

## LA VEGETACIÓN DE RIBERA COMO INDICADORA DE CALIDAD AMBIENTAL EN RÍOS SERRANOS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS (ARGENTINA)

R.P. NIEVAS & M.M. MOGLIA

Universidad Nacional de San Luis. Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Ejército de los Andes 950. San Luis (5700).  
e-mail: romina.paola.nievas@gmail.com

**ABSTRACT.** The quality of the rivers can be analyzed using the characteristics of the vegetation of its banks. Nowadays, these habitats are being degraded at an accelerated rate by human disturbance. The aim of this study was to use the riparian vegetation of three rivers of the Sierra de San Luis (Argentina) as an indicator of the quality of aquatic environments. Fourteen phytosociological inventories were conducted in randomly selected sites on the banks of Potrero, El Volcán and El Trapiche rivers. In addition to the inventories, an anthropization index was calculated and a total of 23 alterations were identified. Each of these were assigned a value 0 (zero), 1 (low), 2 (medium) and 3 (high). These values were summed up to obtain a final score for each site. The results indicated that areas with higher anthropization possess a higher richness and coverage of invasive plants species, which are characteristic of disturbed sites. The site with the highest human disturbance was located on the banks of river El Volcán, while the lowest value was found in Potrero river. It can be inferred that invasive plants and the riparian communities' characteristics are good indicators of the environmental quality of these rivers.

**Key words:** invasive plants; riverbank; anthropization.

**Palabras clave:** plantas invasoras; ribera; antropización.

### INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas asociados a cuerpos de agua y se pueden encontrar en ríos, lagos, esteros y arroyos. Las riberas de los ríos son humedales que constituyen importantes zonas de transición y representan la interfase entre los ecosistemas acuáticos y los terrestres (Gregory *et al.*, 1991; Naiman *et al.*, 1993, 2005; Tang y Montgomery, 1995; Prach *et al.*, 1996; Naiman y Décamps, 1997), donde se producen complejas interacciones entre agua, suelo, microorganismos, plantas y animales (Lovett y Price, 2007). La vegetación que crece en estas zonas está especialmente adaptada a las condiciones de suelo húmedo y puede tolerar inundaciones periódicas. Está determinada por el clima regional, por la diversidad de especies regionales y

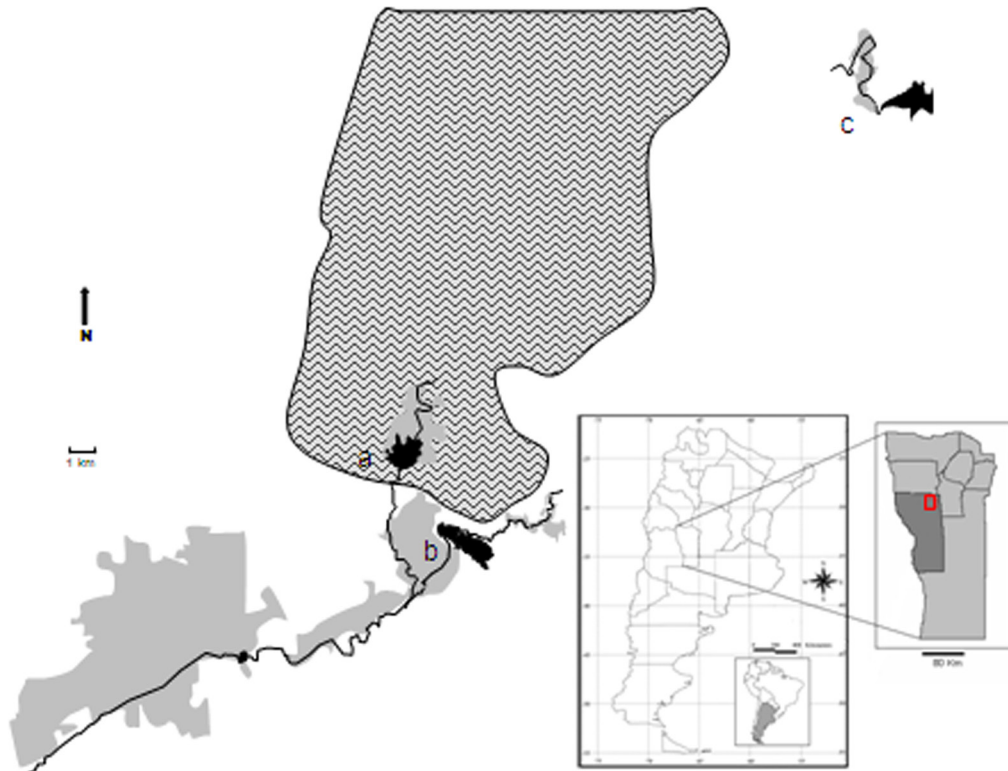
la hidrogeomorfología, como también por el grado de antropización (Naiman *et al.*, 1993; Décamps *et al.*, 1995; Shafroth *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2003). En la mayor parte del mundo, las zonas ribereñas están altamente modificadas (Detenbeck *et al.*, 1999; Richardson *et al.*, 2007). Las alteraciones originadas por los diferentes usos de la tierra adyacentes al río se pueden deber a factores tales como la tala, la ganadería, la extracción de agua, las urbanizaciones y el turismo (Stromberg *et al.*, 1996; MacNally *et al.*, 2001; Washitani, 2001; Meeson *et al.*, 2002). Estos disturbios, que incluso pueden ocurrir en conjunto, pueden desencadenar la proliferación de plantas exóticas (Zedler y Kercher, 2004). Si bien sólo una pequeña proporción, menos de 0,1% de las especies introducidas, invadirá los ecosistemas

