

RESUMEN

El detrito de macrófitos marinos se degrada a través de una fase rápida de lixiviación, una segunda fase en la cual los organismos descomponedores degradan el detrito, y una tercera fase muy lenta en la que permanecen o se forman compuestos refractarios. Así, la composición química del detrito es el factor principal en la velocidad de descomposición del mismo.

Con objeto de estudiar la velocidad de descomposición, la lixiviación de los compuestos solubles y los cambios químicos en el detrito de macrófitos marinos, se realizaron incubaciones en el laboratorio de tres macroalgas y una fanerógama marina, bajo condiciones aeróbicas.

ABSTRACT

Litter in marine macrophytes degrades through a fast leaching phase, a second phase in which decomposers degrade the litter, and a third very slow phase during which refractory compounds remain or are formed. The chemical composition of the litter is the major control on the decay rates during the phases of decomposition.

In order to investigate the decomposition rate, the leaching of soluble components and the chemical changes in the decomposing tissue of marine macrophytes, laboratory incubations were performed, both with green, brown and red algae and a seagrass, under aerobic conditions.

INTRODUCCION

La descomposición de los detritos vegetales sucede en tres fases. Primero hay una fase temprana que dura menos de un mes, con velocidades rápidas de pérdida de peso, durante la cual desaparece del 5 al 40% del detrito, probablemente por lixiviación de compuestos solubles. Por tanto, la diferente composición química de los recursos afectará de distinta forma la velocidad de decaimiento en la etapa de lixiviación.

Con el fin de determinar las dinámicas de carbono, nitrógeno y fósforo y el de contrastar las cinéticas de descomposición de detritos derivados de tres algas (*Enteromorpha compressa* [L.] Grev., *Fucus spiralis* L. y *Gelidium canariensis* [Grunow] Seoane-Lamba) y de una fanerógama marina (*Cymodocea nodosa* [Ucria] Ascherson), se llevaron a cabo estudios de laboratorio en agua de mar durante un período de 22 días.

MATERIAL Y METODOS

Se seleccionaron las macroalgas *Enteromorpha compressa* (Chlorophyta), *Fucus spiralis* (Phaeophyta) y *Gelidium canariensis* (Rhodophyta), y la fanerógama marina *Cymodocea nodosa*.

Las algas se recolectaron a mano durante la bajamar en la zona intermareal y la fanerógama en la zona submareal, de diversos puntos de la costa de Gran Canaria. Se transportaron en nevera hasta el laboratorio, y tras eliminar epífitos, se almacenaron en congelador. Posteriormente, este material se secó en estufa a 60°C durante 48 h, se molió y se dividió en submuestras de 5 g, distribuyéndose en botellas con 375 ml de agua de mar filtrada y esterilizada, donde se llevaron a cabo los estudios de descomposición, en condiciones de aerobiosis por burbujeo continuo de aire, y en oscuridad para prevenir el crecimiento algal. La evaporación se compensó con agua destilada.

Se realizaron muestreos, por duplicado, a los 0, 2, 9 y 20-22 días. El contenido de las botellas fue filtrado y secado a 60°C durante 48 h, determinándose el peso seco (PS). El contenido en cenizas se determinó por combustión a 500°C durante 3 h. El peso seco libre de cenizas (PSLC) se calculó como 100 menos el porcentaje de cenizas. El carbono orgánico particulado (COP) se calculó por digestión con dicromato potásico-ácido sulfúrico y se determinó por espectrofotometría UV-V (Parson *et al.*, 1984). El nitrógeno total (NT) se calculó por el método Kjeldahl y el fósforo total (PT), por digestión con ácido nítrico:

perclórico (2:1) y el digerido se analizó según el método de Kitson y Mellon (1944).

