

Influence of Phragmites australis on the seasonal evolution of biogeochemical conditions (pH/Eh) and N cycling in eutrophic wetlands

M.C. Tercero-Gómez⁽¹⁾, J. Álvarez-Rogel⁽¹⁾, M.I. Arce⁽²⁾, M.J. Delgado⁽³⁾, H.M. Conesa⁽¹⁾, I. Párraga-Aguado⁽¹⁾, M.N. González-Alcaraz^(1,4)

⁽¹⁾ Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria. Área de Edafología y Química Agrícola. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48, Cartagena, 30203 Murcia, España. E-mail: carmen.tercero@upct.es

⁽²⁾ Department of Ecohydrology. Libniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB). Müggelseedamm 301, 12587, Berlin, Germany.

⁽³⁾ Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Química. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, 30100, Espinardo, Murcia, España.

⁽⁴⁾ Department of Ecological Science. Faculty of Earth and Life Sciences. VU University Amsterdam. De Boeleaan 1085, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands.

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar en qué medida humedales eutrofizados, en presencia y ausencia de *Phragmites australis*, actúan como depuradores de NO₃⁻ y productores de N₂O (gas de efecto invernadero). Para ello se realizó un experimento en mesocosmos con suelo y plantas de *Phragmites*, que se sometieron a seis períodos de inundación-deseccación durante doce meses con aguas de distinta composición: alta carga (200 mg·L⁻¹ NO₃⁻) y baja carga (20 mg·L⁻¹ NO₃⁻) de nutrientes. Los tratamientos ensayados fueron: sin planta+baja carga; sin planta+alta carga; con planta+baja carga; con planta+alta carga. Se monitorizó Eh y pH, y se analizó la concentración de NO₃⁻ y NH₄⁺ en la solución edáfica así como el N₂O desprendido a la atmósfera. Todos los tratamientos fueron efectivos en la retirada de NO₃⁻ del agua (>70%) lo que acarree la emisión de elevadas cantidades de N₂O a la atmósfera. *Phragmites* contribuyó a reducir las emisiones de N₂O durante las fases de secado al favorecer la retirada de NO₃⁻ del agua y disminuir su disponibilidad para ser transformado en gas vía desnitrificación. Por tanto, la presencia de planta en los suelos de los humedales puede contribuir a que se reduzca la emisión de N₂O a la atmósfera.

Palabras clave: potencial redox; amonificación; nitrificación; desnitrificación.

Abreviaturas: Eh (potencial redox). COD (carbono orgánico disuelto).

Abstract

The aim of the study was to assess to what extent eutrophic wetlands, with and without *Phragmites australis*, act as sinks of NO₃⁻ and as sources of N₂O (greenhouse gas). A one-year mesocosms experiment, with alternating flooding-drying conditions, was performed with soil and plants of *Phragmites*. Two types of water were used: one with high nutrient load (200 mg·L⁻¹ NO₃⁻) and another one with low nutrient load (20 mg·L⁻¹ NO₃⁻). The treatments assayed were: no plant+low nutrient content; no plant+high nutrient content; plant+low nutrient content; plant+high nutrient content. The Eh and pH were monitored, and the concentration of NO₃⁻ and NH₄⁺ in the soil solution and of evolved N₂O were analyzed. All the treatments were effective in the removal of NO₃⁻ from water (>70%), leading to the emission of high amounts of N₂O into the atmosphere. The presence of *Phragmites* favored lower N₂O emissions mainly during drying phases due to a higher reduction of NO₃⁻ concentrations in water, decreasing its availability to be transformed into gas via denitrification. Therefore, the presence of plant in wetland soils may contribute to reduce the emission of N₂O into the atmosphere.

Keywords: redox potential; ammonification; nitrification; denitrification.