(Godfray y Crawley, 1998), esa pequeña cantidad puede producir serios problemas, tanto a la economía como a la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas (Wilcove *et al.*, 1998; Richardson *et al.*, 2000; Westphal *et al.*, 2007). En este sentido, las plantas invasoras pueden afectar a los hábitats naturales y seminaturales de diversas maneras. Pueden desplazar a las especies nativas, cambiar el estado de los nutrientes del suelo y eliminar o introducir fuentes de alimento (Drake *et al.*, 1989; Menuz y Kettenring, 2013). Además, Drake *et al.* (1989) citan su efecto negativo, a través de la alteración de los regímenes de incendios, del agua y de los procesos geomorfológicos. Debido a que el estado de conservación y calidad ambiental de los cuerpos de agua pueden inferirse a partir de la vegetación de sus riberas (Suárez *et al.*,

2004; Chaves *et al.*, 2005), el objetivo de este trabajo fue utilizar la vegetación de las riberas de tres ríos de la Sierra de San Luis (Argentina) como indicadora de la calidad de ambientes ribereños.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio corresponde a las zonas ribereñas de los ríos: Potrero, El Volcán y Trapiche, situados en la Sierra de San Luis (Argentina). Estas localidades poseen un alto valor paisajístico y, en consecuencia, el turismo es una de sus principales actividades económicas. Fitogeográficamente se ubican en la Provincia del Chaco, distrito Serrano (Cabrera, 1976; Cabrera y Willink, 1980) (Fig. 1) y presentan un clima templado subhúmedo serrano, con veranos cálidos e inviernos rigurosos (Capitanelli y Zamorano, 1971).



**Figura 1.** Área de estudio. a: río Potrero. b: río El Volcán. c: río Trapiche.

Las áreas de muestreo se seleccionaron a partir del análisis de imágenes satelitales (Google Earth versión 6.0). Los sitios se ubicaron al azar sobre transectas a lo largo de las márgenes de los ríos Potrero y El Volcán, ambos de orden 3, y del río Trapiche, cuyo orden es 2. La distancia promedio entre los ríos fue de 13 km, en línea recta, y la longitud de los tramos donde se ubicaron las transectas fue de 4 km para el río Potrero, de 2,3 km para el río El Volcán y de 3,5 km para el río Trapiche, con 7, 4 y 3 transectas respectivamente en cada río. En los muestreos se incluyó tanto a la vegetación terrestre como a la palustre y acuática. El número de inventarios fitosociológicos y el largo de las transectas se determinó tomando en cuenta las unidades de vegetación, identificadas en las imágenes satelitales. Los datos fueron recolectados desde 2010 a 2012, durante el período primavera-estival, que se corresponde con los estadios fenológicos de floración y fructificación de la mayoría de las plantas del área. A cada taxón identificado en los inventarios se le asignó un valor de abundancia-cobertura de Braun-Blanquet (Mueller Dombois y ElleMBERG, 1974; Matteucci y Colma, 1982) (Tabla 1). El tamaño del área inventariada fue de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> para las comunidades leñosas y de 50 m<sup>2</sup> para las herbáceas, cuyo ancho y longitud fue variable, considerando la extensión natural de las riberas.

**Tabla 1.** Promedios utilizados para calcular valores de cobertura (Mueller Dombois y ElleMBERG, 1974; Matteucci y Colma, 1982).

