

DESCOMPOSICIÓN DE MACRÓFITAS EN EL ARROYO LAS FLORES (BUENOS AIRES)

P. GANTES⁽¹⁾; F. MOMO⁽¹⁾; A. SÁNCHEZ CARO⁽¹⁾ & J. GÓMEZ⁽²⁾

⁽¹⁾ Programa de Investigación en Ecología Acuática, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján. CC 221. 6700 Luján, Buenos Aires, Argentina. ecologia@mail.unlu.edu.ar

⁽²⁾ Carrera de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Luján

ABSTRACT

The macrophytes contribute significantly to the autochthonous primary production of the streams of the Buenos Aires province. Their biomass is partly exported, mainly during floods, and partly incorporated to the detritus pathway of the water bodies. The aim of this study is to determine the losses in weight and nitrogen along the process of decomposition of *Lemna gibba* and *Ceratophyllum demersum*, two of the dominant species in the Las Flores stream. A total of 40 bags with 4 g (fresh weight) of *L. gibba* and 10 g of *C. demersum* were set in two sites of the stream. Periodically, 4 samples of each species were redrawn, and the dry weight and total nitrogen concentration were determined. *L. gibba* lost 50% of its weight in 4 days, from then on and until the end of the incubation period (50 days) the weight kept approximately constant, fitted to a Hill's function with a maximum rate of 0.158 day^{-1} . The weight of *C. demersum* was almost stable until day 44, and at the end of the following 42 days it was observed that it had lost 62% of its initial weight, with a constant rate of $k = 0.0203 \text{ day}^{-1}$. In *L. gibba* essay, nitrogen concentration lowered from 3.4% to 2.4% in the first 48 hours, thus representing a 52% loss of the total nitrogen content of the plant. For *C. demersum*, nitrogen concentration decayed from 4.1% until 3.2%; by the end of the sampling, the total nitrogen content had reduced to 33.5% of the initial value. The results indicate that, given the quickness of the decomposition and nutrient release, an important part of the production can be incorporated to the material cycles of the stream before the plants are washed downstream during floods.

Key words: macrophytes; decomposition; streams; *Lemna gibba*; *Ceratophyllum demersum*.

INTRODUCCIÓN

Las macrófitas contribuyen significativamente a la producción primaria autóctona de los arroyos de la provincia de Buenos Aires. Su biomasa en parte es exportada, principalmente durante las crecientes, y en parte es incorporada a la vía detritica del cuerpo de agua.

Dos de las especies dominantes en el arroyo Las Flores son *Lemna gibba* L. (flotante libre) y *Ceratophyllum demersum* L. (sumergida, no arraiga-

da), alcanzando valores máximos de biomasa en el verano de 109 g/m^2 y 90 g/m^2 respectivamente, antes que se produzcan las riadas anuales, que reducen prácticamente a cero estas praderas (Gantes & Tur, 1994). En sitios resguardados de la corriente, parte de su biomasa muere y permanece como detrito.

El objetivo de este trabajo es determinar las pérdidas de peso y de nitrógeno durante el proceso de descomposición de *Lemna gibba* y *Ceratophyllum demersum* en muestras incubadas durante 54 días.