1. Introducción

Los humedales son sistemas altamente efectivos en la depuración de aguas con elevadas concentraciones de NO₃⁻ [1,2]. Conocer la relación entre la cantidad de NO₃⁻ retirado de un agua eutrofizada y el N₂O emitido durante la desnitrificación ayuda a valorar el balance entre

algunos aspectos positivos (depuración de aguas eutrofizadas) y negativos (emisión de gases de efecto invernadero) de los humedales.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1.- Determinar en qué medida la presencia o no de planta, la carga de nutrientes del agua y los períodos de inundación-deseccación influyen en la

capacidad de los humedales para actuar como depuradores de altas concentraciones de NO_3^- , es decir, como filtros verdes. 2.-Determinar en qué medida el desprendimiento de N_2O está influenciado por la carga de nutrientes de agua y si esto está relacionado con la presencia o no de planta y con los ciclos de inundación-desección.

2. Materiales y Métodos

El experimento se realizó en 12 mesocosmos (100x50x50 cm) situados dentro de un invernadero que se rellenaron con una capa de 15 cm arena en el fondo (horizonte subsuperficial) y, sobre ella, 25 cm de suelo salino de textura fina (horizonte superficial). En 6 de los mesocosmos se colocaron plantas de *Phragmites australis*. Tanto los suelos como las plantas utilizadas fueron recogidas de un humedal de la costa del Mar Menor, la Marina del Carmolí. Los mesocosmos se sometieron a 6 periodos de inundación-desección a lo largo de 12 meses con agua de alta ($\text{NO}_3^- \sim 200 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{PO}_4^{3-} \sim 10 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{COD} \sim 100 \text{ mg L}^{-1}$) y baja (concentraciones 10 veces menor) carga de nutrientes. Los tratamientos ensayados fueron: sin planta+baja carga de nutrientes; sin planta+alta carga de nutrientes; planta+baja carga de nutrientes; planta+alta carga de nutrientes. Regularmente se monitorizaron el Eh, pH y T° , y se recogieron muestras de agua de poro para el análisis de diversas formas de N. También se tomaron muestras de los gases emitidos desde la superficie del suelo para medir las concentraciones de N_2O desprendido a la atmósfera. Para conocer más detalles ver [3].

3. Resultados y Discusión

Las Fig. 1, 2 y 3 muestran una síntesis de los resultados obtenidos. El sistema Eh/pH estuvo influenciado por los cambios en el estado de saturación del suelo y por la presencia-ausencia de planta, pero no por la carga de nutrientes del agua, y dicha respuesta varió en función de la profundidad. La evolución del Eh indicó que la

5. Agradecimientos

Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Referencia CGL2010-20214).

6. Referencias bibliográficas

[1] González-Alcaraz, M.N. 2012. Dynamics of nitrogen, phosphorus and metals in eutrophic wetlands affected by mine wastes. Effects of

actividad microbiana fue mayor en superficie donde se alcanzaron valores por debajo de 0 mV durante los periodos de inundación, independientemente de la presencia de planta (Figura 1). *Phragmites* favoreció la aireación y entrada de O_2 en profundidad, con valores de Eh alrededor de +400 mV excepto en verano (con T° máxima en el suelo $\approx 30 \text{ }^\circ\text{C}$), cuando el Eh bajó hasta -200 mV.

Los picos de N_2O detectados al inicio de las inundaciones (Figura 2), sobre todo en los tratamientos con alta carga de nutrientes, indicaron una fuerte desnitrificación (reducción de NO_3^- a N_2O y N_2 en un rango de $\approx +350 < \text{Eh} < \approx +100 \text{ mV}$). Hacia la mitad y el final de las inundaciones la desnitrificación estuvo inhibida, como se evidenció por el aumento de la concentración de NH_4^+ (Figura 1) procedente de la amonificación (formación de NH_4^+ durante el primer paso del proceso de mineralización del nitrógeno orgánico). Durante los secados la concentración de NH_4^+ disminuyó mientras que la de NO_3^- aumento (Figura 1) debido al proceso de nitrificación (oxidación de NH_4^+ a NO_3^-). Los picos de N_2O producidos durante algunas fases de secado (Figura 2) se pueden atribuir a que una fracción de dicho gas pudo quedar atrapado en los poros saturados del suelo y ser desprendido al secarse éste.