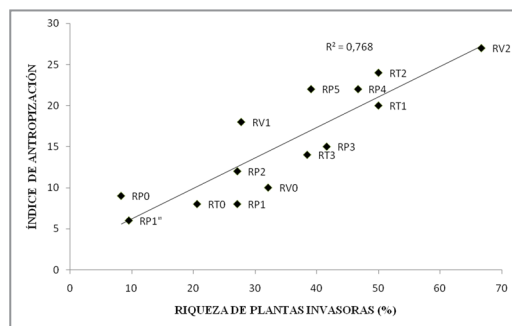
Abundancia/ Dominancia	Corresponde a un % de recubrimiento	Promedio a utilizar
5	75-100	87.5
4	50-75	62.5
3	25-50	37.5
2	5-25	15
1	0-5	2.5
+	0.1	0.1

El grado de alteración de los sitios se evaluó a través de un índice de antropización, adaptado a las características del área, propuesto para sitios de humedales (Corigliano, 2008). Si bien, en el listado original se incluyen a las plantas invasoras como factor, no fue considerado como perturbación en este trabajo, debido a que constituía una de las variables de respuesta a analizar. Además, se agregaron otras perturbaciones tomadas del trabajo de Martorell y Peters (2005), para hábitats no asociados a humedales. De esta manera, se obtuvieron un total de 23 perturbaciones. A cada una de éstas se les asignó un valor, según la siguiente escala, que define cualitativamente el nivel de perturbación: 0 (nulo), 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto). Los valores correspondientes a cada perturbación fueron sumados para obtener el valor del índice de antropización correspondiente a cada sitio (Tabla 2).

## RESULTADOS

Las zonas con mayores índices de antropización presentaron una elevada riqueza de plantas invasoras (Fig. 2). El número total de especies invasoras registrado fue de cincuenta para el área muestreada. Los taxones más abundantes se indican en la Tabla 3 y la cobertura promedio de plantas invasoras para cada río, en la Tabla 4.

El sitio con mayor perturbación antrópica se ubicó en las márgenes del río El Vol-



**Figura 2.** Relación entre la riqueza de plantas invasoras (%) y el índice de antropización en los ríos: Potrero (RP), El Volcán (RV) y Trapiche (RT).

**Tabla 2.** Perturbaciones antrópicas utilizadas para calcular el índice de antropización.

Perturbaciones antrópicas	
Heces de ganado*	Extracciones de agua
Animales sueltos, criaderos de animales	Extracción de áridos, minas
Sobrepastoreo	Azudes, vallas, represas.
Áreas agrícolas*	Canalizaciones
Desmontes, extracción de leña*	Desagües pluviales, desagües domésticos y tuberías
Escombros	Brazos de río eliminados o en vías de desaparición
Erosión*	Tributarios aislados
Urbanización: densidad (caseríos, viviendas aisladas)	Mallas soporte del sustrato
Urbanización: cercanía*	Puentes
Senderos, caminos y rutas de tierra.	Residuos (microbasurales, residuos sólidos urbanos, efluentes domiciliarios, otros)
Senderos, caminos y rutas asfaltadas.	
Construcción de recreación.	
Signos de fuego*	

\* Perturbaciones antrópicas propuestas por Martorell y Peters (2005) no consideradas por Corigliano (2008)

**Tabla 3.** Principales taxones exóticos registrados en los ríos: Potrero (RP), El Volcán (RV) y Trapiche (RT).

Familia	Taxones	Ríos
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	RP, RV, RT
	<i>Heterotheca subaxillaris</i> (Lam.) Britton & Rusby.	RP, RV, RT
	<i>Xanthium cavanillesii</i> Schouw	RP, RV, RT
	<i>Carduus thoermeri</i> Weinm.	RP, RV, RT
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	RP, RT
	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.)	RP, RT
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.	RP, RV, RT
	<i>Trifolium repens</i> L.	RP, RV, RT
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	RP, RV, RT
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	RP
	<i>Prunella vulgaris</i> L.	RP, RV
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	RP, RV, RT
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>dactylon</i> .	RP, RV, RT
	<i>Sorghum halepense</i> (L.).	RP, RV, RT
Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	RP, RV, RT
	<i>Polygonum persicaria</i> L.	RP
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	RP, RV, RT
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	RV
Violaceae	<i>Viola metajaponica</i> Nakai.	RP, RT
	<i>Viola odorata</i> L.	RP, RV

