

# Cambios florísticos y estructurales entre dos comunidades arbóreas de un bosque ripario bajo condiciones ambientales contrastantes en la Pampa sur brasileña

Ricardo V. Kilca<sup>1</sup>, Julio C. W. Soares<sup>2</sup>, Adriano M. Souza<sup>3</sup>,  
Eduardo M. de Medeiros<sup>4</sup> & João A. Jarenkow<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Lab. Dendrologia e Fitossociologia,  
CEP 97105-900, Caixa Postal 5096, Santa Maria, RS, Brasil. rvkilka@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Lab. de Física do Solo, Santa Maria, RS, Brasil. juliowincher@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Dpto de Estatística, Santa Maria, RS, Brasil. amsouza.sm@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação lato sensu, Pelotas, RS, Brasil. edumm3@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Porto Alegre, RS, Brasil. jarenkow@portoweb.com.br

Recebido em 10. X. 2011. Aceito em 06. XII. 2012.

**RESUMO** – O estudo teve como objetivo comparar dois trechos de florestas ribeirinhas na região costeira do bioma Pampa sul-brasileiro, quanto as suas estruturas horizontais (nº de espécies e indivíduos, área basal, alturas mediana e máxima, DAPs mediano e máximo), suas composições florísticas e aspectos funcionais. Foram utilizadas 50 parcelas com 10m x 10m em cada trecho (P1- floresta secundária tardia com topografia plana e solos não inundáveis e, P2- floresta em estágio clímax em topografia variável e solos frequentemente inundáveis) onde se mensurou todas as árvores com DAP > 5cm. A maioria dos atributos estruturais diferiu entre os dois trechos. No entanto, P1 e P2 apresentaram grande semelhança funcional e florística. A dominância de espécies com grande adaptação às perturbações ambientais foi responsável pelas semelhanças florísticas e aspectos funcionais, enquanto que, as diferenças no ambiente físico determinaram as mudanças estruturais nos dois trechos de florestas. Esse foi o primeiro estudo quantitativo do componente arbóreo na planície de inundação do rio Piratini, uma área considerada de grande importância biológica para conservação no bioma Pampa.

Palavras-chave: floresta ribeirinha, planície de inundação, Rio Piratini, fitossociologia

**ABSTRACT** – **Floristic and structural changes in two arboreal stands of a riparian forest on different environmental conditions in the southern Brazilian Pampa.** The aim of this study was to compare two stands of riparian forests in the southernmost part of Brazil at the coastal region of the Pampa biome in Rio Grande do Sul. Seven structural attributes (number of species, density, basal area, median and maximum height, median and maximum DBH), floristic composition and functional aspects were described and analyzed in 50 plots of 10m x 10m in each stand (P1- non-flooded advanced secondary forest on flat topography, and P2- flooded climax forest on rugged topography). All trees with DBH > 5cm were measured. Most structural parameters were differed from one to another stand. However, P1 and P2 showed great functional and compositional similarities. The dominance of plants adapted for exploiting disturbed sites had determined the functional and floristic responses. Meanwhile, structural changes were related to differences in the physical environment of two stands. This is the first quantitative analysis of tree flora in the Piratini River floodplain, a very important area for biodiversity conservation in the Pampa biome.

Key words: riparian forest, floodplain, Piratini River, phytosociology.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques riparios (ribereños y bosques de galería) se destacan, entre las demás formaciones forestales, por soportar una gran variabilidad de micro hábitats creados por la dinámica del río en el paisaje y que, a su vez, condiciona fuertes variaciones en la composición, diversidad y estructura de las comunidades vegetales en pequeña escala espacial (Naiman & Décamps, 1997; Malvarez, 1999).

Además de las características físicas, el disturbio natural (frecuencia y intensidad de inundaciones del suelo) y antrópico (ocasionado por el uso predatorio de los recursos naturales) pueden ser considerados como uno de los más importantes condicionantes de la dinámica y estructura de la vegetación ribereña (Oliver & Larson, 1996; Martinez *et al.*, 2006). Ese conjunto de factores hace que las zonas riparias estén entre los hábitats biofísicos más diversos, dinámicos e complejos del planeta (Naiman & Décamps, 1997).

