	-	-	+	+	0.64	+	+
<u>Enteromorpha clathrata</u>	-	4.47	1.56	-	+	+	-	-
<u>Cladophora vagabunda</u>	0.03	-	-	+	-	+	-	-
<u>Cladophora laetevirens</u>	+	-	-	0.17	-	-	-	+
<u>Padina pavonica</u>	+	0.24	+	+	-	-	-	-
<u>Spiridia filamentosa</u>	-	2.01	1.33	-	-	-	-	-
<u>Dictyota dichotoma</u>	-	1.45	+	0.01	-	-	-	-
<u>Cladophora coelothrix</u>	0.01	-	-	-	-	-	-	-
<u>Dilophus fasciola</u>	+	0.10	-	-	-	-	-	-
<u>Gigartina acicularis</u>	-	0.52	-	+	-	-	-	-
<u>Chondria coerulescens</u>	-	0.49	+	-	-	-	-	-
<u>Cystoseira compressa</u>	-	0.01	-	-	-	-	-	-
<u>Laurencia obtusa</u>	-	-	0.39	-	-	-	-	-
<u>Porphyra leucosticta</u>	-	-	-	0.29	-	-	-	+
<u>Gastroclonium clavatum</u>	-	-	+	+	-	-	0.02	-
<u>Ceramium rubrum</u>	-	-	-	+	-	+	0.04	+
<u>Cladophora albida</u>	-	-	-	-	0.11	+	-	-
<u>Petalonia fascia</u>	-	-	-	-	-	-	-	0.69
<u>Herposiphonia tenella</u>	-	+	+	-	-	-	+	-
<u>Falkenbergia rufolanosa</u>	-	-	-	+	+	-	-	+
<u>Chaetomorpha aerea</u>	-	-	-	+	-	-	+	+
<u>Crouania attenuata</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Antithamnion plumula</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Plocamium cartilagineum</u>	-	-	-	+	-	-	-	+
<u>Scytosiphon lomentaria</u>	-	-	-	-	-	+	-	+
<u>Colpomenia sinuosa</u>	-	-	-	+	-	-	+	-
<u>Audouinella microscopica</u>	-	-	-	+	-	-	+	-
<u>Audouinella trifila</u>	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Blidingia minima</u>	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Ceramium diaphanum s.l.</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Ceramium echionotum</u>	-	-	+	-	-	-	-	-
<u>Ceramium gracillimum</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Erythrotrichia carnea</u>	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Lophosiphonia cristata</u>	-	-	-	+	-	-	-	-

Características de los inventarios de la tabla 1

1T - 14 de Junio de 1981, Tossa
2T - 28 de Agosto de 1981, Tossa
3T - 25 de Octubre de 1981, Tossa
4T - 29 de Febrero de 1982, Tossa
5T - 17 de Abril de 1982, Tossa
1M - 20 de Noviembre de 1981, Medas
2M - 20 de Noviembre de 1981, Medas
3M - 27 de Febrero de 1982, Medas

Biomasa expresada en g de peso seco / 400 cm².

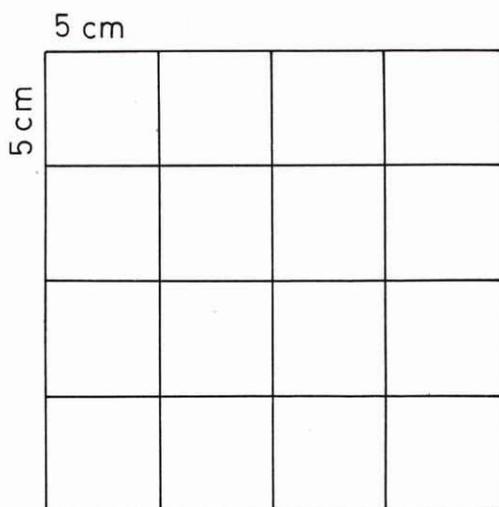
Tabla nº 2

Valores del punto Molinier 20/2 obtenidos para las diferentes muestras

Muestras	Punto 20/2
1T	31.122
2T	7.462
3T	9.282
4T	107.562
5T	9.755.200
1M	83.356
2M	32.305
3M	116.935

COMUNIDAD	FECHA	B inicial	B final	PP (g Ps)	PP (g C)	r	P/B
Roca A	280282-210382	0	14	0.66	0.26		
"	210382-300382	14	66	5.77	2.3	0.17	3.6
"	300382-170482	66	246	10	4	0.07	2.5
Roca B	150182-280282	0	156	3.5	1.4		
"	280282-210382	156	290	6.3	2.5	0.02	0.8
"	210382-300382	290	332	5.4	2.1	0.01	0.1
"	300382-170482	332	246	0	0	0	0

Tabla nº3.- Resumen de los datos de biomasa (g m^{-2}), producción primaria ($\text{g Ps m}^{-2}\text{día}^{-1}$ y $\text{g C m}^{-2}\text{día}^{-1}$), tasa de renovación de la biomasa "r" y cociente P/B.