El PSLC proporciona un valor del contenido en materia orgánica del detrito y fue usado para determinar las velocidades de descomposición, calculadas según la ecuación:

$$\ln (W_t/W_0) = -kt$$

donde W_0 = porcentaje inicial de PSLC, W_t = porcentaje PSLC remanente después del tiempo t y t = tiempo en días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Todas las muestras perdieron masa durante los 22 días del experimento (Fig. 1a). Las algas verde y parda se descomponen más rápidamente que la roja y la fanerógama marina, especialmente durante los dos primeros días. *Enteromorpha* declina hasta aproximadamente el 60% del PS inicial, seguido por un incremento a los nueve días; *Cymodocea* es la más resistente (una pérdida de sólo el 6% del PS inicial se observa a los 22 días). El PSLC muestra una tendencia a disminuir y varía entre, aproximadamente, el 50 y el 85% del PS inicial (Tabla 1) y entre el 35 y el 75% del PS remanente al final del proceso (Fig. 1b).

La cantidad de PS perdido por lixiviación observado en el presente estudio está en el rango de valores publicados, (Rice y Tenore, 1981; Pellikaan, 1984; Van der Valk y Attwill, 1984).

El contenido en COP, comenzando con un valor medio para todos los detritos de un 24% del PS, fluctúa, disminuye y se estabiliza al final del experimento a aproximadamente un 20% del PS del detrito (Fig. 2).

La variación en los contenidos de NT y de PT a lo largo del proceso muestra pautas muy diferentes en cada detrito (Figs 3 y 4). La pérdida de NT al final del experimento es para *E. compressa* de casi un 60% (sobre una base del PS), mientras que para el resto de los detritos la disminución oscila entre casi un 10% (*F. spiralis*) y un 25% (*C. nodosa*) del PS residual. Por el contrario, en el caso del PT, se puede ver que *Gelidium* no contiene fósforo alguno a los 20 días y que *Fucus* y *Enteromorpha* contiene el 56% del PT inicial; *Cymodocea* sólo pierde un 6% de su contenido inicial.

El sorprendente incremento, al segundo día, del PT en *Enteromorpha*, no tiene una explicación lógica, ya que el fósforo es, generalmente,

liberado fácilmente de los recursos detríticos. Sin embargo, Pellikaan (1984) observó el mismo fenómeno en plantas frescas a las 24 h de la descomposición.

Las relaciones C/N, C/P y N/P (no mostradas) presentan diversas oscilaciones en los cuatro detritos usados en el presente estudio. Oscilaciones semejantes han sido vistas por diversos autores (Harrison y Mann, 1975; entre otros).

En nuestro experimento la lixiviación ocurre principalmente en los dos primeros días de la incubación. Los cambios observados después pueden deberse a otros procesos de descomposición como es el decaimiento enzimático microbiano. El tratamiento de secado a 60°C de las muestras vegetales se utiliza para obtener un material más homogéneo que pueda ser almacenado y que sea biológicamente inactivo. El tratamiento, teóricamente mata a todas las células vegetales inmediatamente e inactiva a las enzimas. Las paredes celulares son dañadas, lo que puede ocasionar una lixiviación inicial alta tan pronto como el material sea rehidratado. En nuestro experimento los descensos observados al segundo día pueden deberse al presecado de las muestras.

Riley (1963) observó que, cuando se burbujeaba aire a través de muestras de agua de mar filtrada, se producía, a las 8 h, de un 11% a un 60% de la materia orgánica particulada (MOP) presente en el agua antes de la filtración. Esta formación de materia orgánica particulada a partir de materia orgánica disuelta (MOD) ha sido comprobada por otros autores. Camilleri y Ribí (1986) observaron esta formación cuando incubaron hojas de mangrove con agua de mar en presencia de HgCl_2 con el fin de prevenir el crecimiento microbiano. Igualmente, Moorhead y Reynolds (1989) observaron un incremento en la concentración de nitrógeno en la fase inicial (<30 días) de la degradación de restos vegetales tratados con el biocida $\text{HgCl}_2\text{-CuSO}_4$. Esta puede ser la explicación de los incrementos encontrados en nuestros experimento. Si esto fuera cierto, la liberación de compuestos solubles desde los recursos detríticos tendría que ser mayor que la calculada.

Las constantes de decaimiento de primer orden (Tabla 1) muestran la importancia de la fuente de detrito para la descomposición. Las constantes de decaimiento son del orden de $2 \times 10^{-10} \text{ día}^{-1}$ para el alga verde y 3×10^{-3} para el detrito derivado de la planta vascular, sobre una base del peso seco libre de ceniza.