Para todos los tratamientos ensayados, los porcentajes de reducción de NO_3^- del agua fueron elevados (>70%). Durante las fases de inundación *Phragmites* no pareció jugar un papel relevante en las emisiones de N_2O , pero en los secados la tendencia fue a que los tratamientos con planta tuvieran menos emisiones (Figura 3). Esto se atribuye a la retirada de NO_3^- por parte de la planta durante las fases de secado.

4. Conclusiones

La presencia de vegetación puede tener un efecto positivo para reducir las emisiones de N_2O a la atmósfera al contribuir a reducir las concentraciones de NO_3^- en el agua.

liming on plant growth and metals mobility. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, España.

[2] González-Alcaraz, M.N., Conesa, H.M., Álvarez-Rogel, J. 2013. Nitrate removal from eutrophic wetlands polluted by metal-mine wastes: Effects of liming and plant growth. J. Environ. Manage. 128: 964-972.

[3] Tercero-Gómez, M.C., Álvarez-Rogel, J., González-Alcaraz, M.N. 2014. Ciclos biogeoquímicos en humedales con diferente grado de eutrofización y su relación con factores de cambio climático: resultados experimentales en mesocosmos. En: Actas del III Workshop en

Investigación Agroalimentaria – WiA14. Ed: TAIDA-UPCT. Cartagena, España. Pag: 258.