La región de extremo sur del Brasil se ubica fitofenológicamente dentro del Bioma Pampa, caracterizado por una vegetación predominantemente campestre y de clima templado que cubre cerca de 60% del territorio del estado de Rio Grande do Sul (IBGE, 2004; Overbeck *et al.*, 2007). Ese bioma abarca además la totalidad del territorio del Uruguay, y la parte de la región Mesopotámica Argentina (Paruelo *et al.*, 1995). En el bioma Pampa suramericano, las formaciones forestales ocupan una pequeña área, siendo los bosques riparios las únicas distribuidas en todas las regiones del bioma (Rambo, 1956; Paz & Bassagoda, 2002), pudiendo presentar cambios significativos en la composición y estructura, en pequeña escala espacial (Francescini *et al.*, 1985; Oliveira, 1998; Kalesnik *et al.*, 2005).

Los bosques de la planicie de inundación del río Piratini fueron recientemente considerados por el Ministério do Meio Ambiente del Brasil como “Área de Grande Importância para a Conservação da Biodiversidade no bioma Pampa” (Ministério do Meio Ambiente, 2007). Sin embargo, solo recientemente un estudio pionero destacó la relevancia de la diversidad vegetal en esta localidad, por constituir el segundo mayor área forestal de la región costera del Pampa sur brasileño, por la gran diversidad de fitofisnomias forestales y también por presentar una de las más ricas diversidades vegetales de esa región del bioma (Kilca *et al.*, 2011).

En este estudio seleccionamos dos áreas del bosque ripario del río Piratini que corresponden a diferentes condiciones de inundación del suelo y disturbio, con objetivo de describir e relacionar las comunidades arbóreas establecidas en ambas áreas, según sus características estructurales, funcionales y según la composición de especies más representativas en los diferentes estratos verticales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

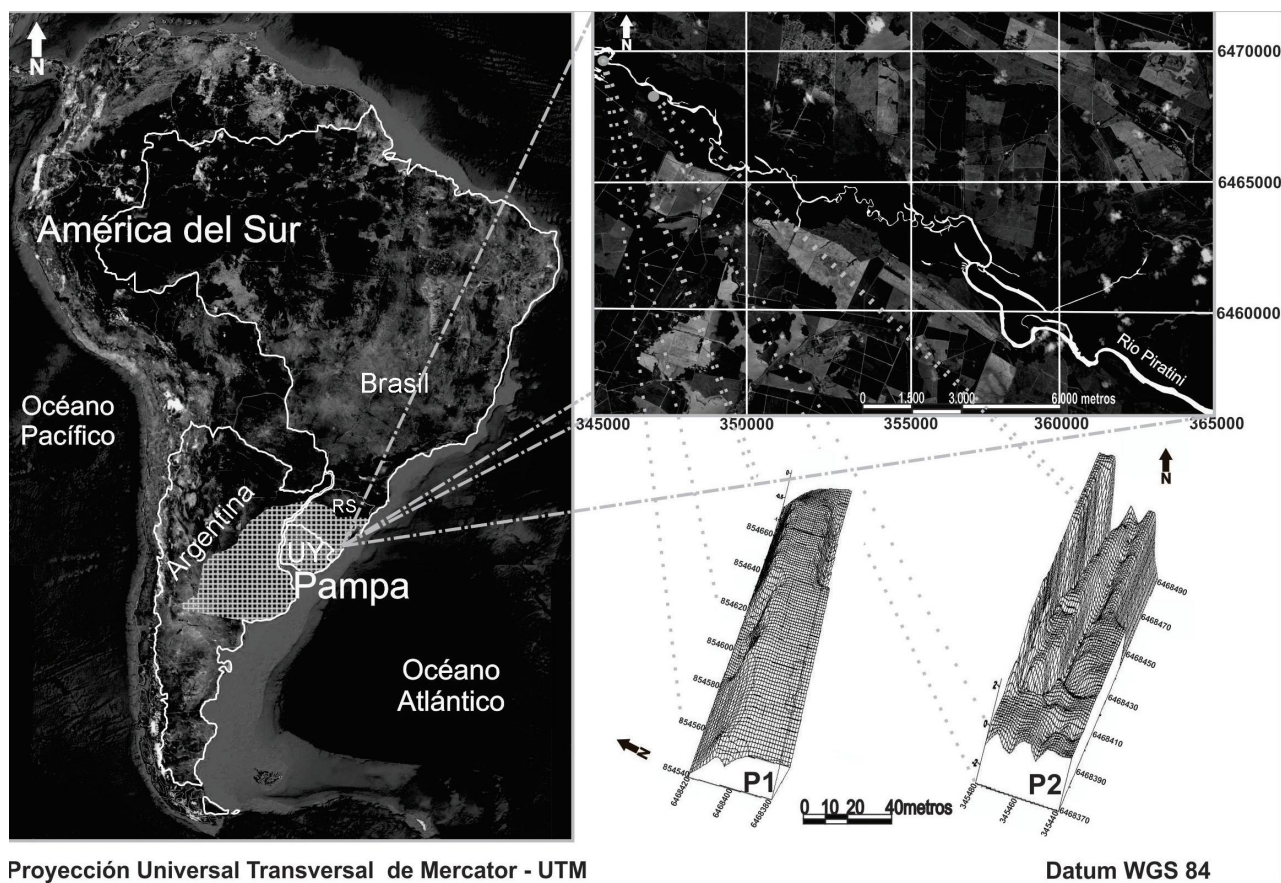
Corresponde a la planicie de inundación del Río Piratini (desde 345000E y 6457000S hasta 365000E y 6470000S), que demarcan los límites geográficos de los condados de Capão do Leão, Pedro Osório y Arroio Grande, situada en el la planicie costera del Estado de Rio Grande do Sul, extremo Sur del Brasil. La cuenca del Río Piratini (con 6.917 km<sup>2</sup>) abarca dos regiones fitoecológicas distintas: las Estepas (curso superior) al Oeste y la zona costera con Formaciones Pioneras (curso inferior), ambas situadas en el

