

## Representatividad espacial de las principales comunidades vegetales en la cuenca baja del arroyo del Azul (Buenos Aires, Argentina)

Natalia Vercelli<sup>1,2,3\*</sup>, Ilda Entraigas<sup>1,3</sup>, Juan Pablo Argañaraz<sup>4</sup>,  
Rosa Scaramuzzino<sup>3</sup>, Carlos D'Alfonso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo Usunoff", Azul, Bs. As, Argentina. <sup>2</sup>CIC. <sup>3</sup>Facultad de Agronomía (UNCPBA). <sup>4</sup>CONICET. \*Autor de correspondencia: [natalia.vercelli@yahoo.com.ar](mailto:natalia.vercelli@yahoo.com.ar)

### RESUMEN

La cuenca del arroyo del Azul (6.237 km<sup>2</sup>) se ubica en el centro de la provincia de Buenos Aires, entre 58°51'-60°10' LO y 36°09'-37°19' LS. La zona más deprimida de dicha cuenca (4.500 km<sup>2</sup>) corresponde a un subambiente típico de llanura, con suelos alcalinos y/o hidromórficos con tosca a poca profundidad, en el que se presentan diversos ambientes: pajonales de *Paspalum quadrifarium*, duraznillares de *Solanum glaucophyllum*, flechillares, pasturas degradadas, sectores cultivados, cursos de agua y sitios destinados al uso antrópico. Con el objetivo de caracterizar las principales comunidades vegetales del sector y su relevancia espacial en el mosaico paisajístico, en primer lugar se llevó a cabo el trazado de una transecta de aproximadamente 18 km en sentido perpendicular al eje principal de escurrimiento de la cuenca, en la cual se identificaron 5 comunidades vegetales principales, a partir de especies indicadoras. Se calculó la representatividad de las mismas en el espacio analizado y, posteriormente, se llevaron a cabo muestreos de vegetación durante tres primaveras consecutivas (2010-2012) que permitieron la caracterización botánico-ecológica de estos ambientes. La comunidad más representada en la transecta resultó ser la correspondiente a los llamados flechillares, ocupando un 35% del espacio analizado, los cuales conforman la matriz principal del paisaje en la cuenca baja, alternando con pajonales y pasturas degradadas. Los índices más altos de riqueza se registraron en los pajonales, mientras que los sitios más diversos resultaron ser los flechillares. La aproximación al conocimiento de la estructura del paisaje en este área típica de llanura mediante la caracterización botánico-ecológica de sus principales comunidades y su representación en el espacio, permitirá avanzar luego en el análisis de su funcionamiento, teniendo en cuenta las fuertes relaciones horizontales entre los diferentes ambientes provistas, sobre todo, por el régimen hídrico predominante.

**Palabras claves:** Representatividad espacial, comunidad vegetal, Pampa Deprimida.

### ABSTRACT

The Azul creek basin (6,237 km<sup>2</sup>) is located in the centre of Buenos Aires province, Argentina, and its most depressed area (4,500 km<sup>2</sup>) corresponds to a typical flat plain environment, with alkaline and/or hydromorphic soils with different plant communities. To characterize the main plant communities of the study area and its relevance in the landscape mosaic, we first draw one transect of about 18 km in a perpendicular direction to the main axis of the basin runoff, and we identified five plant communities on it, from their characteristic species. We estimated the representation of them in the analyzed space and subsequently sampled the vegetation along three consecutive springs (2010-2012) that allowed the botanical-ecological characterization of these environments. The most represented community in the corresponding transect were that called flechillares, occupying 35% of the analyzed space, which make up the main matrix of the landscape in the lower basin, alternating with grasslands and degraded pastures. The highest richness rates were recorded in the grasslands, while the flechillares proved to be the most diverse sites. The approach to the understanding of the structure of the landscape in this area due to a botanical-ecological characterization of the main communities and their representation in space will allow facing the analysis of its functionality, taking into account strong horizontal relationships between the different environments provided mainly by the prevailing water regime.

