

## **TÍTULO DEL TRABAJO**

“Bioacumulación de nutrientes en *Phragmites australis*: elemento de gestión para la reducción de la contaminación del Mar Menor”

## **TÍTULO RESUMIDO**

“Bioacumulación de nutrientes en carrizo”

## **NOMBRE DE AUTORES**

Ruiz-Martínez, M.Mar\* ; Velasco, J. ; Alcántara R. ; Millán A.

## **NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LAS INSTITUCIONES**

Departamento de Ecología e Hidrología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo. C.P.30100 Espinardo-Murcia

## **NÚMERO DE TELÉFONO, FAX Y E-MAIL**

Tel.: 968367009, Fax: 968363963; Email: marruiz@um.es

## **FIGURAS Y TABLAS**

1 figura y 3 tablas

## NUTRIENT BIOACCUMULATION IN *PHRAGMITES AUSTRALIS*: MANAGEMENT TOOL FOR REDUCTION OF THE MAR MENOR CONTAMINATION.

Ruiz-Martínez, M.Mar\* ; Velasco, J. ; Alcántara R. ; Millán A.

Departamento de Ecología e Hidrología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia,

### SUMMARY

This study analyse the temporal variation of aerial biomass and concentration of P, N y C in plant tissues (stems, rhizome and panicle) of common reed, in the mouth of Rambla del Albuñon, that discharge into the Mar Menor lagoon. The annual cycle studied includes two periods of reed growth, one at the beginning of the spring and another at the end of summer after its traditional cut. Retention of nutrients was greater in growth periods, including a maximum in the young stems after the cut, following by another maximum at spring. Maximum aerial biomass was reported in July. On the basis of the results of the study, we propose to cut the stems at the beginning of the summer, and to withdraw the biomass, and maintaining a suitable superficial water level in the floodplain, throughout the year and specially in summer, with the purpose of decreasing the water flow and increasing the rates of fixation of nutrients.

**KEY WORDS:** common reed, phosphorus, nitrogen, coastal watercourse, phytoremediation.

## BIOACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN *PHRAGMITES AUSTRALIS*: ELEMENTO DE GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL MAR MENOR

### RESUMEN

Este estudio analiza la variación temporal de la biomasa aérea y la concentración de P, N y C en los tejidos de tallos, rizomas e inflorescencias del carrizo, en la desembocadura de la rambla del Albuñon, que vierte al Mar Menor. El ciclo anual estudiado abarca dos periodos de crecimiento del carrizo, uno al inicio de la primavera y otro a finales de verano tras su corta tradicional. La retención de nutrientes fue mayor en las épocas de crecimiento de la planta, registrando un máximo en los tallos jóvenes tras la corta, seguido por otro máximo de primavera. La máxima biomasa aérea se registró en julio. En base a los resultados del estudio se propone adelantar la corta del carrizo y su retirada a principios de verano, así como mantener unos niveles adecuados de agua superficial en la llanura de inundación, durante todo el año y, especialmente en verano, con el fin de disminuir la velocidad del flujo de agua y aumentar las tasas de fijación de nutrientes.

**PALABRAS CLAVE:** Carrizo, fósforo, nitrógeno, ramblas litorales, fitorremediación.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Rambla del Albuñon constituye el principal sistema de drenaje del Campo de Cartagena (Murcia, España) que vierte sus aguas al Mar Menor. Estos aportes proceden en su mayoría de los drenajes de los cultivos de regadío.

La vegetación dominante de la rambla es el carrizo (*Phragmites australis* (Cav.)), estructurándose como una densa formación monoespecífica en la llanura de inundación y en algunas zonas litorales del Mar Menor. El ciclo anual de crecimiento del carrizo en la rambla se ve alterado por la corta de los tallos entre finales de agosto y principios de septiembre, por lo que la planta experimenta dos periodos de crecimiento, uno al inicio de la primavera y otro a finales de verano e inicio del otoño.