Las regresiones lineales (o exponenciales) que se obtienen entre las constantes de velocidad de degradación de los distintos detritos frente a las diversas relaciones iniciales C/N, C/P y N/P o frente a las concentraciones iniciales de nitrógeno y fósforo, muestran una pobre correlación

entre los parámetros empleados ($r < 0.45$, para todos ellos). Estos datos sugieren que, al menos, para los recursos estudiados, la concentración de nitrógeno y la relación C/N no explican la dinámica de la descomposición durante la fase de lixiviación. Por tanto, es necesario buscar en otros parámetros los posibles controles de la descomposición.

BIBLIOGRAFIA

- CAMILLERI, J. C. y RIBI, G. (1986): "Leaching of dissolved organic carbon (DOC) from dead leaves, formation of flakes from DOC, and feeding on flakes by crustaceans in mangroves". *Mar. Biol.* **91**, 337-344.
- HARRISON, P. G. y MANN, K. H. (1975): "Detritus formation from eelgrass (*Zostera marina* L.): The relative effects of fragmentation, leaching and decay". *Limnol. Oceanogr.* **5**, 924-934.
- KITSON, R. E. y MELLON, M. G. (1944): "Colorimetric determination of phosphorus as molibdivanadate-phosphoric acid". *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **16**, 379-383.
- MOORHEAD, D. L. y REYNOLDS, J. F. (1989): "The contribution of abiotic processes to buried litter decomposition in the northern Chihuahuan desert". *Oecologia* (Berlin) **79**, 133-135.
- PARSONS, T. R.; MAITA, Y. y LALLI, C. M. (1984): "A manual of chemical and biological methods for seawater analysis". Pergamon press Ltd., Oxford.
- PELLIKAAN, G. E. (1984): "Laboratory experiments on eelgrass *Zostera marina* decomposition". *Neth. J. Sea Res.* **18**, 360-383.
- RICE, D. L. y TENORE, K. R. (1981): "Dynamics of carbon and nitrogen during the decomposition of detritus derived from estuarine macrophytes". *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **13**, 681-690.
- RILEY, G. A. (1963): "Organic aggregates in seawater and the dynamics of their formation and utilization". *Limnol. Oceanogr.* **8**, 372-381.
- VAN DER VALK, A. G. y ATWILL, P. M. (1984): "Decomposition of leaf and root litter of *Avicennia marina* at Westernport Bay. Victoria, Australia". *Aquat. Bot.* **18**, 205-222.

TABLA 1

Relación C/N inicial, % de PSLC inicial, constante de velocidad de descomposición, k , y coeficiente de determinación (r^2) de los detritos estudiados

	C/N	% PSLC	k (día ⁻¹ x10 ³)	r^2
<i>Enteromorpha</i>	17.5	5.2	20	.889
<i>Fucus</i>	29.3	70.2	15	.953
<i>Gelidium</i>	16.4	86.0	7	.963
<i>Cymodocea</i>	17.7	74.7	3	.753