**Key words:** Spatial representation, plant community, Argentine Pampa.

### INTRODUCCIÓN

La Pampa Deprimida es una extensa llanura, de aproximadamente 10 millones de hectáreas, que se extiende hacia el

noreste y sudoeste de las sierras de Tandilia en la provincia de Buenos Aires. Se trata de una depresión con muy escasa pendiente, que oscila entre 0,025% y 0,5%,

lo que dificulta claramente el escurrimiento superficial y promueve la generación de un sistema de drenaje mal constituido de tipo endorreico o arreico (IHLLA, 2003). El paisaje se caracteriza por su relieve plano y la ocurrencia periódica de inundaciones, cuya duración e intensidad cambia con la posición topográfica (Chaneton, 2005).

La formación vegetal predominante en la Pampa Deprimida es el pastizal natural (Batista et al., 2005), dominado por vegetación gramínea y salpicada por cultivos, espejos de agua y montes de diferentes extensiones (Vervoort, 1967). A pesar de su aspecto monótono, una observación detallada permite comprobar que, en realidad, dichos pastizales comprenden un mosaico de comunidades vegetales (Burkart et al., 1990), con una gran diversidad de plantas nativas y exóticas (Perelman et al., 2001; Chaneton et al., 2002), donde alternan estepas y praderas gramíneas con diferente cobertura y altura de pastos, hierbas y pequeños arbustos (Batista et al., 2005). Diversos autores como Vervoort (1967), León et al. (1975), Batista et al. (1988), Burkart et al. (1990), Valicenti et al. (2000) Perelman et al. (2001), Migueltorena (2009) y Migueltorena et al. (2009), han descrito la heterogeneidad florística de estos pastizales, estando la misma relacionada en escala de paisaje con la heterogeneidad geomorfológica y edafológica (Batista et al., 2005). Por otro lado, los pastizales pampeanos han sido en su mayoría reemplazados por agroecosistemas, y sólo en áreas con impedimentos serios para la agricultura se conservan pastizales semi-naturales extensos. En la Pampa Deprimida, los pastizales aún ocupan una superficie importante a pesar de que han sido pastoreados por herbívoros domésticos durante los últimos siglos, por lo que las comunidades que lo integran no pueden ser consideradas climáticas (León y Burkart, 1998), es decir, no pueden pensarse como estados maduros en ausencia de perturbaciones. El proceso de expansión de

la frontera agrícola que actualmente se desarrolla en los pastizales trae como consecuencia cambios en el uso de la tierra, lo que por consiguiente modifica las comunidades del pastizal y su proporción en el espacio. Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue caracterizar las principales comunidades vegetales en un área ubicada en el sector más llano de la cuenca del arroyo del Azul y, al mismo tiempo, analizar la representatividad espacial de cada una de ellas. Además, se pretendió comparar con lo registrado por otros autores que aplicaron metodologías diferentes para caracterizar regiones que incluyen esta zona de estudio.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de estudio:** La cuenca del arroyo del Azul se encuentra ubicada en la provincia de Buenos Aires (dentro de la Pampa Deprimida), entre 58°51'-60°10' LO y 36°09'-37°19' LS, abarcando una superficie de 6.237 km<sup>2</sup> (Fig. 1). El comportamiento general de la región se corresponde con un ambiente de llanura, aunque se reconoce una zona serrana hacia el sur de la cuenca y un sub-ambiente de llanura hacia el norte, por debajo de los 130 msnm, con una zona de transición entre ambos, caracterizada por suaves ondulaciones (Sala et al., 1987). Desde el punto de vista hidrológico, lo más notable en cuencas tan deprimidas como la del Azul es la acumulación del agua sobre la superficie, y la interacción entre aguas superficiales y subterráneas en bajos, lagunas y cursos de agua, conformando un Sistema Hidrológico No Típico (Fertonani y Prendes, 1983). Los suelos del sector llano presentan limitaciones determinadas por el drenaje deficiente, la presencia de un encostramiento calcáreo estratiforme (Zárate y Mehl, 2010) y niveles freáticos cercanos a la superficie. Además, estos suelos exhiben alcalinidad en superficie y/o profundidad, lo cual es perjudicial para su estructura y dificulta la absorción de nutrientes por la vegetación (Mestelan y Ramaglio, 2011).

