

EFFECTO DE LA INVASIÓN DE ACACIA NEGRA (*Gleditsia triacanthos* L.) SOBRE ARROYOS PAMPEANOS

C. VILCHES^{1,2}, A. TORREMORELL^{1,2}, J. DEBANDI¹, M.C. RODRÍGUEZ CASTRO^{1,2}, L. RIGACCI^{1,2}, E. ZUNINO^{1,2}, S. KRAVETZ¹ & A. GIORGI^{1,2}

¹ PEP-INEDES-Dpto. de Ciencias básicas-UNLu. Av. Constitución y Ruta Nac. N°5.

² CONICET.

e-mail: carolina_vilches@hotmail.com

ABSTRACT. Pampean fluvial ecosystems of low order usually lack of riparian vegetation. In recent years the invasion of honey locust (*Gleditsia triacanthos* L.) has caused changes in landscape composition. The aim of this study was to evaluate the effect of honey locust invasion on pampean streams. Three reaches with different degree of invasion were selected and compared with three control reaches with no canopy. In order to evaluate the effect of invasion, nutrients (soluble reactive phosphorus, ammonium and nitrates), biomass of producers (seston, macrophytes, periphyton and phytobenthos) and net production in each reach were determined. Significant differences were observed for all of variables estimated between reaches with and without canopy, but not in all cases. The amount of variables with significant differences between both reaches rises following a gradient of increasing invasion levels. Furthermore, differences are more pronounced with increasing percentage of honey locust coverage on the stream. We conclude that sustained invasion of honey locust modifies the concentration of nutrients in water, the biomass of some communities and the production of these communities. This effect could be avoided with early management of the invasion of honey locust.

Key words: Pampean streams; *Gleditsia triacanthos*; nutrients; producers.

Palabras clave: Arroyos pampeanos; *Gleditsia triacanthos*; nutrientes; productores.

INTRODUCCIÓN

La región pampeana se distingue de otros paisajes del mundo por abarcar un extenso territorio predominantemente llano de suelos fértiles. Los arroyos pampeanos son parte de este paisaje y mantienen una interrelación y dependencia con este medio por lo que son altamente vulnerables al uso antrópico de los recursos tanto propios como los de las riberas (Quirós, 2000). Los arroyos pampeanos presentan como características comunes, el nacimiento en pequeñas depresiones de terreno, la presencia de un sustrato homogéneo de carbonato de calcio sobre el que se depositan sedimentos, una concentración relativamente alta de nutrientes y ausencia de leñosas en sus

márgenes que dificulten la entrada de luz (Feijóo y Lombardo, 2007). Estas características además de la baja velocidad de corriente, favorecen, en algunos arroyos, el establecimiento y desarrollo de macrófitas sumergidas, flotantes y emergentes y profusas comunidades de algas epífitas (Giorgi *et al.*, 2005).

Los hábitats riparianos son altamente susceptibles a la invasión de especies vegetales exóticas, lo que estaría relacionado con su dinámica natural donde las inundaciones periódicas modifican la cuenca y crean espacios abiertos para el desarrollo de nuevas plantas (Braatne *et al.*, 2007). En los últimos años la acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.) ha invadido estos ambientes

modificando el paisaje natural ya que esta especie crece mejor en sitios perturbados a pleno sol como son las zonas inundables. Su hábitat preferido es el suelo húmedo y fértil por lo que crece asociada a las llanuras de inundación y a los bancos de ríos y arroyos (Csurhes y Markula, 2010).

Gleditsia triacanthos es una leñosa caducifolia de la familia de las leguminosas (*Fabaceae*), originaria del este y centro de Estados Unidos que ha sido introducida en todos los continentes. Estos árboles crecen hasta 20 m de altura y poseen espinas prominentes generalmente 3-ramificadas. El fruto es una legumbre negra azucarada, comestible para el ganado, que escarifica las semillas facilitando la emergencia de nuevas plántulas en zonas no colonizadas. *Gleditsia triacanthos* prefiere un clima templado cálido con precipitación anual entre 500 y 1500 mm. Su reproducción es por lo general a partir de semillas que se producen en grandes cantidades y se mantienen viables por más de 20 años (Csurhes y Markula, 2010). Esta especie es considerada una invasora exitosa ya que posee características que favorecen su rápida expansión, por ejemplo su rápido crecimiento (60 cm/año), alta tasa de emergencia, período juvenil corto y una alta producción de semillas (Marco y Páez, 2000).