Figuras

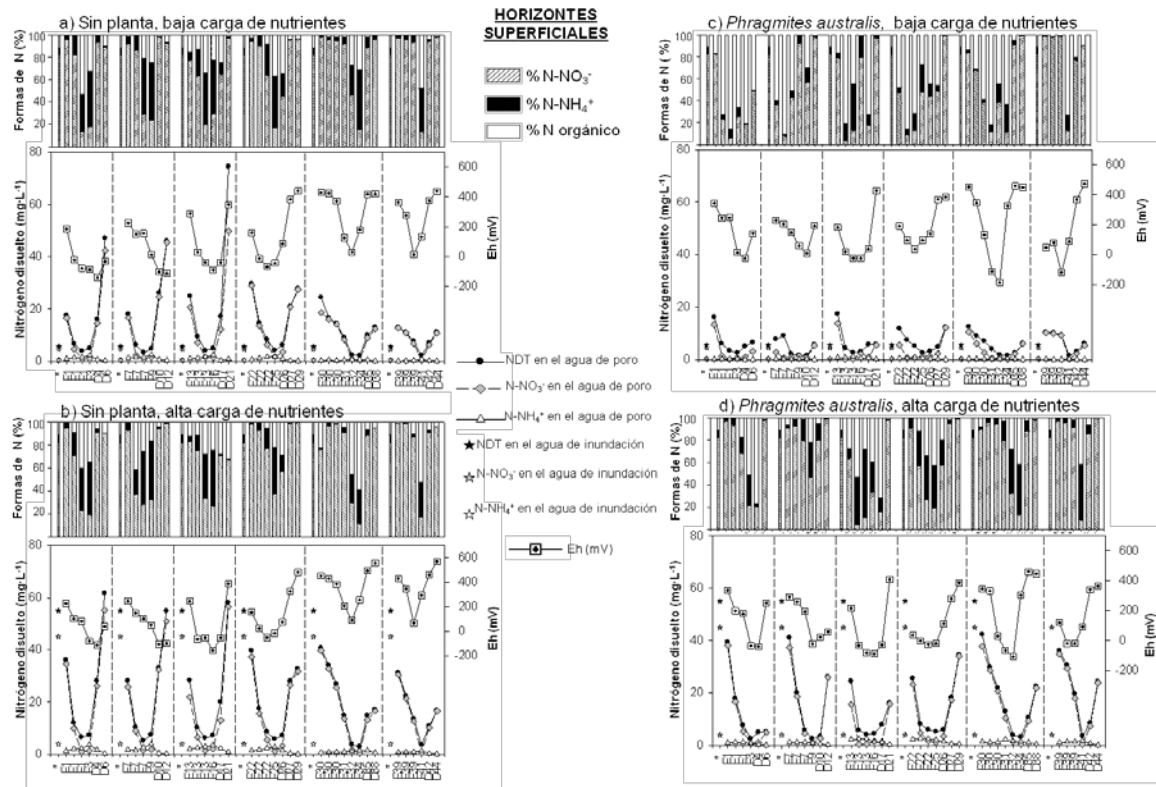
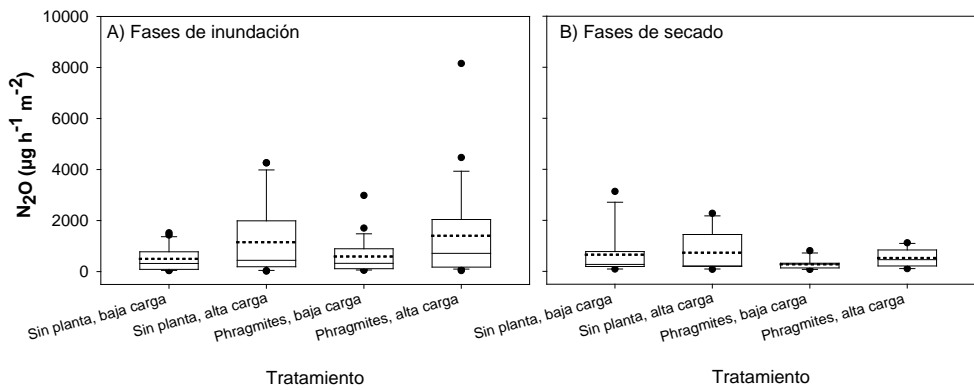
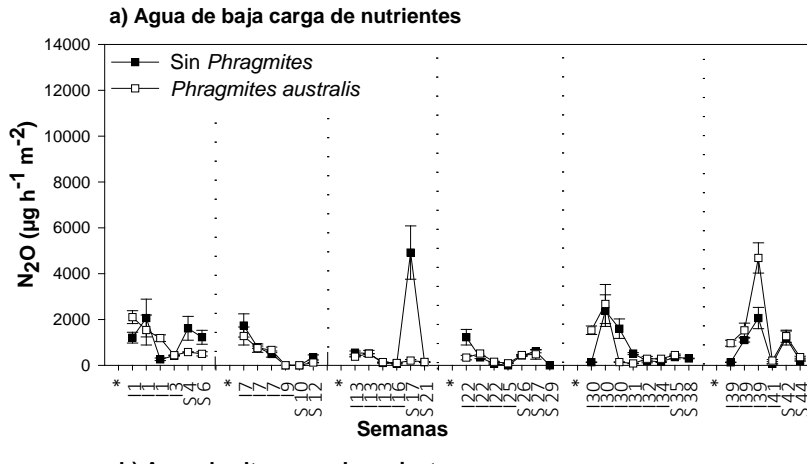


Figura 1. Relación entre Eh (mV) y las formas de N en la solución del suelo de los horizontes superficiales de los tratamientos ensayados. Encima de cada gráfica se presenta un gráfico de barras con los porcentajes de las diferentes formas de N. En el eje X aparecen las semanas del experimento. Se designa con F las semanas de inundación y con D las de secado, y con un número después de la letra se indica la semana del experimento (por ejemplo, D17 designa a la semana 17 que correspondió a una semana de secado). El símbolo * designa el momento en que se inundaron los mesocosmos (inicio de cada ciclo de inundación). NDT (N disuelto total).



los
s
, y
7
el