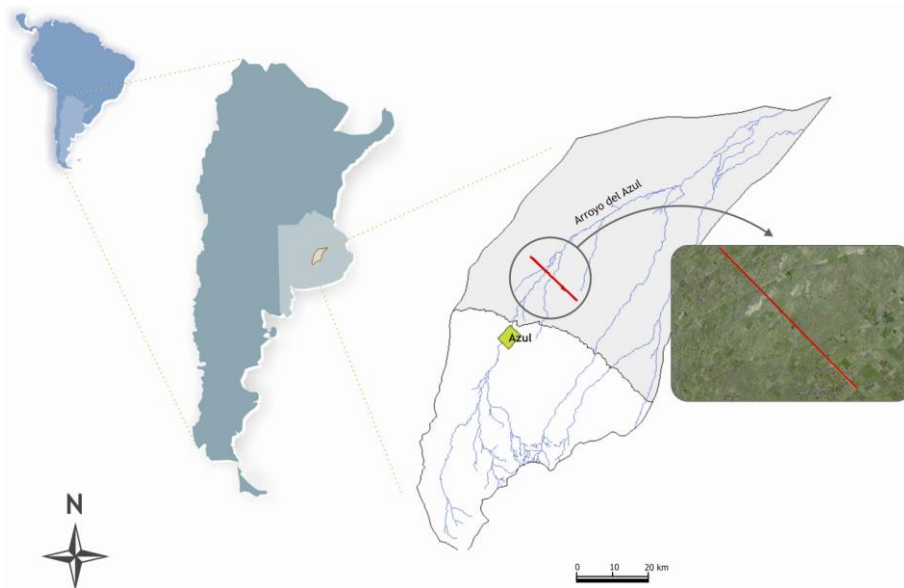


Fig. 1. Localización geográfica de la cuenca del arroyo del Azul y de la transecta de muestreo.

En lo que se refiere al clima de la zona, siguiendo la clasificación de Thornthwaite y Mather (1955), está caracterizado por ser subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua. La temperatura media anual es de 14,4°C (1966-2011), mientras que la precipitación media anual es de 911 mm (1901-2011) (Varni et al., 2013). La formación vegetal predominante en el sector más llano se corresponde con una estepa de gramíneas generalmente cespitosas, perteneciente al distrito Pampeano Oriental, en la provincia fitogeográfica Pampeana (Cabrera, 1971).

**Muestreo y análisis de datos:** En primera instancia, se realizó el trazado de una transecta de 18 km aproximadamente, proyectada transversalmente al eje principal de escurrimiento de la cuenca del arroyo del Azul (orientación sudoeste-noreste, Fig. 1). El lugar elegido se encuentra a la altura del paraje Shaw, siendo la transecta resultante paralela al camino vecinal, atravesando la ruta nacional 3 en el km 278, a 20 km de la ciudad de Azul (36°41' 10" LS, 59°38'43" LO y 36°34'37" LS, 59°47'22" LO). La metodología basada en el estudio mediante una transecta lineal

la definición de gradientes topográficos y de aguas (Committee on Characterization of Wetlands, 1995), por lo que es recomendado para el análisis de cuencas en zonas de grandes llanuras (Hidrología de las Grandes Llanuras, 1983). El análisis de las observaciones botánicas realizadas a campo conjuntamente con la información recabada a partir de bibliografía específica (Vervoort, 1967; León et al., 1975; Batista et al., 1988; Burkart et al., 1990; Valicenti et al., 2000; Perelman et al., 2001, Migueltorena, 2009 y Migueltorena et al., 2009) permitieron la diferenciación de 5 comunidades vegetales principales, las cuales se reconocieron visualmente en el campo a partir de la presencia de especies indicadoras y/o dominantes, además de cursos de agua y espacios destinados al uso antrópico (como rutas, caminos, estación de ferrocarril, escuela, etc.). Se considera especie indicadora aquella que define un rasgo o característica del medio ambiente y cuya presencia indica la expresión de una comunidad conformada por un determinado conjunto de otras especies; a su vez, la especie dominante es la provee una parte sustancial de la