El presente estudio analiza la variación temporal de la biomasa aérea y la concentración de C, N y P, tanto en la parte subterránea (rizomas) como en la parte superficial de la planta (tallos e inflorescencias), a lo largo de un ciclo anual que incluye los dos periodos de crecimiento. Sus objetivos específicos son: a) determinar la cantidad de nutrientes retenidos por el carrizo; b) conocer el momento del año en el que se produce la máxima acumulación de estos nutrientes en sus partes aéreas, para recomendar su corta y posterior retirada del medio. El objetivo final es sentar las bases ecológicas para la gestión del carrizo como un elemento de biorremediación y de reducción de la contaminación de la laguna del Mar Menor.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en el sector canalizado de la desembocadura de la rambla del Albuñón. La llanura de inundación en su margen izquierda, de 25-30 metros de anchura, se encuentra ocupada totalmente por una formación densa y monoespecífica de *P. australis*. La zona de estudio comprende dos áreas diferenciadas, el tramo 1, más próximo a la desembocadura, afectado por la corta del carrizo, en el que se seleccionaron nueve puntos de muestreo en la llanura de inundación, distribuidos espacialmente en tres transectos. En el otro tramo, situado 2 km aguas arriba de la desembocadura (tramo 2), y no afectado por la corta, se seleccionaron 3 puntos en un solo transecto.

En el tramo 1 se realizaron un total de siete muestreos durante el periodo comprendido entre septiembre de 2003 y septiembre de 2004, que incluye dos episodios de corta. En el tramo 2, se muestreó antes y después de la corta (agosto-septiembre 2004). En cada punto de muestreo de la llanura de inundación se estimó la biomasa aérea de carrizo mediante el método de Thursby *et al.* (2002), contando el número de tallos incluidos en una unidad de muestreo de 25 x 25 cm de lado y la longitud de los 5 tallos más largos. Previamente se calculó la relación longitud-peso a partir de 50 individuos medidos y pesados, y la biomasa total en 5 unidades de muestreo. A partir de estos datos se obtuvo la relación lineal entre biomasa real y biomasa estimada a partir de los cinco tallos más altos.

En cada punto de muestreo se tomaron muestras de tallos, rizomas e inflorescencias de *P. australis*. Las muestras fueron secadas en estufa a 60° C, trituradas hasta convertirlas en fracción fina y analizadas siguiendo protocolos estandarizados. La concentración de fósforo en tejidos se realizó mediante digestión con ácido sulfúrico y persulfato potásico en autoclave a 115 °C, durante una hora y posteriormente se analizó la solución digerida diluida siguiendo el método estándar de análisis de fosfatos por colorimetría de ácido ascórbico (APHA, 1992). Para el análisis de las concentraciones de nitrógeno y carbono total de los tejidos del carrizo se utilizó un analizador elemental (Carlo Erba CNHS-0 EA-1108).

El cálculo de los estadísticos descriptivos básicos y el test de la ANOVA para el análisis del efecto de la corta sobre las concentraciones de nutrientes se realizó con el programa Statistica 6.

## 3. RESULTADOS

Los valores medios más elevados de los tres nutrientes estudiados se dieron en los tallos jóvenes durante el mes de septiembre, justo unas semanas después de la corta de los tallos viejos, correspondiendo a las etapas iniciales del periodo de crecimiento de otoño (Figura 1). El segundo máximo de acumulación de P en tallos se dio en febrero y abril, el periodo natural de crecimiento de la planta. Sin embargo, en verano e invierno se registraron las concentraciones de P más bajas, tanto en tallos como en rizomas, aunque en estos meses se invierte la relación, siendo la concentración en la parte subterránea relativamente más alta que en la parte aérea (Figura 1 a). En verano también se observó un descenso brusco en la concentración de N en los tallos (Figura 1b). En cuanto al C, se produjo un segundo incremento en abril, seguido por una disminución en julio y un ligero aumento en agosto con el inicio de la floración (Figura 1c).

No existieron diferencias significativas en las concentraciones de P, N y C entre los dos tramos estudiados para el mes de agosto, justo antes de la corta de los tallos. En cambio, tras

la corta en septiembre, se encontraron diferencias significativas en la concentración de estos nutrientes en tallos entre los dos tramos considerados (Tabla 1), siendo mayores en los tallos jóvenes tras la corta, que en los tallos maduros, al igual que para la concentración de fósforo en los rizomas. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de N y C en los rizomas entre las dos áreas comparadas.

La mayor biomasa de la parte aérea de carrizo se registró en julio (3,72 kgPS/m<sup>2</sup>), disminuyendo en agosto (Tabla 2). También en julio se observaron las mayores retenciones en los tallos de los tres elementos estudiados.

