

CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN HELÓFITOS ACUÁTICOS UTILIZADOS EN DEPURACIÓN DE AGUA RESIDUAL

G. Ansola y E. De Luis.

Area de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de León. Campus Vegazana. 24071. LEÓN.

Palabras clave: Helófitos, Concentración de N, P y K, Depuración

ABSTRACT

NUTRIENTS CONCENTRATION IN AQUATIC HELOPHYTES USED IN WASTEWATER DEPURATION

The NPK contents in the leaves, stems and fruits of four helophyte species (*Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Iris pseudacorus* and *Typha angustifolia*), used in an experimental plant of wastewater treatment with macrophytes located in León (NW Spain) were determined.

The nutrients assimilation capacity according with the macrophyte species is analyzed as well as the accumulation level of them in the different parts of the plant. The study has been realized for different flows.

INTRODUCCIÓN

Muy pocas experiencias se han planteado en nuestro país en relación con el empleo de macrófitos acuáticos en el tratamiento de agua residual. Son varios los países que están dedicando una considerable atención al estudio de la capacidad de los macrófitos acuáticos para controlar la contaminación y eliminar nutrientes del agua residual industrial y urbana (RADOUX et al. 1982; BRIX et al. 1989; BREEN, 1990; BURGOON et al. 1991 y MARTIN et al. 1992).

Los sistemas de tratamiento basados en el empleo de hidrófitos emergentes pueden utilizarse como tratamiento secundario o como terciario y constituyen, dentro de las áreas rurales, una alternativa de bajo coste frente a los procesos convencionales, tanto en lo referente a inversión como a gastos de funcionamiento y mantenimiento. Requieren una menor superficie que otros sistemas como el lagunaje y además son muy flexibles y menos susceptibles a fluctuaciones de carga contaminante que los sistemas convencionales, si bien ambos sistemas se utilizan como complementarios.

Hay que destacar como beneficio adicional la posibilidad de aprovechamiento de la biomasa producida para diferentes usos: como fuente de energía, como compost o como alimento animal, así como su máxima capacidad de

integración en el entorno.

METODOLOGÍA

El estudio se ha realizado utilizando una planta piloto experimental de agua residual con macrófitos en la localidad de Mansilla de las Mulas (León), de 1637 habitantes

El sistema consta de 12 cubetas, independientes entre sí, cada una con una superficie de 1.1 m² en las que se han transplantado 30 pies de planta de 4 especies vegetales distintas tomadas directamente de su ambiente natural, a orillas del río Esla o en zonas húmedas asociadas a este mismo río (Fig. 1). Las especies vegetales utilizadas han sido: el carrizo (*Phragmites australis*), el junco de laguna (*Scirpus lacustris*), el lirio amarillo (*Iris pseudacorus*) y la espadaña (*Typha angustifolia*). Las plantas fueron transplantadas en Octubre-Noviembre de 1991 a sus respectivas cubetas y se cosecharon al final de su periodo vegetativo. En este momento el número de pies de planta en las cubetas se había multiplicado por 5 en *Iris* y por 9 en *Scirpus*, siendo estos los casos extremos.

Una vez en el laboratorio, se separaron las diferentes partes de cada una de ellas (tallos, hojas y frutos). Todo ello se pesó por separado. Se homogeneizó la muestra y se tomó una parte que a su vez fue pesada y secada en estufa de aire caliente a 75°C hasta peso constante. Una pequeña

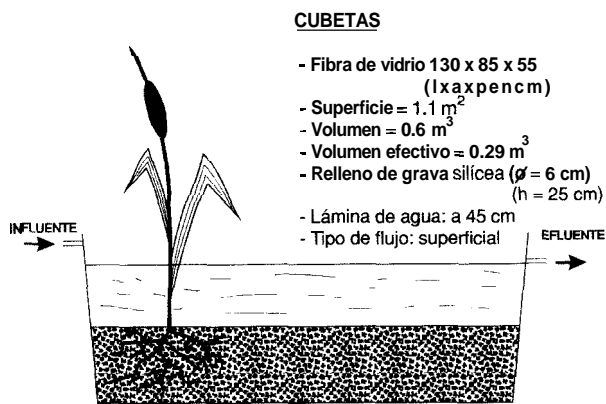


FIGURA 1.- Diseño experimental de la cubeta con helófitos
FIGURE 1.- Helophytes experimental tank.

cantidad de esta última se trituró a un tamaño de 1 mm de diámetro.

Cada una de las partes en las que se fraccionaron las plantas se sometió a una digestión húmeda a 440°C con ácido sulfúrico y agua oxigenada al 30%. Una vez terminada la digestión se procedió al análisis de los nutrientes de las distintas muestras.

El K se obtuvo mediante análisis con electrodo selectivo; para la determinación del P se utilizó el método del vanadomolibdato de DUQUE (1971) y en el análisis de N se empleó el método de la digestión y posterior destilación Kjeldahl, utilizando un electrodo selectivo para cuantificar el N amoniacal resultante (APHA, 1989).