dominio del Bioma Pampa Brasileño (IBGE, 2004). Este trabajo llevó a cabo esta última región fitoecológica. El curso inferior del Río Piratini, sitúa-se en un gradiente altitudinal de 8-15 m, perteneciendo a planicie baja con predominio de neosolos y gleisolos (Cunha *et al.*, 1996). El clima de la región es del tipo subtropical húmedo (Cfa) de acuerdo a la clasificación de Köppen, con temperatura media de 17,8°C, siendo enero el mes más cálido (23,2°C) y julio el mes más frío (12,3°C). La humedad relativa media anual es de 81%, precipitación pluviométrica de 1.366,9 mm y ocurrencia media anual de 23,9 días de heladas (Embrapa, 2002a). La precipitación es mayor en el periodo de invierno y verano, y menor en otoño y primavera (Embrapa, 2002b).

### Ambiente de las parcelas

Fueron seleccionados dos trechos de bosque ribereño (distantes ±1600 m entre sí), para la descripción de la estructura del componente arbóreo (Fig.1). La primera área (P1: 6468932S y 341613E) se caracteriza por ser un bosque secundario de estadio avanzado de sucesión con perturbaciones por corte selectivo de algunas especies arbóreas y pastoreo intensivo del soto bosque en la década de 1970. A partir de ese periodo, el área se mantuvo sin interferencia de ese tipo de impactos. El P1 cubrió toda la extensión de un dique marginal con mesotopografía plana con algunos declives en determinados tramos (Fig. 1). Durante las inundaciones excepcionales el desborde del río favorece el encharcamiento rápido del suelo (por algunas horas) en la mayor parte del área. En los periodos de inundación anual estacional, algunas áreas de “depresión” del terreno (8% del total del área de parcelas) también están expuestas a inundación debido al afloramiento de la napa freática.