biomasa o del número de individuos de una comunidad. Posteriormente se calculó la representatividad de cada una en el espacio analizado y se compararon los resultados obtenidos con lo registrado por otros autores que aplicaron metodologías diferentes para caracterizar regiones que incluyen la zona estudiada (Valicenti et al., 2000; Herrera et al., 2009; Argañaraz y Entraigas, 2010; Lara y Gandini, 2013). En cada una de las comunidades se realizaron muestreos de vegetación en tres primaveras consecutivas (2010-2012), utilizando el método de muestreo de números al azar, confeccionando una cuadrícula de 4 m<sup>2</sup>, previo cálculo del área mínima de la comunidad (Matteucci y Colma, 1982). Se registraron la totalidad de las especies presentes y su abundancia-cobertura (Braun-Blanquet, 1979). Los ejemplares se determinaron en el Laboratorio de Botánica Sistemática de la Facultad de Agronomía (UNCPBA) y se depositaron en el Herbario FAA, según el *Index Herbariorum* ([sweetgum.nybg.org/ih](http://sweetgum.nybg.org/ih)). Con los inventarios de especies encontradas en cada sitio se procedió al cálculo del índice de diversidad (H') de Shannon-Wiener (McCune y Grace, 2002) y el índice de equitatividad (J) según la fórmula de Pielou (1966; 1969), los cuales en su momento también fueron promediados con el fin de obtener un parámetro que permita caracterizar resumidamente a la comunidad.

## RESULTADOS

Caracterización de la vegetación: El análisis de la vegetación permitió la identificación de 5 comunidades principales en el área:

(i) Pajonales de *Paspalum quadrifarium*: caracterizados por la dominancia de paja colorada, una gramínea formadora de matas altas de gran porte que le da su aspecto, alcanzando valores de cobertura que van entre 20 y 80% de acuerdo con la densidad de las matas. La comunidad está integrada, además, por otras hierbas que ocupan los espacios intermatas como

*Ambrosia tenuifolia*, *Eryngium paniculatum*, *Phyla nodiflora* var. *minor*, *Plantago lanceolata*, *Linum bienne*, *Agalinis communis* y varias especies de flechillas (*Nassella clarazii*, *Jarava plumosa*, *Nassella philippii*, entre otras).

(ii) Cultivos agrícolas: potreros destinados a la implantación de cultivos agrícolas como soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum* sp.) y girasol (*Helianthus annuus*). Durante el invierno y la primavera se observan cultivos de trigo (*Triticum* sp.) y cebada (*Hordeum* sp.).

(iii) Pasturas degradadas: constituyen aquellos terrenos que, habiendo sido destinados a cultivos de especies forrajeras como *Festuca arundinacea* y *Agropyron elongatum* implantados con el objetivo de proporcionar alimento para el ganado bovino, se encuentran actualmente sometidos a diferentes condiciones de manejo, por lo que la cobertura de estas gramíneas no es uniforme (varía entre 25% y 80%), siendo además colonizados por especies exóticas, o nativas presentes en el banco de semillas (*Lotus tenuis*, *Grindelia pulchella* var. *discoidea*, *Cynodon dactylon* var. *dactylon*, *Oxalis conorrhiza*, *Bothriochloa laguroides*, *Trifolium pratense*, etc.).

(iv) Flechillares: incluyen aquellos campos que albergan comunidades caracterizadas por la presencia de especies rastreras, arrosetadas o de escasa altura (*Phyla nodiflora* var. *minor*, *Lotus tenuis*, *Dichondra microcalyx*, *Plantago lanceolata*, *Oxalis* sp., *Cypella herbertii*, *Leontodon taraxacoides*, *Aganilis communis*, etc.), entre las que sobresalen ejemplares de gramíneas erectas de mayor altura (*Nassella neesiana*, *Nassella formicarum*, *Piptochaetium montevidense*, *Bothriochloa laguroides*, *Sporobolus indicus*, *Lolium multiflorum*, *Poa ligularis*, etc.), junto con ciertas malezas (*Carduus acanthoides*, *Cirsium vulgare*, *Symphotrichum squamatum*) y algunas especies helófitas en micrositios húmedos (*Eleocharis bonariensis*, *Paspalum vaginatum*, *Marsilea*

*ancylopoda*, *Leersia hexandra*, y varios representantes del género *Cyperus*).