SITIO DE ESTUDIO

El arroyo Las Flores es afluente del río Luján, su cuenca comprende terrenos dedicados principalmente a la cría de caballos y a la agricultura extensiva. Tiene 43 km de largo, un ancho máximo de 11 m y profundidades medias de hasta 80 cm, sufre crecientes importantes en primavera y otoño, de pocos días de duración, en las que el caudal puede triplicarse. Su lenta velocidad de corriente media, entre 0 y 55 cm s⁻¹, así como las altas concentraciones de nutrientes (PRS: 0.31-0.03 mg/l; NO₃⁻: 9.6-6.48 mg/l; NO₂⁻: 0.03-0.101 mg/l; NH₄⁺: 0.021-0.016 mg/l) permiten el desarrollo de importantes comunidades de macrófitas (Feijoó *et al.*, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se midió la pérdida de peso durante el otoño de *L. gibba* y *C. demersum*. Material vivo fue colectado en el arroyo Las Flores, frondes de *L. gibba* y ápices de 5 cm de *C. demersum* fueron escurridos sobre papel hasta que no perdieran agua. Material de ambas especies se colocó en dos sitios del arroyo, 40 bolsas (300 µm abertura de malla) con 4 (+/- 0.05 g) (peso fresco) de *L. gibba* y 40 bolsas con 10 (+/- 0.05) g de *C. demersum*. Se retiraron 4 muestras de *L. gibba* a los 2; 5; 8; 15; 22; 32; 43 y 50 días, y 4 bolsas de *C. demersum* a los 3; 8; 18; 29; 36; 44; 57; 72 y 86 días y se determinó en cada caso el peso seco a 80°C. Se determinó además en ambas especies la concentración de nitrógeno total Kjeldahl (AOAC, 1984) en el material de la muestras inicial, final y cinco intermedias para *L. gibba* y 6 intermedias para *C. demersum*, siempre por duplicado. En cada ocasión se midió concentración de oxígeno disuelto (Hanna HI 93732), temperatura y pH (Hanna HI 9023), porcentaje de luz incidente (Li-Cor LI-250) y velocidad de corriente (General Oceanics 2030 R).

Los datos de peso seco remanente de *L. gibba* fueron ajustados a una función de Hill negativa generalizada (Scheffer, 1990), que representa una dinámica más compleja que la exponencial y permite simular un proceso con tasas cambiantes; y los datos de *C. demersum* se ajustaron a una exponencial negativa simple (Olson, 1963).

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los valores de los parámetros físicos y químicos durante la colecta. Los datos de las dos estaciones fueron tratados conjuntamente pues no hubo diferencias significativas entre sitios para ninguna de las dos especies.

L. gibba al cabo de 24 horas perdió el 31% del peso y a los 4 días el 50%; desde entonces y hasta la finalización de las observaciones (50 días) el peso se mantuvo aproximadamente constante (Figura 1). Los datos ajustan a una función de Hill del tipo:

$$PS = \frac{h}{h + t^p} \quad (1)$$

donde PS es el peso seco de la planta, *t* es el tiempo en días y *h* y *p* son

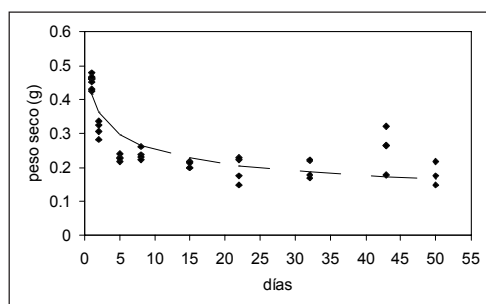


Figura 1. Cambios en el peso seco (g) de *L. gibba* durante el período de colecta. Los símbolos representan los datos hallados y la línea partida los valores esperados de acuerdo a una función de Hill $PS = \frac{h}{h + t^p}$, para $p = 0.33$ y $h = 0.71$.

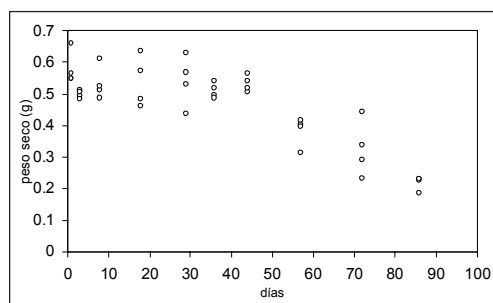
Tabla 1. Parámetros físicos y químicos registrados durante la colecta. Media y (desvío estándar) de las 2 estaciones y las 12 fechas de recolección del material.