Feijoó *et al.* (2012) indican que el sombreado de los árboles exóticos reduce o hace desaparecer a la vegetación acuática en arroyos pampeanos. La reducción de macrófitas y sus algas asociadas se debería principalmente a la disminución de la luz que alcanza el 95% en verano, lo que produce a su vez una reducción de la amplitud térmica y del clima térmico (Giorgi *et al.*, 2014). Este cambio estructural en la comunidad productora estaría relacionado a un cambio funcional producto de una disminución de la producción primaria en tramos invadidos por acacia. En estos ambientes se

ha encontrado una alta producción (Acuña *et al.*, 2011) por lo que una disminución de la luz en el arroyo provocaría un impacto muy importante.

Además, se han documentado cambios en el ciclo de nutrientes asociado a las invasiones arbóreas en zonas de pastizal (Hobbs y Humphries, 1995) y como *G. triacanthos* puede fijar nitrógeno atmosférico también pueden acelerar la velocidad de algunos procesos biogeoquímicos en el suelo así como incrementar las concentraciones de nutrientes (Kantola *et al.*, 2009). Estos cambios en la química del suelo ribereño sumado a la mayor erosión y modificación de los procesos de escorrentía producto de la falta de cobertura de herbáceas, podrían impactar en la calidad del agua de los arroyos (Chamier *et al.*, 2012).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la invasión de acacia negra sobre arroyos pampeanos teniendo en cuenta los nutrientes del agua, la biomasa de las comunidades productoras y sus producciones netas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron tramos homogéneos de al menos 100 m de longitud en tres arroyos de segundo orden de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires) siguiendo un gradiente de invasión de acacia: Arroyo Haras (34°31'32,8'' S y 59°10'4,26'' W) densidad baja, arroyo Las Flores (34°31'31,6'' S y 59°10'0,7'' W) densidad media y arroyo Balta (34°40'49,9'' S y 59°20'12'' W) densidad alta. En cada arroyo se seleccionó un tramo con el área ribereña conservada con pastizal (tramo no invadido) y otro con acacia en sus márgenes (tramo invadido). Se realizaron los muestreos de los seis tramos en febrero de 2013.

Se estimaron las concentraciones de nutrientes del agua (fósforo reactivo soluble, amonio y nitratos) de acuerdo a APHA (2005). Además se estimó la concentración

de carbono orgánico disuelto (COD) en muestras de agua filtradas a través de filtros de fibra de vidrio tipo Whatman GF/F y acidificadas, la determinación se realizó mediante el método de combustión a alta temperatura.

Se mapeó la distribución de cada sustrato con productores en cada tramo a lo largo de 20 subtramos seccionados cada 5 m para facilitar la observación, completando los 100 m del tramo elegido y obteniendo la totalidad de la cobertura. En cada subtramo se midió el porcentaje de lecho de arroyo cubierto con productores (macrófitas, epipelon) calculando así un valor medio de cobertura de cada compartimento funcional. Se estimó por triplicado la producción neta para cada compartimento funcional (seston, macrófitas sumergidas, perifiton, epipelon) utilizando cámaras rectangulares de acrílico de 6 litros de capacidad. Las cámaras fueron manipuladas simultáneamente y sumergidas en el arroyo durante las incubaciones para minimizar la variabilidad causada por diferencias en las condiciones de temperatura y luz. Las muestras fueron colectadas al azar a lo largo del tramo en estudio. Las muestras de epipelon fueron colectadas utilizando un muestreador tipo core de 44,2 cm² de sección y se colocaron 3 de estas muestras por cámara conformando una superficie total de 132,6 cm². Se colectaron muestras de macrófitas sumergidas (la superficie de cada muestra fue de 200 cm²), parte de éstas fueron cuidadosamente lavadas para retirar el perifiton adherido y se utilizaron como sustrato "macrófitas" mientras que para estimar la producción del perifiton se utilizaron las muestras de macrófitas sin lavar (Vilches y Giorgi, 2010). Como control, se colocaron cámaras únicamente con agua del arroyo. La producción neta de cada comunidad se estimó por la diferencia de oxígeno disuelto en cada cámara al comienzo y al final de una incubación de una hora dentro del arroyo.