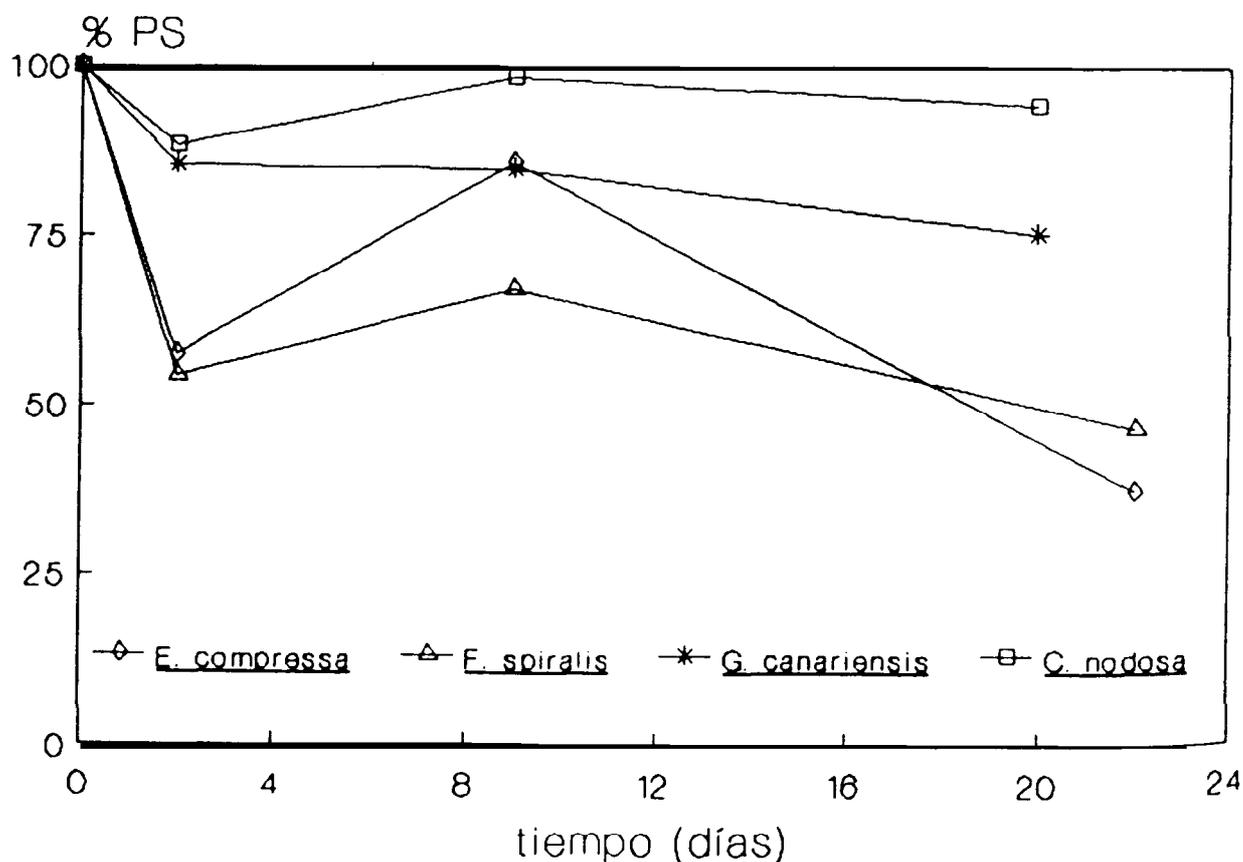


Fig. 1a. Peso seco residual (% PS) durante la descomposición. Cada punto es la media de dos réplicas.