fecha	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)	Oxígeno (mg/l)	Velocidad (cm/s)	% luz incidente
26-4-04	18,6	8,31	48,3	7,10	12,9	15,6
27-4-04	19,2	8,30	24,8	5,80	12,7	26,0
3-5-04	16,4	8,37	48,0	7,50	10,9	14,8
10-5-04	18,4	8,35	43,5	7,90	9,8	31,0
17-5-04	15,0	8,54	50,0	7,90	13,5	19,2
27-5-04	13,9	8,90	45,2	4,90	5,8	5,1
9-6-04			51,5		9,8	
14-6-04	13,6	8,53	52,4	9,15	10,3	25,6
22-6-04			65,1		11,0	
5-7-04	14,4	8,58	40,8	10,"	16,6	21,2
20-7-04	16,0	8,50	60,2	8,30	13,8	52,6
3-8-04	19,3	8,55	49,2	10	12,8	69,5
media	16,5	8,50	48,2	7,80	11,7	28,0
SD	2,2	0,20	10,0	1,60	2,7	19,2

constantes que representan respectivamente un umbral y una aceleración. La tasa de descomposición media que puede calcularse aquí para comparar con la obtenida en una aproximación exponencial es una expresión compleja y variable:

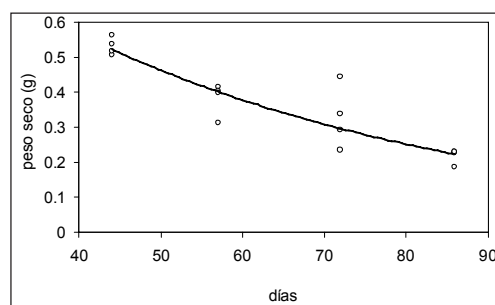
$$tasa = - \frac{hpt^{p-1}}{PS(h+t^p)^2} \quad (2)$$

Evaluando la expresión (2) se obtiene para las primeras 48 horas una tasa de descomposición promedio de 0.158 día^{-1} . Si se evalúa otra vez la expresión (2) se obtiene una tasa de descomposición media de 0.090 día^{-1} entre los 2 y los 4 días, de 0.031 día^{-1} entre 4 y 22 días y de 0.006 día^{-1} entre 22 y 50 días.

**Figura 2.** Cambios en el peso seco (g) de *C. demersum* durante el período de colecta.

C. demersum mantuvo su peso poco variable desde la introducción de las bolsas en el arroyo hasta los 44 días, lo que indica que hasta entonces no comenzó la declinación de las plantas (Figura 2). Una vez iniciada, se observó una pérdida exponencial del peso, con una tasa $k = 0.0203 \text{ día}^{-1}$, y al cabo de 42 días se había perdido 62% del peso inicial (Figura 3).

En *L. gibba*, la concentración de NT disminuyó bruscamente en las primeras 48 horas desde 3.37% (D.E. = 0.15) hasta 2.44% (D.E. = 0.15), lo que representa una pérdida de 52.6% del contenido total de nitrógeno en la planta. Después de 15 días de incubación se mantuvo prácticamente constante

**Figura 3.** Cambios en el peso seco (g) de *C. demersum* desde el comienzo de su declinación. Los símbolos representan los datos hallados y la línea llena los valores esperados de acuerdo a la función exponencial $PS = 1.275 e^{-0.0203t}$.

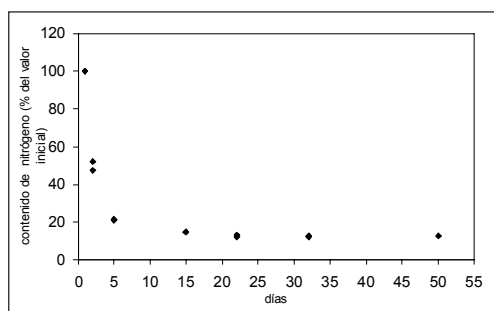


Figura 4. Cambios en el contenido de nitrógeno de *L. gibba* durante el periodo de colecta.