Las medidas de oxígeno disuelto fueron realizadas con un oxímetro HQ40d O₂ meter (HACH Company, Loveland, Colorado). La producción neta (PN) se calculó como

$$PN = \frac{\Delta O_2 V}{\Delta t S}$$

donde la tasa PN (gO₂/ m² h), está conformada por: ΔO_2 es el cambio en la concentración de oxígeno entre las medidas final e inicial (gO₂/m³), Δt es el intervalo de tiempo entre medidas (h), V es el volumen de la cámara (m³) y S es la superficie de cobertura del tramo (m²) del sustrato incubado en la cámara. Para minimizar la distorsión debida a la producción del seston incorporado en cada cámara como agua del arroyo, se descontó la PN de las cámaras controles que incluyen esta comunidad en la estimación de los otros tres compartimentos.

La biomasa expresada como peso seco (PS) de cada sustrato se calculó por triplicado. Para estimar el PS de macrófitas se tomaron porciones de 10 cm de vástago de la macrófita sumergida dominante en cada tramo. En el laboratorio se sonicaron durante tres intervalos de tres minutos para desprender el perifiton y luego se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante. La muestra de perifiton obtenida de la sonicación de las macrófitas se filtró con membrana de fibra de vidrio Munkell® MF/F calcinados y prepesados. Los filtros se secaron a 60°C hasta peso constante. Los resultados se expresan en g/g planta. El PS del seston se determinó filtrando 250 ml de muestra y siguiendo la misma metodología que con el perifiton. Los resultados se expresan en g/m³. Para el PS del epipelon se tomaron muestras de 132,6 cm² que se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante. En este caso además se calculó % orgánico calcinando la muestra a 480°C durante 4 horas.

Los resultados se presentan como la media \pm desvío estándar. A las variables biomasa de macrófitas, producción neta de macrófitas y de perifiton no se les realizó análisis estadístico ya que si la cobertura de macrófitas en el tramo era inferior al 5% no fueron consideradas y esto sucedió en varios casos. Las demás variables respuesta fueron analizadas para corroborar su normalidad con el análisis de Kolmogorov-Smirnov y fueron transformadas de ser necesario. Se realizó un análisis ANOVA de una vía para analizar diferencias significativas entre el tramo invadido y el no invadido en cada arroyo por separado (STATISTICA 7.1 ®).

RESULTADOS

Se observaron diferencias significativas para todas las variables estimadas entre los tramos no arbolados y los invadidos por acacia. La concentración de fósforo reactivo soluble (PRS) y amonio en el agua fue significativamente menor en los tramos invadidos de los arroyos con mayor densidad de acacia (Las Flores y Balta). En cambio, la concentración de nitratos fue mayor en los tramos invadidos de los arroyos Haras (el de menor cobertura de acacias) y en el Balta (el más denso) y no se encontraron diferencias en el arroyo Las Flores (Fig. 1). La concentración de COD es menor en los sitios invadidos por acacia. Sin embargo esto no se observa en el arroyo Las Flores que a su vez es el arroyo con menor concentración de COD (Tabla 1). Las biomásas de los productores en general fueron menores en los tramos invadidos. Las biomásas del seston fueron menores en las tres densidades de invasión. La biomasa del perifiton fue menor únicamente en el arroyo

con mayor cobertura de acacias y la biomasa de macrófitas en el arroyo Las Flores. En el arroyo Balta la cobertura de macrófitas en el tramo invadido fue menor al 5% del tramo por lo que no se colectó muestra para estimar la biomasa. En cuanto a la biomasa del epipelon se encontraron diferencias significativas en los dos arroyos con mayor grado de invasión. Sin embargo, mientras que en el arroyo Balta la biomasa en el tramo invadido fue menor, en el arroyo Las Flores fue significativamente mayor en el tramo invadido (Fig. 2).

Tabla 1. Valores de carbono orgánico disuelto expresado en mg/L. NI, No invadido; I, Invadido.