**Tabla 4.** Cobertura promedio de plantas invasoras en los ríos: Potrero (RP), El Volcán (RV) y Trapiche (RT).

río Potrero		río Trapiche		río El Volcán	
Sitio	Cobertura promedio (%)	Sitio	Cobertura promedio (%)	Sitio	Cobertura promedio (%)
RP0	0.1	RT0	37.5	RV0	37.5
RP1	2.5	RT1	2.5	RV1	87.5
RP1''	2.5	RT2	62.5	RV2	62.5
RP2	8.75	RT3	62.5		
RP3	15				
RP4	37.5				
RP5	62.5				
Cobertura promedio del río (%)	18.41		41.25		62.5

cán (RV2). Este sitio es altamente turístico, ya que corresponde al balneario denominado "La Hoya". Las principales perturbaciones que se presentaron en el área fueron: presencia de puentes, residuos sólidos urbanos, cercanía a la urbanización, signos de fuego y construcciones de recreación. Un 67% de los taxones de plantas registradas en este sitio fueron exóticas, cuya cobertura alcanzó el mayor valor (62,5%) con respecto a aquéllas de los ríos Potrero (18,4%) y Trapiche (41,25%).

En cuanto a la vegetación, a lo largo del río El Volcán se presentaron comunidades ribereñas de *Hidrocotyle ranunculoides* y *Nasturtium officinale*, de *Xanthium cavanillesii* y *Polygonum lapathifolium*, chilcales de *Baccharis salicifolia* y cortaderas de *Cortaderia selloana*. En zonas altas y removidas del río, se desarrolla el alcanforal de *Heterotheca subaxillaris*.

Sobre las márgenes del río Trapiche las plantas invasoras presentaron valores intermedios de índice de antropización, entre 20 y 50% aproximadamente. Las principales comunidades registradas fueron las de *Polygonum* spp. y *X. cavanillesii*, el espinillar de *Acacia caven*, el cortaderal de *C. selloana* y la comunidad de *Heterosperma ovatifolia*, *Salpichroa origanifolia* y *Dichondra microcalyx*.

El índice de antropización en los sitios del río Potrero presentó una amplia variación, debido a que éstos incluyen tanto áreas muy alteradas como otras bien conservadas. El sitio menos antropizado de los tres ríos en estudio fue el RP0, ubicado aguas arriba del río Potrero donde las plantas invasoras representaron un 9,50% del total. La comunidad vegetal característica de esta zona es el bosque de molle de beber (*Lithraea molleoides*). Es una comunidad climácica y, entre todas las del área, la estructuralmente más rica. Otras comunidades registradas a lo largo de los sitios muestreados en el río Po-

trero fueron: el espinillar de *A. caven*, el gramillar de *Cynodon dactylon* var. *dactylon*, el cortaderal de *C. selloana* y la comunidad de *Polygonum* spp. y *X. cavanillesii*.

## DISCUSIÓN

En general, la degradación del medio ambiente por la actividad humana conduce a la desaparición o modificación de la vegetación original, al incremento de las rutas de introducción de especies y a la creación de espacios libres, susceptibles a la invasión por oportunistas (Williamson y Fitter, 1996; González-Muñoz *et al.*, 2014), independientemente de la diversidad biológica local (Groves, 1991; Stohlgren *et al.*, 1999; Sobrino *et al.*, 2002; Sanz-Elorza *et al.*, 2006). Así, las comunidades vegetales pueden incrementar su potencial de invasión por plantas no nativas (Hobbs y Huenneke, 1992). En particular, los ambientes ribereños son especialmente propensos a la invasión (Stohlgren *et al.*, 1999; Sobrino *et al.*, 2002), ya que están siendo degradados de manera acelerada por la acción antrópica (Planty-Tabacchi *et al.*, 1996; Detenbeck *et al.*, 1999; Cooper *et al.*, 2003; Richardson *et al.*, 2007). En las comunidades vegetales invadidas también se modifican la estructura y composición (Fletcher *et al.*, 2000; Feijoó *et al.*, 2012). En concordancia con lo citado por Nieves y Moglia (2013) se encontró que entre las comunidades menos invadidas de la porción de la Provincia fitogeográfica Chaqueña de Potrero de los Funes en San Luis, se hallaban los bosques de *Lithraea molleoides* y, entre las más invadidas, las comunidades de herbáceas anuales asociadas a las márgenes del río, tales como las de *Xanthium cavanillesii* y *Polygonum* spp. y los gramillares ribereños de *Cynodon dactylon* var. *dactylon*.