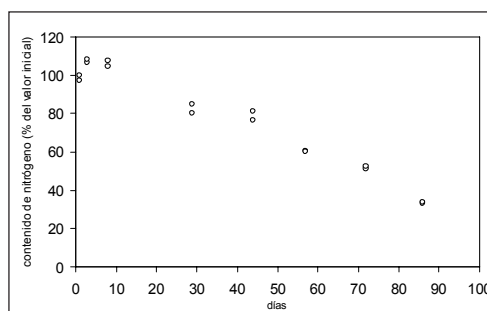


Figura 5. Cambios en el contenido de nitrógeno de *C. demersum* durante el periodo de colecta.

hasta el final de las observaciones (Figura 4).

La concentración de NT en *C. demersum* disminuyó desde 4.08% (0.09) hasta 3.18% (0.03), comenzando a declinar a partir de los 29 días. Al final de las colectas, el contenido total de nitrógeno se redujo a 33.5% del valor inicial (Figura 5).

DISCUSIÓN

Una dificultad para estudiar la descomposición de las plantas acuáticas reside en el momento de colocación del material en el agua. Algunos autores introducen el material previamente secado o liofilizado, pero esto se aleja de la situación natural, en la cual las plantas mueren en el agua y caen al fondo. Rogers & Breen (1982) encontraron diferencias en la pérdida de masa entre el material previamente secado y el que es colocado directamente en el agua; Szabó *et al.* (2000) también señalan diferencias en la descomposición debidas al momento de colocación de las plantas. En este trabajo se colectaron plantas vivas, y al ser sumergidas *L. gibba* comenzó de inmediato el proceso de descomposición, mientras que *C. demersum*, a pesar de estar en la época de senescencia, no empezó su declinación de peso hasta 44 días después de su inmersión.

Si bien esta forma de tratamiento del material conlleva, para las plantas sumergidas, cierta incertidumbre acerca del inicio de la declinación, se acerca más al proceso natural de descomposición que si las plantas se secan artificialmente.

En la declinación de *L. gibba* se distingue una primera etapa, de alta velocidad de descomposición, con tasas entre 0.158 y 0.090 día⁻¹ que pueden explicarse por las características de la fronde: cutícula delgada, gran cantidad de aerénquima y finas paredes celulares (Landolt, 1986); pues una vez que la superficie ha sido dañada externamente, rápidamente pueden liberarse los contenidos celulares. La segunda fase, con tasas entre 0.031 y 0.006 día⁻¹, que comprende el 50% en peso del material, corresponde a la fracción refractaria.

En general se espera observar durante la descomposición, disminución en la concentración de nitrógeno seguida de aumento de la misma (Valiela *et al.*, 1985). En nuestra experiencia encontramos para las dos especies una disminución sostenida en la concentración de nitrógeno, que se atribuye al lixiviado de los compuestos solubles. Kistritz (1978) sostiene que las macrófitas pierden apreciables cantidades de materia orgánica disuelta, incluyendo nutrientes solubles, durante su vida, y que este fenómeno se acentúa durante la senescencia.

Nuestros resultados coinciden con los hallados por Xie *et al.* (2004), en macrófitas acuáticas flotantes libres y sumergidas, con una disminución continua en el porcentaje de nitrógeno. Otros autores (Best *et al.*, 1990; Menéndez *et al.*, 2003) hallaron que la disminución inicial era seguida por un aumento de la concentración, en macrófitas sumergidas y Szabó *et al.* (2000) informan un incremento en la concentración de nitrógeno bajo condiciones de laboratorio en *Lemna gibba*. Las diferencias entre los autores pueden relacionarse, por un lado con el tratamiento dado a las plantas antes de sumergirlas, y por otro con las condiciones ambientales externas.