Haras		Las Flores		Balta	
NI	I	NI	I	NI	I
11,3	7,7	3,4	5,1	10,4	7,4

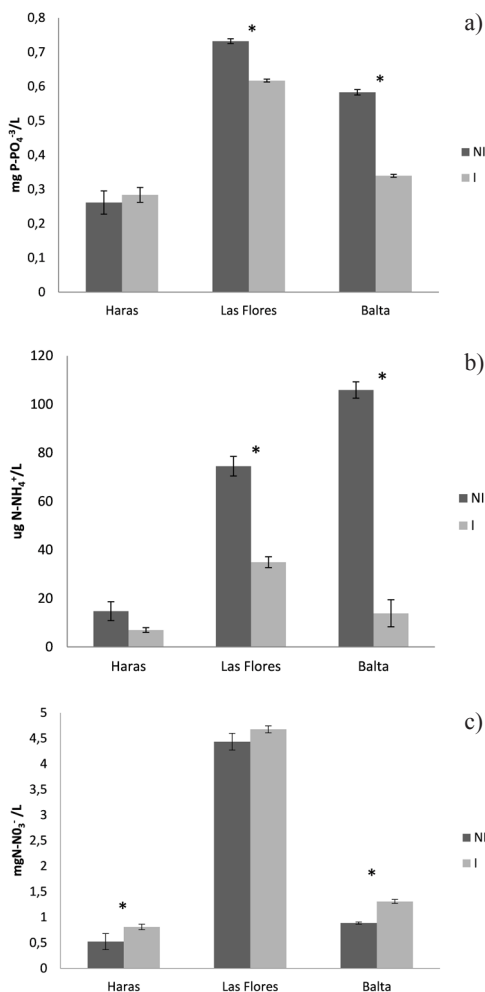


Figura 1. Valores medios y desvíos estándar de los nutrientes analizados. NI, No invadido; I, Invadido. a- Fósforo reactivo soluble (PRS), b- Amonio, c- Nitratos. * p<0,01.

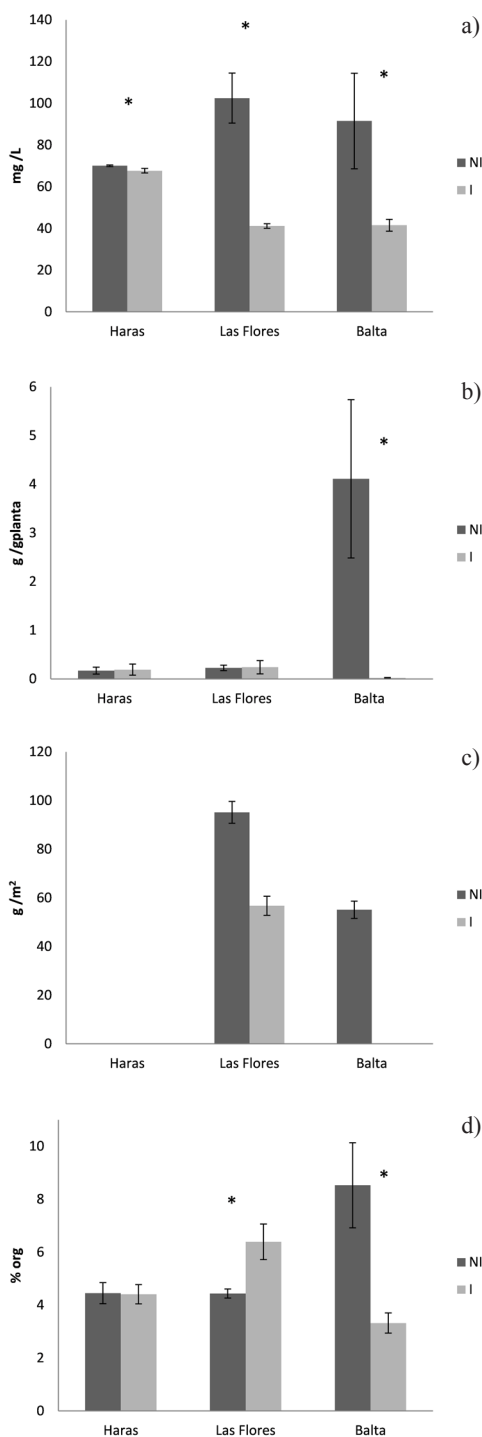


Figura 2. Valores medios y desvíos estándar de las biomásas de cada comunidad con productores estudiada. a- seston, b- perifiton, c- macrófitas, d- epipelón. No invadido (NI), Invadido (I). * $p < 0,01$.