El índice de antropización (Martorell y Peters, 2005; Corigliano, 2008) adaptado al área de estudio fue útil para relacionar

el grado de alteración de las riberas de los ríos estudiados con la invasión por plantas herbáceas y leñosas. Este índice, a diferencia de otros tales como el índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné *et al.*, 2003), Stream-Wetland-Riparian (SWR) (Brooks *et al.*, 2009), y el índice de calidad de riberas (Troitiño *et al.*, 2010) adaptado por Feijoó *et al.* (2012), no incluyó a las plantas exóticas como variable, debido a que las mismas constituían la variable de respuesta. Además, permitió incorporar en el cálculo a otros sitios con vegetación zonal, ubicados en áreas no ribereñas.

Se concluye que las plantas invasoras y las características de las comunidades de los ríos Potrero, El Volcán y Trapiche son buenas indicadores del grado de alteración de los sitios y, en consecuencia, de su calidad ambiental.

#### AGRADECIMIENTOS

A los revisores que mejoraron la versión presentada. Al proyecto PROICO 2-0202 de la Universidad Nacional de San Luis, que financió el trabajo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Brooks, R., M. McKenney-Easterling, M. Brinson, R. Rheinhardt, K. Havens, D. O'Brien, J. Bishop, J. Rubbo, B. Armstrong y J. Hite. 2009. A stream-wetland-riparian (SWR) index for assessing condition of aquatic ecosystems in small watersheds along the Atlantic slope of the eastern U.S. *Environmental Monitoring and Assessment*, 150: 101-117.
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentina. Fascículo I. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Ed. ACME, Bs. As, Tomo II, fascículo 2 (1), 85 pp.
- Cabrera, A.L. y K. Willink. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Secretaría de los Estados Americanos. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía N° 13, Washington D. C., 122 pp.
- Capitanelli, R. y M. Zamorano. 1971. *Geografía Regional de la provincia de San Luis*. Tomo I. Ed. E.D.I.P.A., San Luis, 192 pp.
- Chaves, M.L., P.M. Chainho, J.L. Costa, N. Prat y M.J. Costa. 2005. Regional and local environmental factors structuring undisturbed benthic macroinvertebrate communities in the Montego River basin, Portugal. *Archiv fur Hydrobiologie*, 163: 497-523.
- Cooper, D.J., D.C. Andersen y R.A. Chimner. 2003. Multiple pathways for woody plant establishment on floodplains at local to regional scales. *Journal of Ecology*, 91: 182-196.
- Corigliano, M.C. 2008. Índices para evaluar la calidad ambiental en ríos serranos urbanos mediante indicadores. *Revista Universidad Nacional de Río Cuarto*, 28(1-2): 33-54.
- Décamps, H., A.M. Planty-Tabacchi y E. Tabacchi. 1995. Changes in the hydrological regime and invasions by plant species along riparian systems of the Adour River, France. *Regulated Rivers: Research and Management*, 11: 23-33.
- Detenbeck, N.E., S.M. Galatowitsch, J. Atkinson y H. Ball. 1999. Evaluating perturbations and developing restoration strategies for inland wetlands in the Great Lakes Basin. *Wetlands*, 19: 789-820.
- Drake, J.A., H.A. Mooney, F. di Castri, R.H. Groves., F.J. Kruger., M. Rejmánek y M. Williamson. 1989. *Biological invasions: A global perspective*. New York. Ed. John Wiley and Sons. Chichester, UK, 525 pp.
- Feijoó, C., P. Gantes, 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.
- Fletcher, D.E., S.D. Wilkins, J.V. McArthur y G.K. Meffe. 2000. Influence of riparian alteration on canopy coverage and macrophyte abundance in Southeastern USA blackwater streams. *Ecological Engineering*, 15: S67-S78.
- Godfray, H.C.J. y M.J. Crawley. 1998. Introduction. En: Sutherland, W.J. (ed.). *Conservation Science and Action*, Blackwell Science, Oxford, UK: 39-65.
- González-Muñoz, N, P. Castro Díez y O. Godoy. 2014. Lack of superiority of invasive over co-occurring native riparian tree seedling species. *Biological Invasions*, 16: 269-281.
- Google Earth Versión 6.0. <http://www.earth.google.com>
- Gregory, S.V., F.J. Swanson, W.A. McKee y K.W. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian areas. *BioScience*, 41: 540-551.
- Groves, R.H. 1991. The biogeography of Mediterranean plant invasions. En: Groves, R.H. y F. di Castri (eds.). *Biography of Mediterranean invasions*, Cambridge, United Kingdom: 427-438.
- Hobbs, R.J. y L.F. Huenneke. 1992. Disturbance, Diversity and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology*, 6(3): 324-335.
- Lovett, S y P. Price (eds.). 2007. *Principles for riparian lands management*. Land and water. Australia, Canberra (ACT).
- MacNally, R., A. Parkinson, G. Horrocks, L. Conole y C. Tzaros. 2001. Relationships between terrestrial vertebrate diversity, abundance and availability of coarse woody debris on south-eastern Australian floodplains. *Biological Conservation*, 99: 191-205.
- Martorell, C. y E.M. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation*, 124: 199-207.
- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría de los Estados Americanos. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía N° 22, Washington D.C., 168 pp.
- Meeson, N., A.I. Robertson y A. Jansen. 2002. The effects of flooding and livestock on post-dispersal seed predation in river red gum habitats. *Journal of Applied Ecology*, 39: 247-258.
- Menuz, D.R. y K.M. Kettenring. 2013. The importance of roads, nutrients, and climate for invasive plant establishment in riparian areas in the northwestern United States. *Biological Invasions*, 15(7): 1601-1672.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellemberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Ed. John Willey & Sons, New York, 547 pp.
- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada y M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 147-163.
- Naiman, R.J., H. Décamps y M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3: 209-212.
- Naiman, R.J. y H. Décamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658.
- Naiman, R.J., H. Décamps y M.E. McClain. 2005. *Riparian: ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier, Amsterdam, Academic Press, 448 pp.