Cada una de las 12 cubetas es independiente del resto, teniendo una especie vegetal diferente y un caudal distinto, que determinará el tiempo de retención del agua en las mismas. Los caudales utilizados han sido: 100, 150 y 200 l/d, obteniendo unos tiempos de retención del agua entre 7 y 3 días y medio.

RESULTADOS

Nitrógeno.- Los resultados obtenidos en relación con el contenido de N total permiten establecer una clara tendencia de acumulación en las hojas de *Phragmites*, superando los $2.5 \text{ g}/100\text{g M.S.}$ en las cubetas con un tiempo de retención hidráulico de 7 y 3 días y medio (Tabla 1) frente a los $2 \text{ g}/100\text{g M.S.}$ de la misma planta en ambiente natural (ANSOLA *et al.* 1991).

En *Scirpus*, que carece de hojas, el N se acumula en mayor medida en los tallos llegando a alcanzar los $1.5 \text{ g}/100 \text{ g M.S.}$ en la cubeta con un caudal de 200 l/d. (Tabla 1). En ambiente natural la concentración de N es algo me-

nor (ANSOLA *et al.* 1991). El lirio amarillo presenta su mayor acumulación de nitrógeno en las hojas, observándose un aumento considerable, hasta duplicarse, con respecto a los frutos analizados (Tabla 1). En *Typha*, es el fruto la fracción más rica en N, superando en $0.3 \text{ g}/100 \text{ g M.S.}$ a la encontrada en ambiente natural (Tabla 1) (ANSOLA *et al.* 1991). No se observa una relación clara entre la acumulación del nutriente y el tiempo de retención hidráulica. *Phragmites australis* es la especie que parece tener una mayor capacidad de incorporación de N, una vez terminado su periodo vegetativo. Por el contrario, *Iris pseudacorus* es la especie que presenta un contenido más bajo en este nutriente.

Los resultados obtenidos por otros autores (RADOUX *et al.* 1982; BREEN, 1990; BURGOON *et al.* 1991 y MARTIN *et al.* 1992) coinciden en muchos casos con los que se ofrecen en este trabajo, si bien existen discrepancias; en particular, la concentración de N en los frutos de *Typha* es casi 3 veces superior a la registrada por BREEN, (1990).

Fósforo.- A la vista de los valores obtenidos para el P en todos los análisis se puede decir que se incorpora en las plantas en concentraciones mucho más bajas que el N (Tabla 1), posiblemente como resultado de una peor asimilación por parte de la planta y una menor cantidad disponible para su absorción.

Este nutriente sigue la misma tendencia de acumulación que el N. Sin embargo no existen diferencias significativas entre los distintos caudales estudiados exceptuado la acumulación en las hojas de *Iris* al utilizar el caudal de 200 l/d llegando a alcanzar los $0.18 \text{ g}/100 \text{ g M.S.}$ (Tabla 1) frente al $0.0064 \text{ g}/100\text{g M.S.}$ que presenta en ambiente natural (ANSOLA *et al.* 1991). Con esta excepción, el resto de la acumulación de P en las diferentes partes de las especies vegetales es muy semejante, observándose un ligero aumento en las hojas del carrizo con el caudal medio y el fruto de *Typha* con el caudal de 200 l/d. (Tabla 1)

Los niveles más bajos de P se encuentran en las hojas de la espadaña con el máximo de los caudales estudiados.

Los valores de P obtenidos en *Typha* son semejantes a la media obtenida por BURGOON *et al.* (1991) y RADOUX *et al.* (1982) y superiores a los obtenidos por BREEN (1990).

Potasio.- Aunque no alcanza los valores obtenidos por el N, se encuentra en las plantas en mayor cantidad que el P. La tendencia de acumulación de este nutriente es la misma que para el N y el P.

Phragmites acumula su máximo en las hojas y en el fru-

TABLA 1.- Concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cada una de las partes de las especies vegetales seleccionadas, relacionada con el caudal aplicado a las cubetas.

TABLE 1.- Total Nitrogen, Phosphorus and Potassium concentration in stems, leaves and fruits of the studied helophytes.