La segunda área de muestreo (P2: 6468375S y 345448E) representa un tramo de bosque ribereño maduro donde no fueron registradas perturbaciones antrópicas de acuerdo con fotointerpretación y comparación con inventarios forestales realizados en otros sitios del mismo río (Kilca *et al.*, 2011). Topográficamente, el terreno se encuentra poco elevado en relación al cauce, caracterizado por la presencia de canales semiactivos (permaneciendo inundado en las épocas de lluvia), ondulaciones y depresiones, cuyos suelos son pasibles a inundación de media duración (semanas en épocas de inundación). Apenas uno sector, correspondiente a 9% del área total de parcela, presenta suelos bien drenados no pasibles de inundación (Fig. 1).



**Fig. 1.** Área de influencia del Bioma Pampa en los tres países de América del Sur (Brasil, Uruguay-UY y Argentina) y la localización del Río Piratini en la región costera del Pampa en el Estado de Río Grande do Sul (RS), Brasil. Localización y microrelieve de los dos sectores de lo bosque ripario de la planicie de inundación del río Piratini. Donde: P1= bosque secundario de sucesión avanzada sobre topografía plana y con suelos pasibles a inundación por corta duración; P2= bosque maduro sobre topografía irregular, suelos inundables en diversas intensidades durante el año.

Esas dos condiciones ambientales revelan la actual condición de conservación de los bosques riparios del río Piratini: los pocos bosques maduros limitados a las zonas inundables y los bosques en las tierras secas se encuentran a distintos niveles de la sucesión secundaria.

Para caracterizar a topografía en cada unidad de muestreo (UM), fue realizado un muestreo sistemático, en un "grid" de distancias regulares con 148 y 132 puntos para las parcelas 1 (P1) y 2 (P2), respectivamente, con espaciamentos que variaron de 5 a 10m. Los puntos fueron materializados en el campo utilizando equipamientos topográficos y, por consecuencia, fueron localizados registrando los valores de coordenadas planas, en metros, en el sistema UTM, y elevación en función del nivel normal del Río Piratini. Posteriormente, los datos

fueron tabulados en el software Excel y transferidos a Surfer 8, para evaluación de los parámetros anteriormente descritos, por interpolación con el método de Krigagen. El archivo "grid" fue ingresado en el módulo "Map" de Surfer 8, donde las líneas de contorno de relieve (elevación del terreno) fueron adicionadas a través del módulo "Wireframe", posibilitando la observación tridimensional de espacialización variable.

Para verificar la historia de perturbaciones de las dos áreas de estudio, se analizaron cronosecuencias de fotos aéreas, de las décadas de 1950, 1960, 1970 y 1980 perteneciente a la colección de la Agencia da Lagoa Mirim, da Universidade Federal de Pelotas, imágenes Landsat ETM +7 del año 1995 y, también, fueron entrevistados pescadores y pobladores de la región.



## Diseño de muestreo

Dentro de cada parcela (P1 y P2) se distribuyeron 50 unidades de muestreo (UM) de 10 x 10 m, formando una malla de 40 x 120 m con más dos UM instaladas en los extremos. El tamaño de muestreo fue determinado, porque fueron raras las extensiones de bosques que mantuviesen una fisonomía uniforme en un área superior a media hectárea. En el proceso de muestreo de individuos arbóreos fueron incluidos aquellos vivos o muertos todavía en pie, que presentasen el diámetro del tronco igual o superior a 5 cm, a 1,3 m de altura del suelo ( $DAP \geq 5$  cm). Las alturas totales de los individuos muestreados fueron estimadas a partir de una vara graduada de 5 m, colocada al lado del tronco, y cuyo valor final fue redondeado cada 0,5 m. Los muestreos fueron realizados en el año 2000.

Caracterización funcional de las especies – Las especies fueron asignadas conforme sus grupos funcionales de regeneración: tolerantes a sombra y demandantes de luz (Swaine & Whitmore, 1988); indicios de dispersión: zoocoria, anemocoria y autocoria (Pijl, 1982); y posición en el estrato vertical: dosel (13 m hasta 15 m), intermedio (9 m hasta 12,5 m) y sotobosque (5 m hasta 8,5 m). Las alturas de las especies fueron determinadas por el potencial máximo alcanzado en el estadio adulto, en los bosques de la región en estudio, a partir de observaciones de los autores.