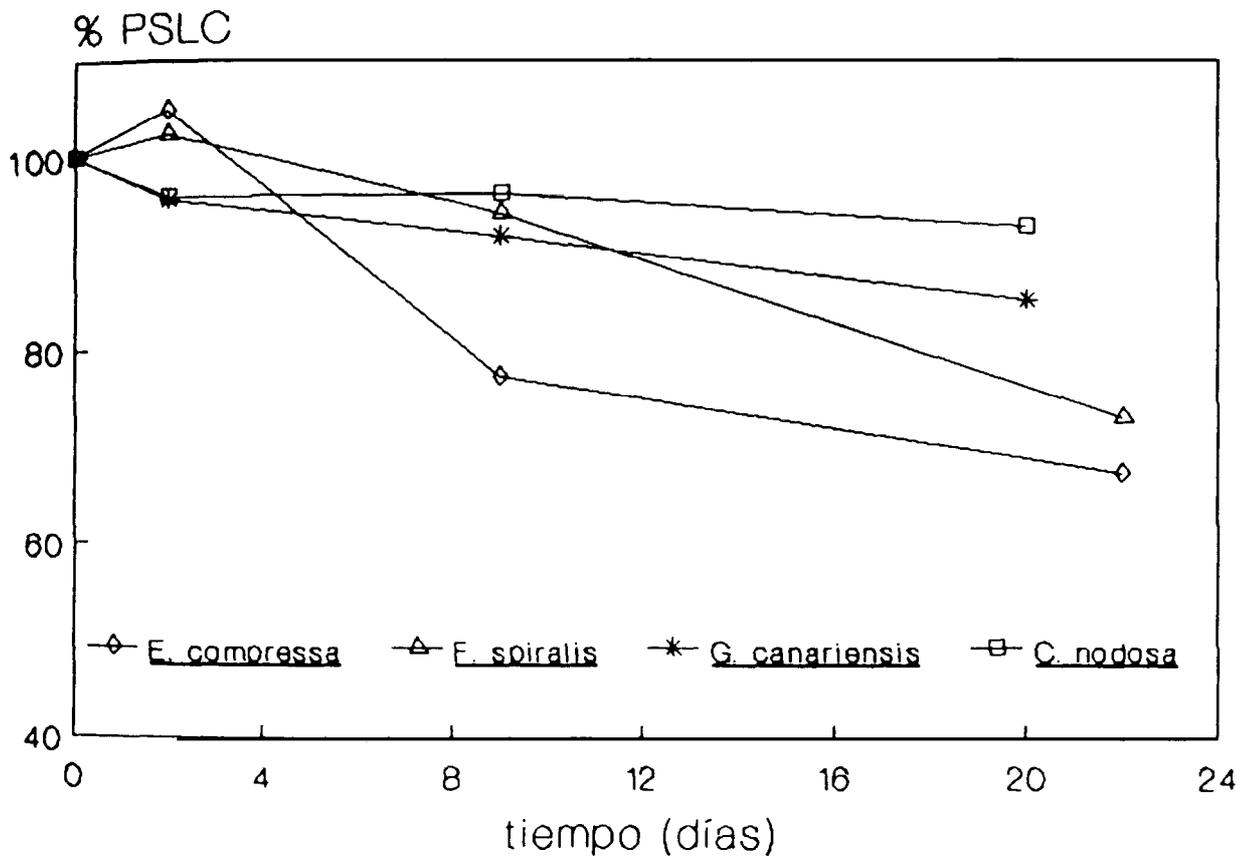


Fig. 1b. Variación del peso seco libre de cenizas. Cada punto es la media de dos réplicas.