(v) Duraznillares de *Solanum glaucophyllum*: son comunidades edáficas, típicas de hoyadas húmedas de extensión variable sin desagüe permanente, en las que crece en forma dominante el duraznillo blanco, un arbusto pequeño, poco ramificado, de hasta 1,5 m de altura (Vervoorst, 1967) que posee raíces gemíferas, es tóxico para el ganado y tolera periodos de anegamientos prolongados. Las especies acompañantes durante la primavera son *Hydrocotyle bonariensis*, *Alternanthera philoxeroides*, *Eleocharis viridans*, *Xanthium cavanillesii*, *Lachnagrostis filiformis*, *Mentha pulegium*, *Paspalum vaginatum*, *Glyceria multiflora*, *Ludwigia peploides* ssp. *peploides*, *Polygonum hydropiperoides*, entre otras. En épocas muy húmedas, se desarrollan especies flotantes como *Azolla filiculoides*, *Ricciocarpus natans*, y varias lentejas de agua (*Lemna* sp. y *Wolffiella* sp.).

Posteriormente, se calcularon los índices ecológicos a partir de los muestreos en parcelas de cada comunidad vegetal y en la Tabla 1 se detallan los valores encontrados en cada oportunidad para los dos ambientes más representados espacialmente, es decir, flechillares y pajonales. Los valores no varían sustancialmente, aunque se detecta un sutil descenso de los índices del flechillar en la primavera del 2011, mientras que los del pajonal muestran un ligero ascenso en ese mismo muestreo. Estas comunidades son sistemas complejos sometidos a disturbios que se presentan con una cierta regularidad (como el pastoreo y las inundaciones), los cuales producen cambios sustanciales en la composición florística de los pastizales que deben ser analizados en detalle para entender la dinámica a la que están sujetos.

Tabla 1. Índices ecológicos calculados para las comunidades más representadas espacialmente en la transecta, a partir de los datos recabados en cada muestreo primaveral.

	Flechillares			Pajonales		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
H'	2,860	2,407	2,763	2,294	2,430	2,323
J'	0,830	0,757	0,869	0,685	0,722	0,664

La Tabla 2 contiene los promedios de los índices ecológicos a lo largo de los 3 muestreos, y de allí se desprende que los sitios más diversos son los flechillares ( $H' = 2,676$ ), mientras que los menos diversos son los potreros con pasturas degradadas, que presentan valores de  $H' = 1,71$ . El índice de equitatividad de Pielou mostró que los sitios con valores de  $J'$  extremos fueron los flechillares ( $J' = 0,819$ ) y las pasturas degradadas ( $J' = 0,643$ ). Los índices mencionados no se calcularon para los cultivos agrícolas.

**Representatividad espacial:** La transecta tiene una longitud total de 17.705 m, encontrándose ocupada en su mayor parte

por flechillares (34,87%), pajonales (23,3%) y pasturas degradadas (18,63%). Los cursos de agua, considerados junto con sus orillas y vegetación asociada, representan el 1,06% del espacio analizado, siendo la clase menos extendida, seguido por los sitios destinados al uso antrópico permanente (para vivienda y transporte, por ejemplo) que ocupan un 3,16%. Los cultivos y los duraznillares representan el 11,68% y el 7,28% de la transecta, respectivamente (Tabla 3). Es interesante destacar que la totalidad de los pajonales se encuentran al sudeste (derecha) del arroyo del Azul, representando en dicho sector el 34,97%, y desapareciendo luego

de cruzar el curso de agua. Al noroeste del mismo (izquierda), los flechillares ocupan un 79,55%, lo que se refleja en la proporción de cultivos (1,67%) y en menor

medida, la de duraznillares y pasturas degradadas (4,47% y 13,47%, respectivamente).

Tabla 2. Número total de especies diferentes encontradas en cada comunidad a lo largo del período de muestreo e índices ecológicos promediados entre las 3 primaveras.

	Número de especies encontradas	Índices ecológicos (promediados)	
		H'	J'
Flechillares	111	2,676	0,819
Duraznillares	55	2,385	0,783
Pajonales	93	2,349	0,690
Pasturas degradadas	42	1,710	0,643

Tabla 3. Espacio ocupado por cada comunidad y proporción en el espacio analizado.