## Análisis estadístico

Las características estructurales que fueron estimadas para las dos comunidades fueron: riqueza de especies, densidad de individuos, área basal, diámetro de tronco (DAP), alturas e índices de diversidad específica de Shannon ( $H'$ ) y de uniformidad de Pielou ( $J'$ ), índices de similitud florística de Sørensen y Jaccard (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974, Pielou, 1975). Esos parámetros fueron determinadas a través de sus valores absolutos en cálculos realizados con el paquete estadístico del programa Excel/Windows 98.

Medidas de tendencia central (media:  $M$ ; mediana:  $Md$ ) y dispersión de datos (desvío padrón:  $sd$ ) fueron utilizadas para describir los valores de las características estructurales para las 50 UM dentro de cada un de los bosques. En las comparaciones estructurales fueron usados test  $t$  de Student para muestras independientes y test  $U$  de Mann-Whitney. La utilización de uno u otro análisis dependió de la

distribución paramétrica o no paramétrica de los datos, utilizando el test de Lilliefors ( $L_f$ ) para verificación de la normalidad.

Para evaluar las especies arbóreas que predominan en cada parcela, fueron calculados los atributos de valor de importancia (VI) y densidad para cada especie (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Por último, el análisis de diferencia en las características funcionales, entre los dos bosques, fue analizado a través de la comparación entre los valores de VI de las especies en cada grupo funcional, y la asociación entre los grupos funcionales a través de los valores de densidades de las especies, con el análisis multivariado de correspondencia. En todos los tests estadísticos fueron empleados un nivel de significancia  $\leq 5\%$ .

## RESULTADOS

Se registraron 40 especies distribuidas en 31 géneros y 20 familias, considerando las dos comunidades (Tabla 2). Del total de especies, fue verificado que 26 fueron comunes en las dos áreas, 11 fueron exclusivas al bosque secundario poco inundable (P1) y tres fueron exclusivas al bosque maduro de inundación frecuente (P2). Los índices de similitud florística de Sørensen y Jaccard calculados no fueran altos, con valores de 0,787 y 0,652, respectivamente (Tabla 1).

La altura máxima no fue diferente entre los bosques, no obstante todos los otros parámetros diferían y el bosque secundario sin inundación (P1) presentó mayores valores en riqueza de las especies, diversidad  $\alpha$  y uniformidad, área basal total, mayor número total de individuos vivos y muertos (Tabla 1). El análisis detallado de las características estructurales por unidad de muestreo (100 m<sup>2</sup>) también registró en la P1 valores significativamente mayores en relación a P2 para especies, individuos, altura media, altura máxima (Tabla 1).

Dos características estructurales de la vegetación no presentaron diferencias significativas entre las dos comunidades de bosques, área basal y DAP máximo (Tabla 1). Finalmente, apenas la característica DAP mediano presentó medias superiores en P2 en relación a la P1 (Tabla 1).

Las especies muestreadas tuvieron sus valores de importancia calculados y representados por el estrato vertical, la cual normalmente ocupan en la fase adulta (Tabla 2). Así, las especies del sotobosque que se destacaron con los mayores valores de importancia fueron *Allophylus edulis* (St.-Hil.

**Tabla 1.** Atributos estructurales general y por unidad de muestreo de dos comunidades en bosque ripario con diferente historia de disturbio y frecuencia de inundación en el río Piratini, en la Pampa sur riograndense.