#### 4. DISCUSIÓN

Gran parte de los nutrientes contenidos en los suelos agrícolas del Campo de Cartagena son exportados por procesos de lavado y erosión, a través de los sistemas de drenaje a la laguna del Mar Menor. La rambla del Albuñón exporta al año aproximadamente, 1500 toneladas de nitrógeno inorgánico soluble y 125 toneladas de fósforo reactivo soluble al Mar Menor (Velasco *et al.*, en prensa). Otra parte importante de la carga contaminante de las aguas de drenaje es retenida por las partes vegetativas del carrizo que ocupa las llanuras de inundación de la rambla. Sin embargo, la tradicional corta del carrizo en la desembocadura de la rambla a finales de verano y la no-retirada de la biomasa cortada del cauce conlleva la liberación de grandes cantidades de compuestos solubles, procedentes del lixiviado de los compuestos fijados en hojas y tallos del carrizo cortado, facilitada por la fragmentación a la que se ve sometida (Van Juhl Larsen, 2003). La corta del carrizo incrementa el aporte de nutrientes a la laguna tanto en forma soluble como particulada. Este proceso se magnifica con las riadas, fenómeno que ocurre con cierta regularidad a finales de verano y principios de otoño, coincidiendo con la corta del carrizo. Las avenidas contribuyen, aproximadamente, con el 80% del caudal anual y de la carga de nutrientes a la laguna (Velasco *et al.* en prensa).

El ciclo anual del carrizo condiciona la capacidad de fijación de nutrientes en las diferentes partes de la planta, siendo en general mayor en las épocas de crecimiento. En septiembre, las elevadas concentraciones de C, N y P registradas corresponden a la época de crecimiento de los tallos jóvenes de carrizo, tras su corta. Existe una tendencia a movilizar elevadas cantidades de los tres nutrientes considerados del agua y sedimentos para un crecimiento rápido. En el mes de noviembre se produce un paro en la actividad biológica de la planta debido al inicio del periodo frío, comenzando los tallos a secarse, por lo que los valores disminuyen en los tres nutrientes considerados. En febrero, tras la parada vegetativa del invierno, *P. australis* comienza a activarse, lo que daría paso a una segunda época de crecimiento, observándose un incremento de las concentraciones, que alcanzan su máximo en abril. Al llegar el verano, debido probablemente a la sequía, se produce un descenso generalizado en la cantidad de nutrientes acumulados y de la biomasa aérea, aunque aumenta la concentración de C coincidiendo con la floración en agosto. De nuevo, tras la corta del carrizo a finales de verano se registra un aumento de la concentración de nutrientes en los nuevos tallos. La concentración de nutrientes en los rizomas sigue un patrón similar al de los tallos, aunque se registran valores menores.

La capacidad depuradora de la planta además de depender de la época del año relacionada con su actividad vegetativa, también depende de la cantidad de nutrientes presentes en el medio. En el área de estudio, con elevados niveles de N y P en las aguas superficiales de la rambla (Velasco *et al.* en prensa), se han medido altas retenciones de fósforo, nitrógeno y carbono en la biomasa aérea de *P. australis*, comparables a los valores obtenidos en el humedal del

Hondo (Santos Cirujano *et al.* 2005), también altamente eutrofizado (Tabla 3), aunque la biomasa es aproximadamente el doble y la cantidad de P retenida es de un orden de magnitud mayor. En humedales artificiales de aguas residuales ricas en nutrientes, la producción de biomasa, el contenido en nutrientes de los tejidos de las plantas, la relación tallo-raíz, y las tasas de translocación son todavía mayores que en humedales naturales (Meuleman *et al.*, 2002).