	Espacio ocupado (m)	Porcentaje del total (%)
Duraznillares	1.286	7,28
Pajonales	4.127	23,30
Flechillares	6.174	34,87
Cultivos	2.069	11,68
Pasturas Degradadas	3.299	18,63
Cursos de agua	189	1,06
Uso antrópico	561	3,16
<b>TOTAL</b>	<b>17.705</b>	<b>100,00</b>

## DISCUSIÓN

El área de estudio se encuentra principalmente cubierta por flechillares y pajonales, y en menor medida por el resto de las comunidades descriptas, siendo las dos comunidades predominantes las que presentan valores más altos de riqueza y diversidad. Los resultados se corresponden con lo registrado en varios estudios realizados acerca de la heterogeneidad en los pastizales de la Pampa Deprimida. Por ejemplo, Valicenti et al. (2000) analizaron las relaciones entre la vegetación y la fisiografía en una transección perpendicular al arroyo del Azul, utilizando el método fitosociológico, y encontrando entre el mencionado arroyo y los siguientes 4000-6000 m al oeste predominio de la comunidad II (equivalente a los flechillares descriptos), además de manchones con

vegetación halófitas (denominada comunidad V, inmersos en los flechillares). Por otro lado, Argañaraz y Entraigas (2010) elaboraron un mapa sobre los diferentes tipos de cubiertas del suelo en la cuenca baja del arroyo del Azul a partir del tratamiento de imágenes Landsat 5 TM, registrando un 78% del espacio cubierto por campos naturales (donde se incluyen tanto los flechillares como las pasturas degradadas), 12% para cultivos agrícolas, y sólo un 5% de pajonales de *P. quadrifarium*, aunque concentrados principalmente en el centro-oeste del área de estudio, donde se encuentra ubicada la transecta analizada en este trabajo. Consideramos que las diferencias encontradas se deben a los criterios utilizados para discriminar unidades (categorías de cobertura vs. comunidades vegetales) y a la

extensión del área analizada en los trabajos.

Las proporciones registradas para los pajonales coinciden con lo registrado por Herrera et al. (2009) para el área de distribución original del *Paspaleum*, y con lo reportado por Lara y Gandini (2013) para el centro de la provincia de Buenos Aires, habiendo utilizado ambas imágenes Landsat 5 TM. En los trabajos mencionados donde se utilizan imágenes de satélite, la proporción de cuerpos de agua es menor a la registrada aquí para los duraznilares, y esto nuevamente se debe al criterio de delimitación de unidades: las comunidades dominadas por *S. glaucophyllum* fueron consideradas independientemente de la condición hidrológica.

## CONCLUSIONES

La metodología utilizada en este trabajo se considera adecuada para la caracterización y descripción de la estructura del paisaje en zonas de llanuras, permitiendo el arribo a resultados coherentes con los reportados por otros autores a pesar de la disparidad de las metodologías empleadas. Además, la aproximación al conocimiento de dicha estructura, permitirá avanzar luego en la identificación y el análisis en detalle de las áreas de transición, teniendo en cuenta las fuertes relaciones horizontales entre los diferentes ambientes condicionadas, principalmente, por el régimen hídrico y las geoformas predominantes.

## AGRADECIMIENTOS

A los técnicos del Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo Usunoff", Enrique Queupán, Joaquín Rodríguez y Matías Silicani, por acompañarnos en las salidas de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

Argañaraz, J., I. Entraigas. 2010. Análisis de los tipos de cubierta del suelo en la cuenca baja del arroyo del Azul (Buenos Aires, Argentina) a partir de

imágenes Landsat 5 TM. En: M. Varni, I. Entraigas, L. Vives (eds.) Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en zonas de llanura. Vol. II: 623-630. Ed. Martín. Mar del Plata.

Batista, W.B., R. León, S. Perelman. 1988. Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la Región de Laprida, Buenos Aires, Argentina. *Phytocoenologia* 16:465-480.

Batista, W.B., M. Taboada, R. Lavado, S. Perelman, R. León. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: Oesterheld, M., M. Aguiar, C. Ghera, J. Paruelo (comps.) La heterogeneidad de la vegetación en los agroecosistemas: un homenaje a Rolando J.C. León. 19-42. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Braun-Blanquet, J.J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ediciones Blume. Madrid.

Burkart, S., R. León, C. Movia. 1990. Inventario fitosociológico del pastizal de la depresión del salado (prov. Bs. As.) en un área representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* 30(1-4):27-69.

Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, XIV(1-2).

Chaneton, E.J., S. Perelman, M. Omacini, R. León. 2002. Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate pampa grasslands. *Biological Invasions* 4: 7-24.