PLANTA	CAUDAL (l/d)	NITROGENO (g/100g M.S.)	FOSFORO (g/100g M.S.)	POTASIO (g/100g M.S.)
<i>Phragmites</i> (tallo)	200	1.11	0.02991	0.9200
<i>Phragmites</i> (hojas)	200	2.51	0.03627	1.2400
<i>Phragmites</i> (tallo)	150	0.81	0.03132	0.8160
<i>Phragmites</i> (hojas)	150	2.43	0.04545	0.9600
<i>Phragmites</i> (tallo)	100	0.80	0.02709	0.7000
<i>Phragmites</i> (hojas)	100	2.61	0.02991	1.0000
<i>Phragmites</i> (fruto)	100	1.72	0.02193	1.2200
<i>Scirpus</i> (tallo)	200	1.50	0.02426	0.2504
<i>Scirpus</i> (fruto)	200	1.20	0.02356	0.1192
<i>Scirpus</i> (tallo)	150	1.49	0.02356	0.3032
<i>Scirpus</i> (fruto)	150	1.37	0.03415	0.1808
<i>Scirpus</i> (tallo)	100	1.37	0.02638	0.4640
<i>Scirpus</i> (fruto)	100	1.22	0.02567	0.0608
<i>Iris</i> (hojas)	200	1.31	0.17962	0.6720
<i>Iris</i> (fruto)	200	0.68	0.02567	0.5320
<i>Iris</i> (hojas)	150	1.32	0.02921	1.0040
<i>Iris</i> (fruto)	150	0.46	0.02002	0.1972
<i>Iris</i> (hojas)	100	1.57	0.02709	0.5120
<i>Iris</i> (fruto)	100	0.62	0.02850	0.2832
<i>Typha</i> (tallo)	200	0.45	0.01649	0.5640
<i>Typha</i> (hojas)	200	0.70	0.01508	0.3120
<i>Typha</i> (fruto)	200	1.47	0.03839	0.7600
<i>Typha</i> (hojas)	150	1.07	0.02356	0.6960
<i>Typha</i> (tallo)	100	0.34	0.02144	0.5520
<i>Typha</i> (hojas)	100	0.59	0.02426	0.3340
<i>Typha</i> (fruto)	100	1.47	0.03486	0.9360

to (Tabla 1) cuando se analiza la cubeta con un tiempo de retención hidráulica de 7 días. Sin embargo, en el junco de laguna, por carecer de hojas, el lugar de mayor concentración observado ha sido el tallo en todos los caudales estudiados, alcanzando un máximo de 0.46 g/100g M.S. con el caudal de 100 l/d (Tabla 1). Las hojas de *Iris* contienen la mayor concentración de K, con un máximo que supera el 1% (Tabla 1). *Typha angustifolia* es la especie vegetal que mayor concentración de K presenta en sus frutos alcanzando los 0.93g/100g M.S. (Tabla 1).

En todas las especies, se observa un considerable aumento, hasta en un orden de magnitud, con respecto a los

valores obtenidos para el K en plantas recogidas en ambiente natural (ANSOLA *et al.* 1991).

Los análisis realizados por RADOUX *et al.* (1982) con *Phragmites* y *Typha*, proporcionan para el K valores más elevados que los obtenidos en nuestro trabajo.

DISCUSIÓN

En todas las especies estudiadas se han encontrado diferencias entre las plantas recogidas en ambiente natural y las utilizadas en el sistema artificial de depuración de agua residual. Se señalan las siguientes características di-

ferenciales:

1.- El carrizo almacena su mayor concentración de NPK en las hojas. El caudal de 200 l/d es el que más N y K acumula, mientras que para el P el caudal medio es el que mayor aumento de nutrientes provoca.

2.- La espadaña presenta en su fruto los valores más elevados. No existen diferencias significativas entre los diferentes caudales estudiados.

3.- El lirio amarillo acumula en sus hojas las concentraciones más elevadas de nutrientes. Es muy significativo el aumento de P al utilizar el caudal de 200 l/d.

4.- El junco de laguna no presenta diferencias significativas de acumulación en sus diferentes partes, ni tampoco entre los caudales.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de Biotecnología Ambiental y a la Comisión Mixta Diputación Provincial de León-Universidad .

BIBLIOGRAFÍA

ANSOLA, G., GONZALEZ, J.M., FERNANDEZ, C. y LUIS, E. 1991. Análisis comparado del contenido en nutrientes NPK de *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris* y *Typha angustifolia*. *Mediterránea* (en prensa).

APHA-AWWA-WPCF. 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. CLESCERI, L.S.; A.E. GREENBERG & R.R. TRUSSELL, eds. 17th Edition. Baltimore. Maryland.

BREEN, P.F., 1990. A mass balance method for assessing the potential of artificial wetlands for wastewater treatment. *Wat. Res.* 24(6): 689-697.

BRIX, H & H.H. SCHIERUP, 1989. The use of aquatic macrophytes in waterpollution control. *Ambio* 18(2):100-107.

BURGOON, P.S., K.R. REDDY, T.A DEBUSK, & B. KOOPMAN, 1991. Vegetated submerged beds with artificial substrates. II:N and P removal. *Journal of Environmental Engineering* 117(4): 408-424.

DUQUE, F. 1971. Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas. *Anal. Edafología* (3-4): 207-229.

MARTIN, I. & J. FERNANDEZ, 1992. Nutrient dynamics and growth of a cattail crop (*Typha latifolia* L.) developed in an effluent with high eutrophic potential: Application to wastewater purification systems. *Bioresource Technology* 42: 7-12.

RADOUX, M. et D. KEMP, 1982. Approche écologique et expérimentale des potentialités épuratrices de quelques hélophytes: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha latifolia* L. et *Carex acuta* L. *Trib. Cehedeau*. 465-466(35): 325-340.