Los aportes de estas macrófitas a los ciclos materiales locales en el arroyo variarán de manera interanual de acuerdo al régimen de crecientes. En temporadas donde estas perturbaciones son de baja intensidad o no se presentan, ambas especies se descomponen mayormente *in situ*, mientras que si las perturbaciones por crecientes son más intensas, las carpetas flotantes de Lemnaceas son más fácilmente arrastradas que las plantas sumergidas de *C. demersum* y el aporte de nutrientes de las primeras se hará probablemente en un sitio alejado del lugar de producción.

CONCLUSIONES

La biomasa de estas macrófitas en este arroyo está sujeta a exportaciones irregulares durante las crecientes. La rápida descomposición y liberación de los nutrientes, sin embargo, permite que se incorporen localmente a los ciclos materiales de los cuerpos lóticos antes de ser arrastradas. Según estos resultados esa contribución sería de: 50% de la biomasa *L. gibba* en 4 días y 62% de *C. demersum* en 42 días. A su vez: 50% del nitrógeno de *L. gibba* se libera en los dos primeros días y, en *C. demersum* durante 28 días desde el

comienzo de la declinación. En el arroyo Las Flores hemos observado que las principales crecientes ocurren en primavera y otoño, por lo que una parte importante de la producción puede efectivamente incorporarse a los ciclos materiales del arroyo.

AGRADECIMIENTOS

Al técnico de la Universidad Nacional de Luján, Justo Sánchez, por la colaboración en los análisis químicos.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC.** 1984. Official methods of analysis. Ed. Arlington, 1141p.
- Best, E.; J. Dassen; J. Boon & G. Wieggers.** 1990. Studies on decomposition of *Ceratophyllum demersum* litter under laboratory and field conditions: losses of dry mass and nutrients, qualitative changes in organic compounds and consequences for water and sediments. *Hydrobiologia* 194: 91-114.
- Feijoo, C.; A. Giorgi; M. E. García & F. Momo.** 1999. Temporal and spatial variability in streams of a Pampean basin. *Hydrobiologia* 394: 41-52.
- Gantes, P. & N. Tur.** 1994. Variación temporal de la vegetación en un arroyo de llanura. *Rev. Brasil. Biol.* 55(2): 259-266.
- Kistritz, R. U.** 1978. Recycling of nutrients in an enclosed aquatic community of decomposing macrophytes (*Myriophyllum spicatum*). *Oikos* 30: 561-569.
- Landolt, E.** 1986. The family of Lemnaceae, a monographic study (Vol 1). En *Bio-systematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae)*, Zurich, 635p.
- Menéndez, M.; O. Hernández & F. Comín.** 2003. Seasonal comparisons of leaf processing rates in two Mediterranean rivers with different nutrient availability. *Hydrobiologia* 495: 159-169.
- Olson, J. S.** 1963. Energy storage and the balance of producer and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-331.
- Rogers, K. & C. Breen.** 1982. Decomposition of *Potamogeton crispus*: The effects of drying on the pattern of mass and nutrient loss. *Aquatic Botany* 12: 1-12.
- Scheffer, M.** 1990. Multiplicity of stable states in freshwater systems. *Hydrobiologia* 200/201: 475-486.

- Szabó, S.; M. Braun; P. Nagy; S. Balazsy & O. Reisinger.** 2000. Decomposition of duckweed (*Lemna gibba*) under axenic and microbial conditions: flux of nutrients between litter water and sediment, the impact of leaching and microbial degradation. *Hydrobiologia* 434: 201-210.
- Valiela, I.; J. M. Teal; S. D. Allen; R. Van Etten; D. Goehringer & S. Volkmann.** 1985. Decomposition in salt marsh ecosystems. The phases and major factors affecting disappearance of above-ground organic matter. *J. Experimental Mar. Biol. and Ecology* 89: 29-54.
- Xie, Y.; D. Yu & B. Ren.** 2004. Recycling of nutrients in an enclosed aquatic community of decomposing macrophytes (*Myriophyllum spicatum*). Effects of N and P availability on the decomposition of aquatic plants. *Aquatic Botany* 80(1): 29-37.