Dada la elevada capacidad de fijación de nutrientes del carrizo (Ulrich *et al.* 1985, Hocking, 1989, Kuehl & Khol, 1993) la corta y retirada de su biomasa aérea constituye una importante medida de gestión en programas de fitorremediación de sistemas acuáticos tendentes a la reducción de la contaminación (Santos Cirujano *et al.* 2005, Navarro *et al.* 2005). En base a los resultados del estudio se propone adelantar la corta del carrizo a principios de verano, coincidiendo con la época de máxima biomasa aérea y mayor retención de nutrientes. De esta forma se adelantaría el inicio del periodo de crecimiento al verano, de manera que en el caso de avenidas existiera una cobertura vegetal suficiente para la retención de parte de los sedimentos y nutrientes transportados por la rambla. La retirada de la biomasa cortada de la llanura de inundación debe ser fundamental para evitar la lixiviación de parte de los nutrientes retenidos por *P. australis* tanto a los sedimentos como al agua, y su arrastre a la laguna en el caso de avenidas. También es aconsejable mantener unos niveles adecuados de agua superficial en la llanura de inundación, durante todo el año y especialmente en verano con el fin de disminuir la velocidad del flujo de agua y aumentar las tasas de fijación de nutrientes. Dichas actuaciones, aumentarían el papel del carrizo como filtro de nutrientes y evitarían los efectos negativos de la tradicional corta. La ejecución de dicho plan de manejo del carrizo en la rambla del Albuñón así como en otras ramblas y humedales litorales reduciría la entrada de nutrientes al Mar Menor y sus niveles actuales de contaminación.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association (APHA) (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC: American Public Health Association.
- Cirujano, S., Moreno, M., Rubio, y A., Echeverrías, J. (2005). Capacidad depuradora del carrizo en el Parque Natural El Hondo(Alicante). *Biodiversidad y Gestión de los carrizales*. Actas de las I Jornadas Científicas Parque Natural de El Hondo, 23-25/2/2005, Crevillente.
- Hocking, P.J. (1989). Seasonal dynamics of production, nutrient accumulation, and cycling by *Phragmites australis* in nutrient-enriched swamps in inland Australia, I: Whole plants. *Australian Journal of Freshwater Research* 40, 421-444.
- Kuehl, H. & Khol, J.G. (1993). Seasonal nitrogen dynamics in reed beds stands (*Phragmites australis*) in relation to productivity. En A. Hillbricht-Ilkowska, E. Pieczynska (eds), *Nutrient Dynamics and Retentions in Land/Water Ecotones of Lowland, Temperate and Rivers* (1-12).
- Meuleman, A., Beekman J, Verhoeven, J. (2002). Nutrient retention and nutrient-use efficiency in *Phragmites australis* stands after wastewater application. *Wetlands* 22(4), 712-721.
- Navarro, J., Román, N., y García, F. (2005). El carrizo como elemento regulador de nutrientes del medio acuático. *Biodiversidad y Gestión de los carrizales*. Actas de las I Jornadas Científicas Parque Natural de El Hondo, 23-25/2/2005, Crevillente.

Thursby, G., Chintala, M., Stetson, D., Wigand, C. y Champlin, D. (2002). A rapid, non destructive method for estimating aboveground biomass of salt marsh grasses. *Wetlands* 22(3), 626-630.

Ulrich, K.E., & Burton, T.M. (1985). The effects of nitrate, phosphate, and potassium fertilization on growth and nutrient uptake patterns of *Phragmites australis*. *Aquatic Botany* 21, 53-62.

Vagn Juhl Larsen (2003). The effects of pre-drying and fragmentation on the leaching on nutrient elements and organic matter from *Phragmites australis* (Cav.) Trin. *Aquatic Botany* 14, 29-39.

Velasco, J., Lloret, J., Millan, A., Marin, A., Barahona, J., Abellan, P., Sanchez-Fernandez, D. (en prensa). Nutrient and particulate inputs into the Mar Menor lagoon from an intensive agricultural watershed. *Water, Air and Soil Pollution*.

## 6. FIGURAS Y TABLAS

**Tabla 1: Resultados de los análisis de la varianza comparando el contenido de nutrientes en tallos y rizomas entre los dos tramos considerados, antes (agosto) y después (septiembre) de la corta del carrizo.**

Material		F	p
<b>FÓSFORO</b>			
19/08/04	Tallos	0,0007	n.s.
	Rizomas	0,07	n.s.
13/09/04	Tallos	49,51	0,00006
	Rizomas	5,12	0,05
<b>NITRÓGENO</b>			
19/08/04	Tallos	1,31	n.s.
	Rizomas	3,02	n.s.
13/09/04	Tallos	107,6	0,0005
	Rizomas	1,05	n.s.
<b>CARBONO</b>			
19/08/04	Tallos	0,22	n.s.
	Rizomas	4,51	n.s.
13/09/04	Tallos	19,94	0,011
	Rizomas	0,15	n.s.

**Tabla 2: Retención de nutrientes en la biomasa aérea de *Phragmites australis* en las diferentes fechas de muestreo.**

	Biomasa (kgPS/m <sup>2</sup> )	P(Tm/ha)	C(Tm/ha)	N(Tm/ha)
<b>09/09/2003</b>	0,21 ± 0,01	0,05	0,85	0,08
<b>07/11/2003</b>	1,39 ± 0,20	0,09	5,31	0,38
<b>13/02/2004</b>	1,49 ± 0,26	0,20	5,57	0,38
<b>22/04/2004</b>	1,07 ± 0,13	0,13	4,37	0,27
<b>16/07/2004</b>	3,72 ± 0,31	0,25	14,53	0,54
<b>19/08/2004</b>	1,80 ± 0,24	0,12	7,13	0,26
<b>13/09/2004</b>	0,21 ± 0,02	0,04	0,88	0,07