Atributos	P1	P2	Estadística
Comunidades			
Número de especies	37	29	
Nº de especies exclusivas	11	3	
Especies comunes	26		
Índice de similaridad (S <sup>1</sup> )	0,787		
Índice de similaridad (J <sup>2</sup> )	0,652		
Índice de diversidad (H <sup>3</sup> )	2,869	2,315	
Índice de uniformidad (J <sup>4</sup> )	0,79	0,69	
Densidad muestreada	1001	867	
Densidad estimada (ha)	2002	1734	
Árboles muertos	64	38	
Área Basal muestreada (m <sup>2</sup> )	23,13	20,05	
Área basal estimada (m <sup>2</sup> ) <sup>ha</sup>	46,26	40,10	
Altura máxima	15,5	15,5	
DAP máximo (cm)	228,22	174,11	
Unidad de muestreo			
Espécies (n) <sup>ns</sup>	10,1 ± 2,6; Md = 10	6,6 ± 2,3; Md = 7	t = 7,08; gl = 98; p < 0,01
Individuos (n) <sup>ns</sup>	22 ± 6,4; Md = 22,5	17 ± 3,7; Md = 16	T = 3,28; gl = 98; p = 0,01
Área basal (m <sup>2</sup> ) <sup>**</sup>	0,46 ± 0,27; Md = 0,38	0,40 ± 0,33; Md = 0,31	U = 1001,5; p = 0,08
Altura mediana (m) <sup>*</sup>	8,6 ± 0,7; Md = 8,5	7,8 ± 0,9; Md = 8	T = 721,5; p < 0,01
Altura máxima (m) <sup>**</sup>	12,5 ± 1,5; Md = 12	11,6 ± 1,9; Md = 11	U = 879; p = 0,01
DAP mediano (cm) <sup>**</sup>	8,8 ± 1,8; Md = 8,5	10,4 ± 2,9; Md = 9,7	U = 827,5; p < 0,01
DAP máximo (cm) <sup>**</sup>	36,9 ± 15,5; Md = 31	38,4 ± 21,9; Md = 33,5	U = 1198; p = 0,78

P1 = bosque secundario en estadio avanzado de sucesión sobre topografía plana y con suelos pasibles a inundación por rápida duración; P2 = bosque clímax sobre topografía irregular, suelos inundables en diversas intensidades durante el año. S<sup>1</sup>. IS Sorensen; J<sup>2</sup>. Índice de similaridad de Jaccard; H<sup>3</sup>. Índice de diversidad de Shannon; J<sup>4</sup>. Índice de uniformidad de Pielou. Lf = Lilliefors test (\*: no significativo para uno o dos conjuntos de datos; \* = p < 0,05; \*\* p < 0,01); t = test t Student; U = test Mann-Whitney.

et al.) Radlk., *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk e *Gymnanthes concolor* Spreng. en P1 y *Gymnanthes concolor*, *Sorocea bonplandii* (Baill.) W. C. Burger, Lanj. & Boer e *Chrysophyllum marginatum* en P2 (Tabla 2). En ese estrato, fueron registrados un total de ocho especies en las dos comunidades de bosque ribereño, siendo, siete especies comunes para las dos áreas y una especie exclusiva en P2 (*Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk.) (Tabla 2). Las especies del intermedio, *Trichilia clausenii* C. DC. y *Eugenia uruguayensis* Cambess. alcanzaron los mayores valores de importancia en ambas comunidades de bosque ribereño, seguido de *Banara tomentosa* Clos en P1 y *Erythroxylum argentinum* O. E. Schulz en P2. El estrato intermedio

se presentan con mayor diversidad, con 25 especies en las dos áreas de estudio, siendo 15 especies en común en las dos comunidades, nueve especies exclusivas en P1 y una especie exclusiva en P2 (Tabla 2). Por fin, las especies que ocupan el dosel se presentaron con menor riqueza, puesto que las dos comunidades fue muestreada un total de siete especies, donde, cuatro de esas ocurrieran en las dos áreas, dos fueron exclusivas de P1 y una, exclusiva de P2. *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. fue la especie con mayor valor de importancia en las dos comunidades, seguido de *Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke y *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez para P1 y *Ficus cestrifolia* Miq. y *Eugenia rostrifolia* D. Legrand en P2 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Principales valores de importancia y grupos funcionales para las especies arbóreas muestreadas en lo bosque ripario con diferentes históricos de disturbio y frecuencia de inundación en el río Piratini, en la Pampa sur riograndense.