- Nievas, R.P. y M.M. Moglia. 2013. Flora exótica de una localidad serrana de San Luis (Argentina). *Métodos en Ecología y Sistemática*, 8(2): 1-14.
- Planty-Tabacchi, A.M., E. Tabacchi, R.J. Naiman, C. Deferrari y H. Decamps. 1996. Invasibility of species rich communities in riparian zones. *Conservation Biology*, 10: 598-607.
- Prach, K., J. Jeník y A.R.G. Large. 1996. Floodplain ecology and management. The Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek, M.G. Barbour, D.F. Panetta y C.J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.
- Richardson, D.M., P. Holmes, K. Esler, S. Galatowitsch, J. Stromberg, S. Kirkman, P. Pysek y R. Hobbs. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13: 126-139.
- Sanz-Elorza, M., E.D. Dana y E. Sobrino. 2006. Invasibility of an inland area in NE Spain by alien plants. *Acta Oecologica*, 29: 114-122.
- Shafroth, P.B., J.C. Stromberg y D.T. Patten. 2002. Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes. *Ecological Applications*, 12: 107-123.
- Sobrino, E., M. Sanz-Elorza, E.D. Dana y A. González. 2002. Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. *Journal of Vegetation Science*, 13: 585-594.
- Stohlgren, T.J., D. Binkley, W. Ginebra, M. Chong, L. Kalkhan, K. Schell, Y. Bull, Y. Newma, M. Bashkin y Y. Yowhan. 1999. Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecological Monographs*, 69(1): 25-46.
- Stromberg, J.C., R. Tiller y B. Richter. 1996. Effects of groundwater decline on riparian vegetation of semiarid regions: the San Pedro, Arizona. *Ecological Applications*, 6: 113-131.
- Suárez, M.L., M.R. Vidal-Abarca, M.M. Sánchez Montoya, J. Alba-Tercedor, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, P. Jáimez-Cuellar, A. Munné, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, M.J. Salinas, M. Toro y S. Vivas. 2004. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnética*, 21: 135-148.
- Tang, S.M. y D.R. Montgomery. 1995. Riparian buffers and potentially unstable ground. *Environmental Management*, 19: 741-749.
- Troitiño, E., M.C. Costa, L. Ferrari y A. Giorgi. 2010. La conservación de las zonas ribereñas de arroyos pampeanos. *Actas de Congreso de Hidrología de Llanuras*: 1256-1263.
- Washitani, I. 2001. Plant conservation ecology for management and restoration of riparian habitats of lowland Japan. *Population Ecology*, 43: 189-195.
- Westphal, M.I., M. Browne., K. MacKinnon y I. Noble. 2007. The link between international trade and the global distribution of invade alien species. *Biological Invasions*, 10: 391-398.
- Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubrow, A. Phillips y E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience*, 48: 607-615.
- Williamson, M. y A. Fitter. 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, 77: 1661-1666.
- Zedler, J.B. y S. Kercher. 2004. Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant sciences*, 23(5): 431-452.