**Tabla 3: Retención media anual de nutrientes en la biomasa aérea de *Phragmites australis* en la rambla del Albuñón en comparación con el humedal del Hondo.**

	Biomasa max. (Tm/ha)	P(Tm/ha)	C(Tm/ha)	N(Tm/ha)
<b>R.Albujón (Murcia)</b>	37,2	0,12	5,52	0,28
<b>El Hondo (Alicante)</b>	16,9	0,02	6,93	0,2

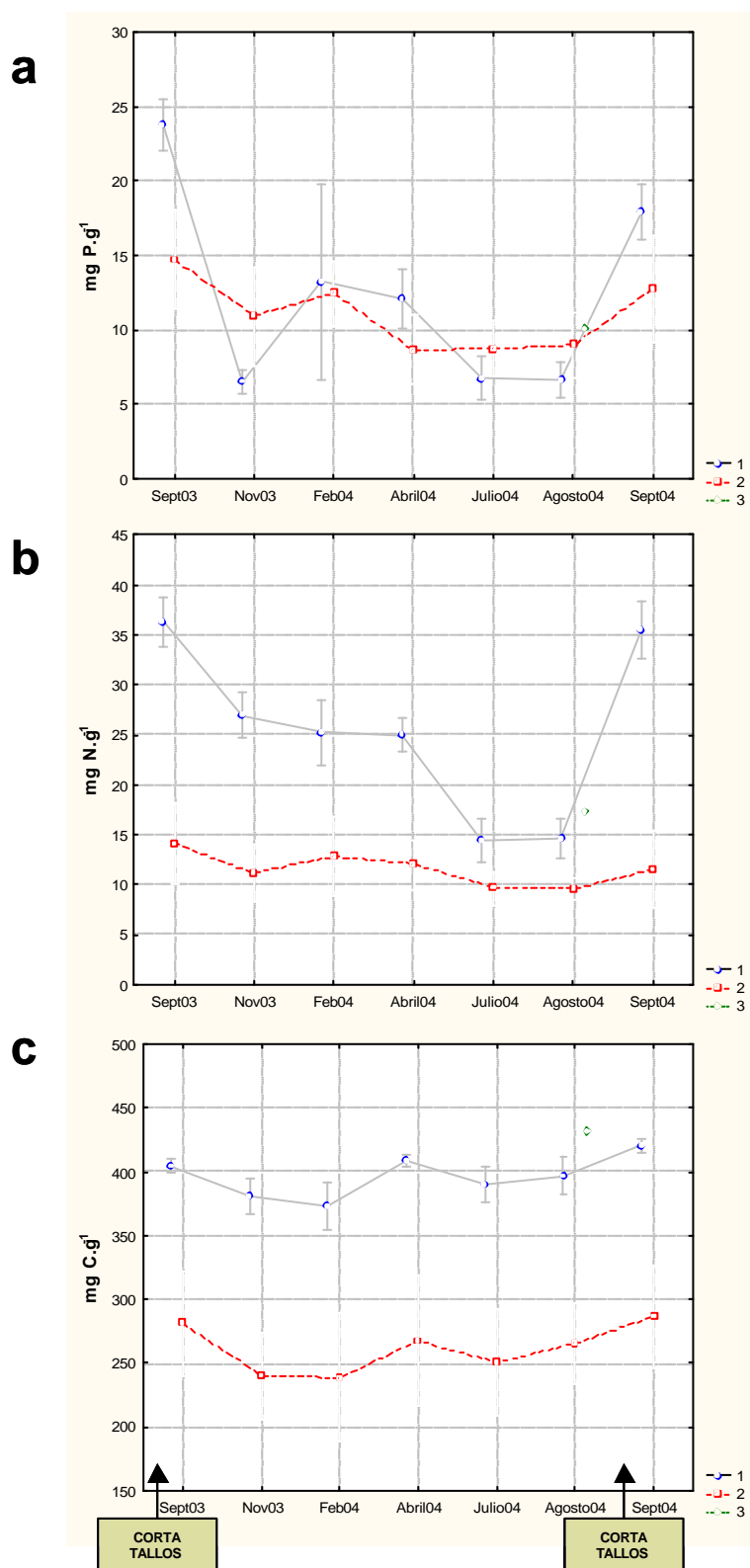


Figura 1: Variación temporal de la concentración de fósforo (a), nitrógeno (b) y carbono (c) en *Phragmites australis* (1: tallos, 2: rizomas y raíces, 3: inflorescencias) en la Rambla del Albujón