En los dos tramos del arroyo Haras y en el tramo invadido del arroyo Balta la cobertura de macrófitas sobre el tramo fue menor al 5% por lo que no se estimaron las producciones netas de macrófitas ni de perifiton. En la Fig. 3 se indican los valores promedio y desvíos y sólo se calcularon las significancias estadísticas para el caso del

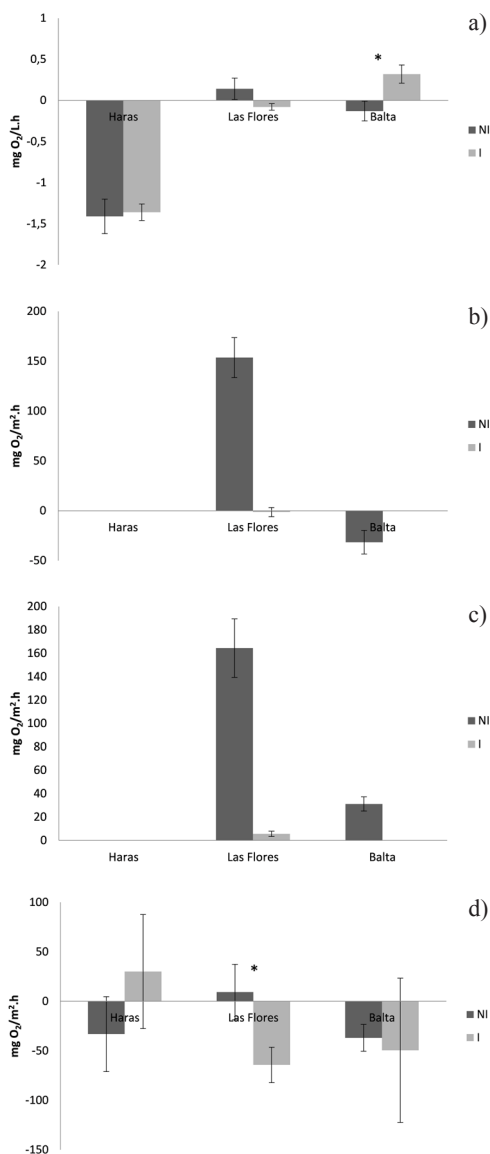


Figura 3. Valores medios y desvíos estándar de la producción neta de cada comunidad con productores estudiada. a- seston, b- perifiton, c- macrófitas, d- epipelón. No invadido (NI), Invadido (I). * $p < 0,01$.

seston y del epipelon. La producción neta del seston fue significativamente mayor en el tramo invadido en el arroyo con mayor cobertura de acacias invasoras mientras que en el arroyo Las Flores los resultados se invierten aunque no de manera significativa. La producción neta del epipelon fue significativamente menor en el tramo invadido del arroyo con una invasión de acacia intermedia mientras que en los otros arroyos estas diferencias no fueron significativas.

En síntesis, en términos generales las diferencias encontradas en los parámetros estimados son más pronunciadas al aumentar el porcentaje de cobertura de la acacia negra sobre el arroyo.

DISCUSION

Los hábitats ribereños son sensibles a las invasiones de especies exóticas ya que las crecidas generan espacios abiertos a ser colonizados, así como también contribuyen a la dispersión de los microorganismos. Uno de los efectos mayores es el que se daría en las redes tróficas por cambio en el tipo de material alóctono que ingresa a la cadena alimentaria (Cummins *et al.*, 1989). Particularmente, una de las grandes diferencias entre sitios con y sin vegetación leñosa es la presencia de mayor cantidad de materia orgánica disuelta en los primeros lo cual incrementa la respiración bacteriana (Giling *et al.*, 2013), nuestros resultados coinciden con esta conclusión con excepción del arroyo Las Flores.