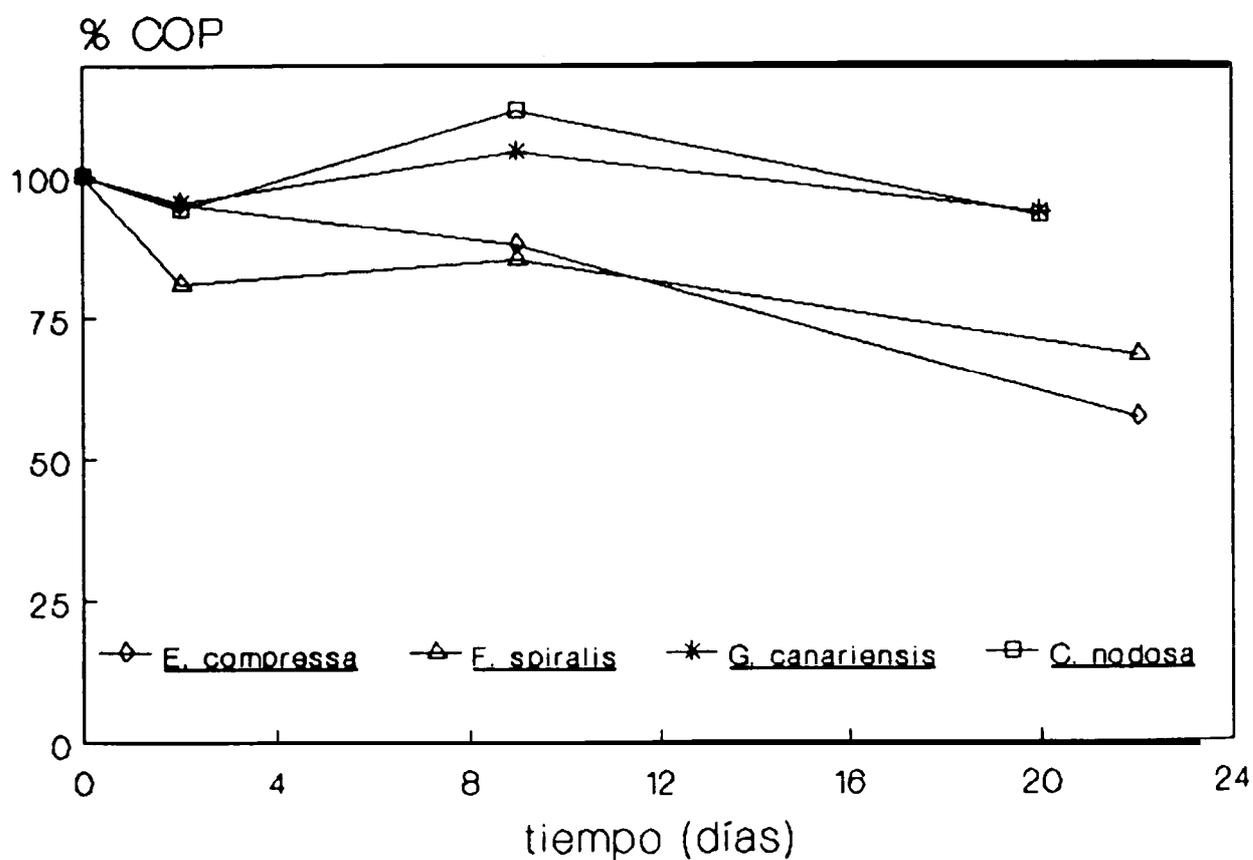


Fig. 2. Variación del COP como porcentaje del peso seco durante la descomposición. Cada punto es la media de dos réplicas.