Forma de vida/Especie	REGE	IN DISP	NI P1	NI P2	AB P1	AB P2	VI P1	VI P2
<b>Dosel</b>								
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	DL	zoo	34	2	2,706	0,222	6,25	0,55
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	TS	zoo	1	6	0,010	0,152	0,11	1,09
<i>Ficus cestrifolia</i> Miq.	DL	zoo	0	4	0,000	2,614	0	4,9
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	DL	zoo	1	0	0,006	0,000	0,1	0
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	DL	ane	29	23	7,478	4,560	13,3	10,3
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	DL	zoo	1	0	0,002	0,000	0,1	0
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	DL	zoo	13	2	0,543	0,033	1,77	0,33
		Subtot.	79	37	10,74	7,58	21,63	17,17
<b>Intermedio</b>								
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	DL	zoo	1	14	0,006	0,241	0,1	1,95
<i>Banara tomentosa</i> Clos	TS	zoo	84	15	0,942	0,138	6,16	2,02
<i>Blepharocalix salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	DL	zoo	4	2	0,094	0,066	0,52	0,39
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	TS	zoo	42	0	1,115	0,000	4,8	0
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	DL	zoo	44	18	0,367	0,196	3,72	2,43
<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	DL	zoo	6	3	0,028	0,018	0,62	0,45
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	TS	zoo	12	12	0,060	0,472	0,91	2,26
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	DL	zoo	12	19	0,326	0,340	1,36	2,81
<i>Diospyrus inconstans</i> Jacq.	DL	zoo	2	9	0,023	0,203	0,23	1,39
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	DL	zoo	26	18	1,151	1,315	3,44	3,89
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	TS	zoo	2	0	0,046	0,000	0,26	0
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	TS	zoo	124	102	0,727	1,531	7,06	9,8
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	TS	zoo	34	1	0,714	0,013	3,45	0,16
<i>Myrrhimum atropurpureum</i> Schott	DL	zoo	5	0	0,078	0,000	0,53	0
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	DL	zoo	1	0	0,007	0,000	0,11	0
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	DL	zoo	3	0	0,199	0,000	0,58	0
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart.	DL	ane	1	0	0,152	0,000	0,31	0
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	DL	zoo	2	4	0,053	0,057	0,27	0,65
<i>Scutia buxifolia</i> Reiss.	DL	zoo	9	0	0,103	0,000	0,88	0
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	TS	auto	0	5	0,000	0,093	0	0,75
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	DL	auto	35	16	0,164	0,784	2,62	3,23
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	TS	zoo	109	293	1,038	3,678	7,45	21,2
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	DL	zoo	4	1	0,096	0,027	0,46	0,18
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	TS	zoo	13	0	0,236	0,000	1,46	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	DL	zoo	2	0	0,051	0,000	0,27	0
		Subtot.	577	532	7,771	9,172	47,57	53,56
<b>Sotobosque</b>								
<i>Allophylus edulis</i> (St.-Hil. et al.) Radlk.	DL	zoo	200	28	3,181	0,935	13,5	4,35
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	DL	zoo	37	20	0,178	0,125	2,64	2,39
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk	DL	zoo	72	36	0,835	0,983	5,5	5,04
<i>Eugenia uniflora</i> L.	DL	zoo	15	19	0,062	0,194	1,47	2,26
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	TS	auto	73	114	0,194	0,533	4,02	7,19
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	DL	zoo	0	1	0,000	0,077	0	0,27
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, et al.	DL	zoo	10	72	0,076	0,427	0,88	6,81
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	DL	zoo	38	8	0,098	0,027	2,82	0,96
		Subot.	445	298	4,623	3,300	30,83	29,27

P1=bosque secundario en estado avanzado de sucesión sobre topografía plana y con suelos pasibles a inundación por corta duración; P2=bosque clímax sobre topografía irregular, suelos inundables en diversas intensidades durante el año. Los grupos funcionales fueron: 1) Regeneración (REGE)=tolerante a sombra (TS) y demandante de luz (DL); 2) Indicios de dispersión (IN DISP)=zoocórica (zoo), anemocórica (ane) y autocórica (auto). NI=número de individuos, AB=área basal (m<sup>2</sup>), VI=valor de importancia (%).

Las especies del dosel y sotobosque presentan las mayores abundancias, área basal y valor de importancia en P1. Sin embargo, las especies del intermedio tuvieron mayor área basal y valor de importancia en P2 (Tabla 2). Las guildas de estratificación fueron evaluadas por los valores de importancia (VI) de las especies en los grupos de regeneración y dispersión y se puede observar la semejanza entre las dos áreas.