Este estudio demuestra que la cantidad de variables con diferencias significativas entre los dos tipos de tramos se incrementa en función del grado de invasión. En el arroyo Balta, el de mayor porcentaje de invasión en sus márgenes, se encontraron diferencias significativas entre el tramo invadido y el no invadido en la concentración de amonio, PRS y nitratos, la biomasa del seston, del perifiton y del epipelon así como en

la producción neta del seston. Para el arroyo Las Flores, el arroyo con invasión media, se encontraron diferencias en la concentración de amonio y PRS, en las biomásas del seston y del epipelon y en la producción neta del epipelon. Finalmente, para el arroyo Haras, el de menor cobertura de acacia, sólo se encontraron diferencias en la concentración de nitratos y en el seston.

La concentración de nitratos es mayor en los tramos invadidos en los tres arroyos aunque en Las Flores esta diferencia no es significativa. Esto puede deberse a las altas concentraciones de nitratos que posee este arroyo en particular (Feijó *et al.*, 1999) que enmascararía las diferencias entre los dos tramos ya que la posible mayor concentración de nitratos en el tramo invadido sería despreciable en comparación con la concentración natural. La biomasa del epipelon es significativamente menor en el tramo invadido del arroyo Balta debido al sombreado, producto de la gran densidad de acacias, pero en el arroyo Las Flores donde la invasión es media esta biomasa es mayor en el tramo invadido. Probablemente, el sombreado en este arroyo afecta a las macrófitas disminuyendo su biomasa y favoreciendo entonces el crecimiento de la comunidad epipélica. Vilches y Giorgi (2010) encuentran resultados similares al comparar la producción y biomasa del epipelon luego de que una crecida redujo la biomasa de macrófitas en el arroyo Las Flores.

Los arroyos en los que se trabajó son de segundo orden con diferentes grados de invasión de acacia negra. Ghersa *et al.* (2002) observan que los arroyos de primer orden son aquellos con menor grado de invasión y que esta se incrementa en arroyos de tercer orden. Nuestros resultados muestran que una mayor densidad de acacias en las márgenes de los arroyos modifica la concentración de nutrientes en el agua, la biomasa de algunas comunidades y la producción de esas comu-

nidades. Este efecto negativo de la acacia sobre las comunidades de los arroyos y los procesos ecológicos de paisaje podría evitarse con un manejo temprano. En los últimos años la recomendación de manejo ha sido de acciones conjuntas físicas (anillado, desmonte) y químicas (arbuscicida Togar Bt) ya que se han observado mejores resultados que con estas mismas acciones por separado (Capello y de la Peña, 2007).

En el río Paraná se describe que si bien la comunidad de macroinvertebrados que colonizan la hojarasca de árboles exóticos son un 50% de los organismos que colonizan a las especies exóticas en su ámbito natural, la descomposición igualmente se produce en tasas relativamente rápidas en comparación con otras leñosas de la región (Galizzi y Marchese, 2009). Por otro lado, Ashton *et al.* (2005) encontraron en un bosque de madera dura que las especies invasoras tenían una tasa de descomposición más rápida. Si bien este no es el caso de los ambientes pampeanos donde predomina el pastizal, debe tenerse en cuenta que los invertebrados pueden aprovechar los recursos de las especies invasoras debido a que son abundantes y a que algunos invertebrados pueden modificar o ampliar parcialmente su rol en la descomposición, para poder aprovechar ese recurso (Galizzi y Marchese, 2009). Con estos argumentos sería necesario estudiar el efecto que produciría la invasión de acacia negra en las riberas de arroyos pampeanos en referencia a los procesos de descomposición.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido subsidiado por un PIP 2012-0585 (CONICET) y PICT 2011-0793 (MINCyT) y la Universidad Nacional de Luján. Durante la realización del proyecto Vilches contó con una beca posdoctoral de CONICET y Rodríguez Castro con una beca tipo II de CONICET. Agradecemos es-