16	cuadrados de	25 cm^2
24	„	50 cm^2
9	„	100 cm^2
12	„	150 cm^2
4	„	225 cm^2
1	„	400 cm^2

Fig. 1. Recombinaciones efectuadas para obtener los valores de cada parámetro.

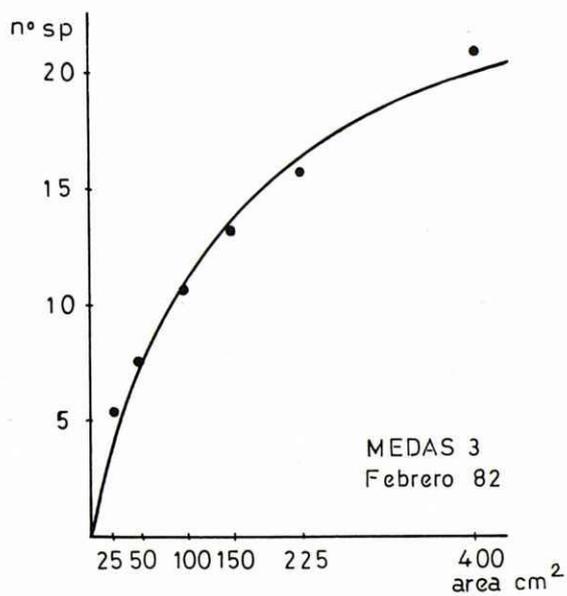
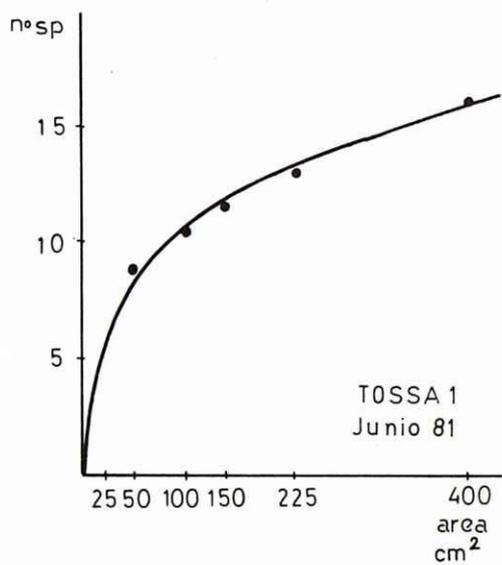


Fig. 2. Ejemplo de curvas especies-área.

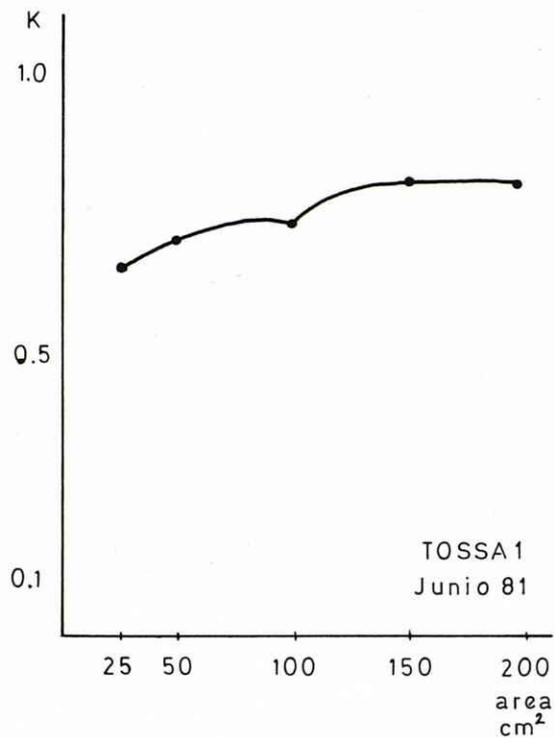


Fig. 3. Variación de los índices de similaridad de SØRENSEN.