Chaneton, E.J. 2005. Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. En: Oesterheld, M., M. Aguiar, C. Ghera, J. Paruelo (comps.) La heterogeneidad de la

- vegetación en los agroeco-sistemas: un homenaje a Rolando J.C. León. 19-42. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Committee on Characterization of Wetlands, National Research Council. 1995. Wetlands: characteristics and boundaries. National Academy Press. Washington DC.
- Fertonani, M.E., H. Prendes. 1983. Hidrología en área de llanura. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos. En: M.C. Fuschini Mejía (Ed.) Hidrología de las Grandes Llanuras. Coloquio de Olavarría. UNESCO. Secretaría Nacional de Recursos Hídricos. Vol. 3: 787-864.
- Herrera, L., P. Lateral, N. Maceira, D. Zelaya, G. Martínez. 2009. Fragmentation status of tall-tussock grassland relicts in the Flooding Pampa, Argentina. *Rangeland Ecology and Management*. 62:73-82.
- Hidrología de las Grandes Llanuras. 1983. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO - Comité Nacional Argentino para el Programa Hidrológico Internacional. Buenos Aires.
- IHLLA. 2003. Sistema de soporte para la gestión eficiente de los recursos hídricos en la llanura bonaerense. Proyecto CIC-UNCPBA, Informe final. Instituto de Hidrología de Llanuras. Azul.
- Lara, B., M. Gandini. 2013. Nuevo aporte para la distribución del *Paspalum* en el centro de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 4:1-12.
- León, R., C.P. Movia, R.J. Valencia. 1975. Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila. Monografías 5, Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires, 73-132.
- León, R., S. Burkart. 1998. El pastizal de la Pampa Deprimida: estados alternativos. *Ecotropicos* 11(2):121-130.
- Matteucci, S.D., A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- McCune, B., J. Grace. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design. Oregon.
- Mestelan, S., J. Ramaglio. 2011. Capítulo III: Características, distribución y uso de los suelos del partido de Azul. En: Requesens, E (Comp.). 2011. Bases agroambientales para un desarrollo rural sustentable del partido de Azul. CADES (Municipio de Azul – Facultad de Agronomía, UNCPBA).
- Migueltorena, M.V. 2009. Estudio comparativo entre dos elementos del paisaje en la cuenca del arroyo del Azul. Análisis del tratamiento de los conceptos de la Ecología de Paisajes en el Nivel Secundario (ex - Polimodal). Trabajo Final del Profesorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Agronomía de la UNCPBA.
- Migueltorena, M.V., I. Entraigas, C. D'Alfonso, R. Scaramuzzino. 2009. Introducción al estudio de los bajos dulces y alcalinos de la cuenca del arroyo del Azul. II Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes. Córdoba. Libro de resúmenes - página 60.
- Perelman, S.B., R. León, M. Oesterheld. 2001. Cross-scale vegetation patterns of flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology* 89:562-577.
- Pielou, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use



- and misuse. *American Naturalist* 100:463-465
- Pielou, E.C. 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. Editorial John Wiley & Sons. New York.
- Sala, J.M., E. Kruse, R. Aguilino. 1987. *Investigación hidrológica de la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires*. Informe 37. CIC. La Plata.
- Thornthwaite, C., J. Mather. 1955. *The water balance*. Publications in Climatology VIII(1), Laboratory of Climatology. Centerton, New Jersey.
- Valicenti, R., R. Méndez Escobar, E. Requesens, E. Orfila, E. Farina, C. D'Alfonso, R. Scaramuzzino. 2000. *Relaciones entre la vegetación y la fisiografía en una transección perpendicular al Arroyo Azul (Provincia de Buenos Aires)*. *Revista de la Facultad de Agronomía - UNLPam*. 11(1): 31-42.
- Varni, M., Entraigas, I., Migueltorena, V., Comas, R. 2013. *Evaluation of flooded areas with satellite imagery using an objective hydrologic criterion*. *Water and Environment Journal*, 27:396-401.
- Voorst, F.B. 1967. *Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires)*. *La vegetación de la República Argentina*. Serie Fitogeográfica 7, INTA. Buenos Aires.
- Zárate, M.A., A. Mehl. 2010. *Geología y geomorfología de la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina*. En: M. Varni, I. Entraigas, L. Vives (eds.) *Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en zonas de llanuras*. Vol I: 65-78. Ed. Martín. Mar del Plata.