pecialmente a la propietaria y el personal de Hostería La Soleada y al Ingeniero Solá y Sr. Juan Rojas por la colaboración prestada para acceder a los lugares de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, V., C. Vilches y A. Giorgi. 2011. As productive and slow as a stream can be-the metabolism of a Pampean stream. *Journal of North American Benthological Society*, 30: 71-83.
- APHA (2005).
- Ashton, I.W., L.A. Hyatt, K.M. Howe, J. Gurevitch y M.T. Lerda. 2005. Invasive species accelerate decomposition and litter nitrogen loss in a mixed deciduous forest. *Ecological Applications*, 15(4): 1263-1272.
- Braatne, J., M. Sullivan y E. Chamberlain. 2007. Leaf decomposition and stream macroinvertebrate colonisation of japanese knotweed, an invasive plant species. *International Review Hydrobiology*, 92: 656-665.
- Capello, V. y C. de la Peña. 2007. Propuesta de manejo de acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) en la cuenca del río Luján. Informe de gestión ambiental 2007. Secretaría de Política Ambiental, Provincia de Buenos Aires, 25 pp.
- Chamier, J, K. Schachtschneider, D. le Maitre, P. Ashton y B. van Wilgen. 2012. Impact of invasive alien plants on water quality, with particular emphasis on South Africa. *Water SA*, 38: 345-356.
- Csurhes, S. y A. Markula. 2010. Honey locust tree: *Gleditsia triacanthos*. Department of Employment, Economic Development and Innovation, Queensland Government, 17 pp.
- Cummins, K.W., M.A. Wilzbach, D.M. Gates, J.B. Perryand y W.B. Taliaferro. 1989. Shredders and riparian vegetation: leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates.

- BioScience, 39: 24-30.
- Feijoó, C., A. Giorgi, M.E. García y F. Momo. 1999. Temporal and spatial variability in streams of pampean basin. *Hydrobiologia*, 394: 41-52.
- Feijoó, C. y R. Lombardo. 2007. Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Research*, 41: 1399-1410.
- Feijoó, C., P. Gantes, A. Giorgi, J.J. Rosso y E. Zunino. 2012. Valoración de la calidad de ribera en un arroyo pampeano y su relación con las comunidades de macrófitas y peces. *Biología Acuática*, 27: 113-128.
- Galizzi, M.C. y M. Marchese. 2009. Colonización de hojas en descomposición de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt por invertebrados en un cauce secundario del río Paraná Medio. *Hidrobiológica*, 19 (2): 141-149.
- Ghersa, C.M., E. de la Fuente, S. Suarez y R. Leon. 2002. Woody species invasion in the Rolling Pampa. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 88: 271-278.
- Giling, D.P., M.R. Grace, J.R. Thomson, R. Mac Nally y R.M. Thompson. 2013. Effect of native vegetation loss on stream ecosystem processes: dissolved organic matter. Composition and export in agricultural landscapes. *Ecosystems*, 17: 82-95.
- Giorgi, A., C. Feijoó y G. Tell. 2005. Primary producers in a Pampean stream: temporal variation and structuring role. *Biodiversity and Conservation*, 14: 1699-1718.
- Giorgi, A., C. Vilches, M.C. Rodríguez Castro, E. Zunino, J. Debandi, S. Kravetz y A. Torremorell. 2014. Efecto de la invasión de acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae)) sobre la temperatura, luz y metabolismo de un arroyo pampeano. *Acta Biológica Colombiana*, 19: 99-106.
- Hobbs, R. y S. Humphries. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology*, 9: 761-770.
- Kantola, I, T. Boutton, T. Filley y C. Hallmark. 2009. Carbon, nitrogen, and phosphorus increase in soil physical fractions following vegetation change from grassland to woodland. *Eos Trans. AGU*, 90(52) Fall Meeting Suppl. Abstract B21B-0332.
- Marco, D. y S. Páez. 2000. Invasion of *Gleditsia triacanthos* in *Lithraeae ternifolia* montane forest of central Argentina. *Environmental Management*, 26(4): 409-419.
- Quirós, R. 2000. La eutrofización de las aguas continentales de Argentina. *En: A. Fernandez (Ed.) El agua en Iberoamérica: acuíferos, lagos y embalses, CYTED XVII Subprograma VII. Aprovechamiento y Gestión de recursos hídricos*, Buenos Aires: 43-47.
- Vilches, C. y A. Giorgi. 2010. Metabolism in macrophyte-rich stream exposed to flooding. *Hydrobiologia*, 654: 57-65.