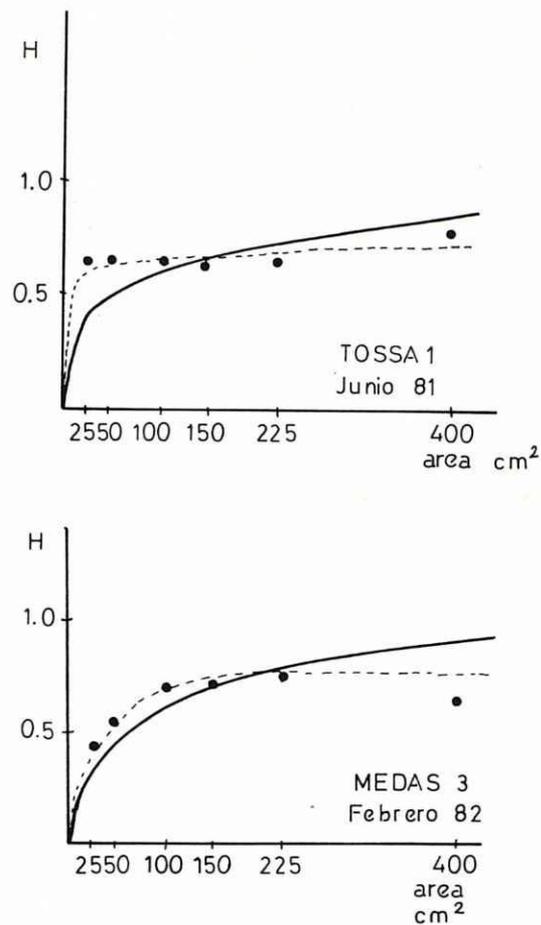


Fig. 4. Variación de los índices de diversidad.

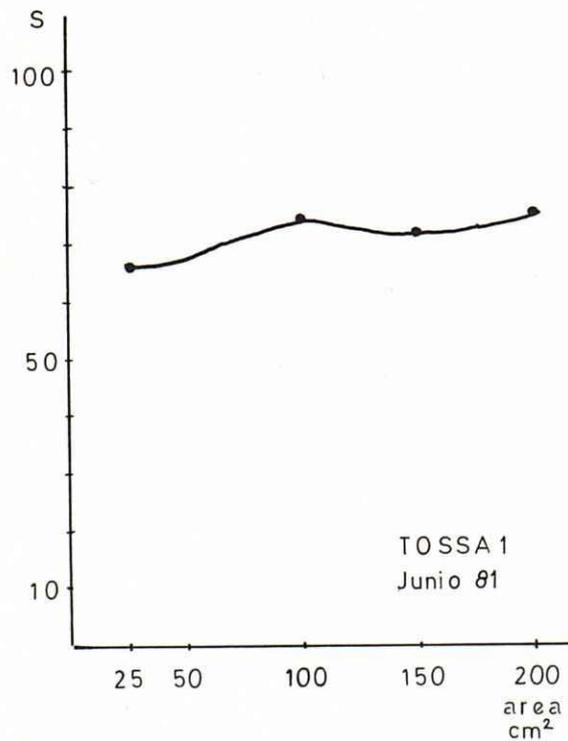


Fig. 5. Variación de los índices de similaridad de KULCZYNSKI.

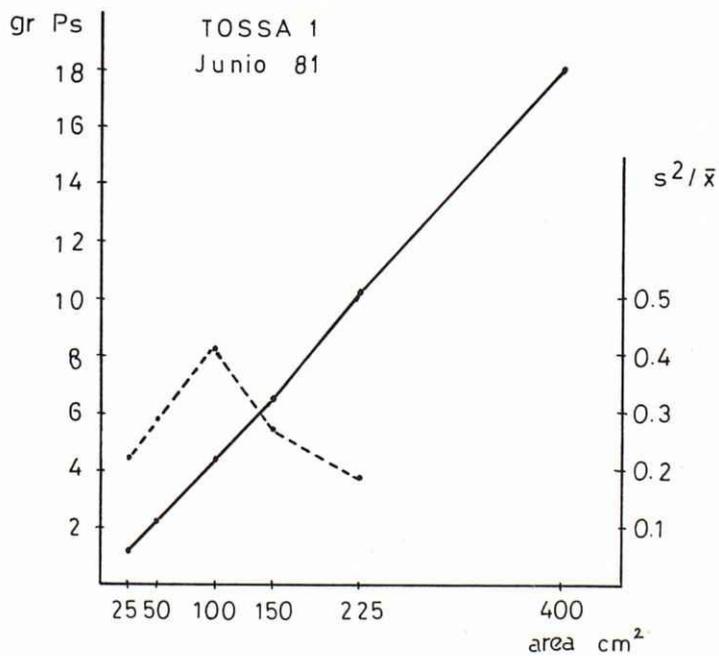


Fig. 6. Variación de la biomasa y del cociente s^2/x