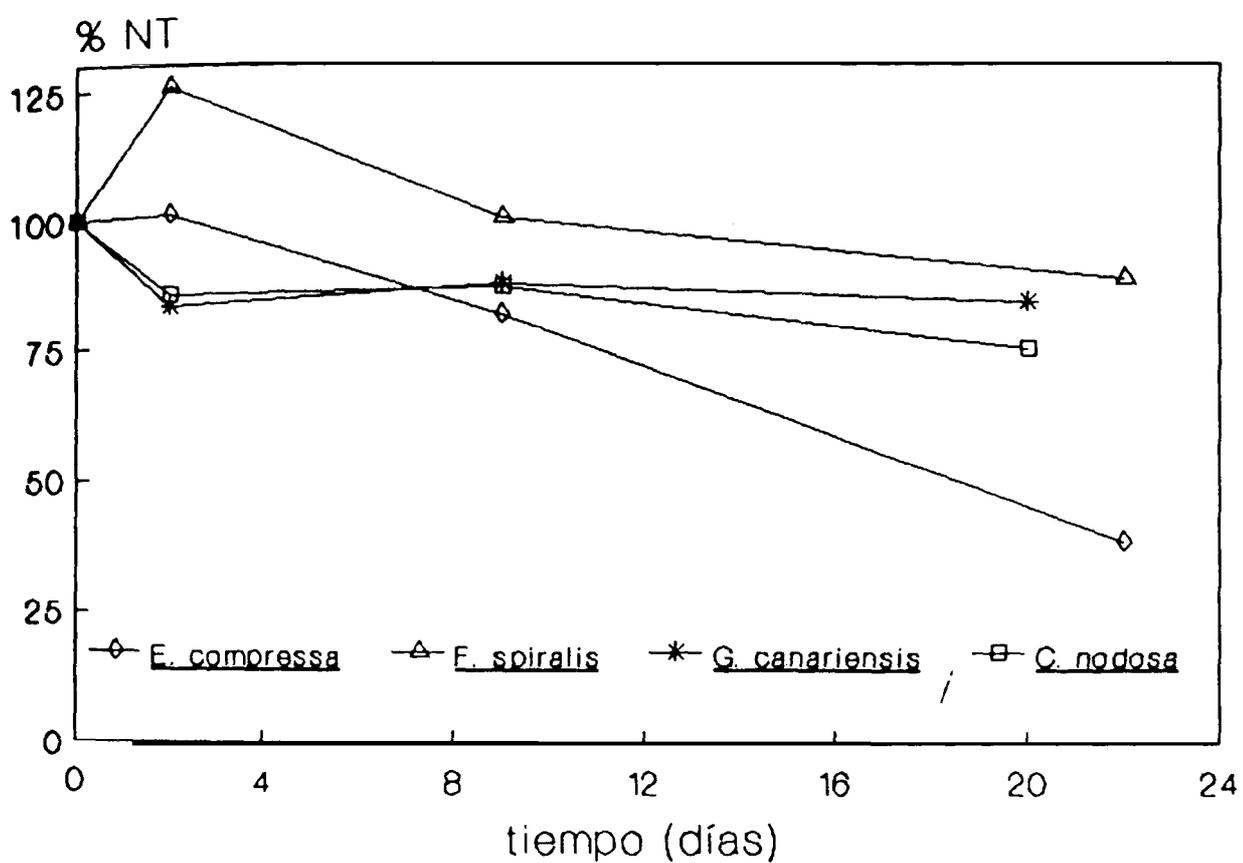


Fig. 3. Variación del nitrógeno total como porcentaje del peso seco durante la descomposición. Cada punto es la media de dos réplicas.

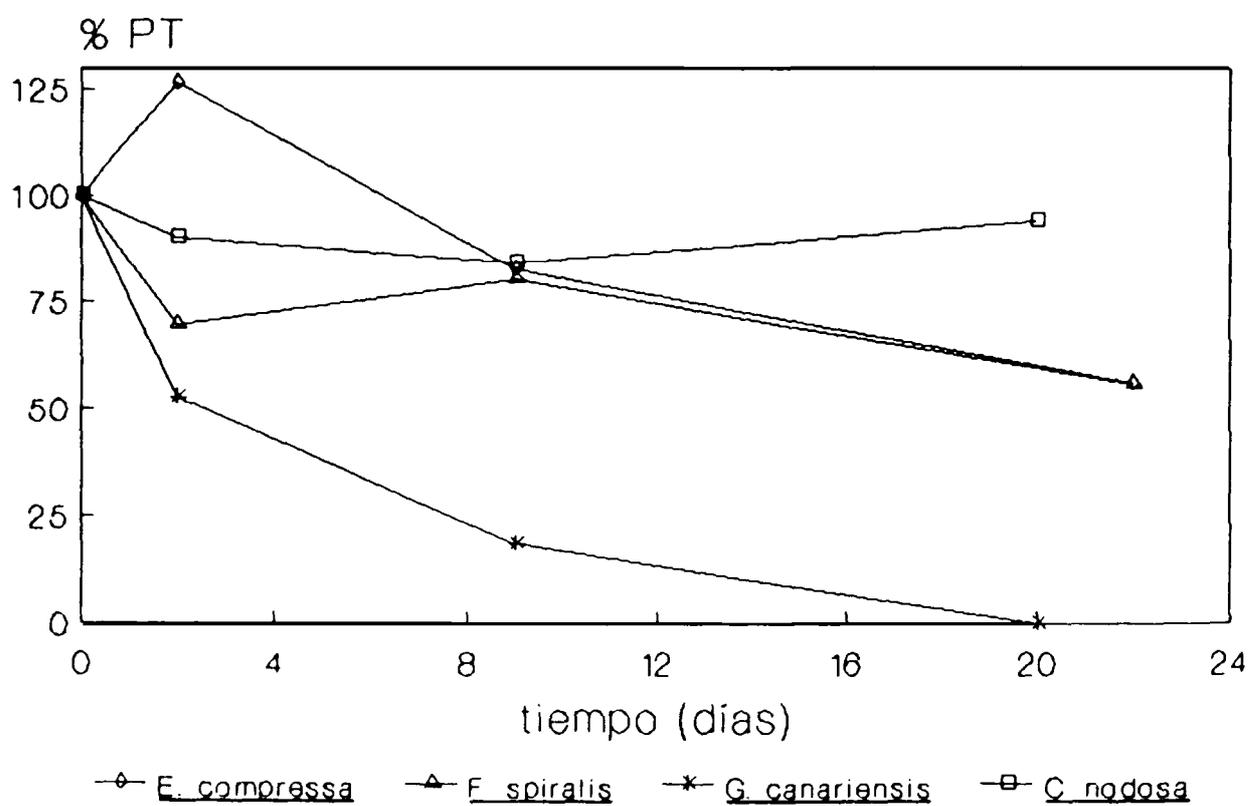


Fig. 4. Variación del fósforo total como porcentaje del peso seco durante la descomposición. Cada punto es la media de dos réplicas.