En el dosel tuvo mayor porcentaje de VI las demandantes de luz y la anemocoría mientras que a nivel del sotobosque la zoocoría y las demandantes de luz fueran más representativas. El intermedio predominó la zoocoría en ambas áreas y las tolerantes a la sombra en P2 y a las demandantes de luz en P1. El anemocoría ocurrió solo en el dosel y la autocoría en el sotobosque y intermedio (Fig. 2).

La asociación entre las categorías funcionales fue evaluada a través del análisis de correspondencia. Los dos análisis demostraron autovalores con elevados porcentajes que, por su vez, representaron la descomposición de la inercia total, siendo que en P1, el eje 1 explicó 68,2% y el eje 2 explicó 31,8% de la variabilidad total, y en P2, el eje 1 explicó 74,7% y el eje 2 explicó 25,3% de la variabilidad total (Tabla 3).

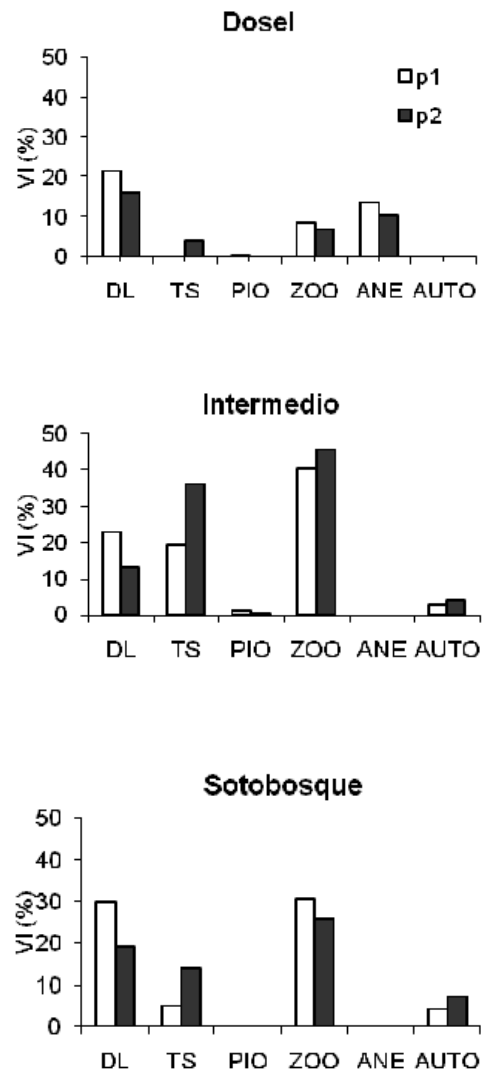
La elevada significancia del test de qui-cuadrado, en los dos modelos (P1 y P2), indican que las variables presentan algún grado de asociación. Se puede constatar en los dos bosques que las especies del sotobosque se asociaron más con los grupos de especies demandantes de luz y de indicio autocórica. Las especies del dosel presentaron asociación con los grupos de especies zoocóricas y tolerantes a sombra. Finalmente, las especies del dosel tendieron a representar más asociación con anemocoria (Fig. 3).

## DISCUSIÓN

Estudios realizados y publicados sobre comunidades arbóreas en bosques riparios de la Pampa sur riograndense son raros. En general describen la estructura y/o florística de esos ecosistemas en una condición ambiental determinada (Tabarelli *et al.*, 1992; De Marchi & Jarenkow, 2008; Soares & Ferrer 2009; Kilca *et al.*, 2011), o comparando distintas comunidades de estos bosques (Oliveira, 1998). La gran variación biofísica en pequeñas y medianas áreas, que caracteriza estos bosques, y la creciente descaracterización de estos ecosistemas ocasionada por la ocupación humana en la región, torna imperioso

la realización de estudios de la vegetación ribereña que abarquen sitios con condiciones ambientales y de uso diversos.

Con respecto a los estudios similar existentes a cerca del Pampa sur riograndense, De Marchi & Jarenkow (2008) registraron en 1 ha de bosque ribereño inundable, 29 especies ( $H' = 2,342$  nats/ind.;

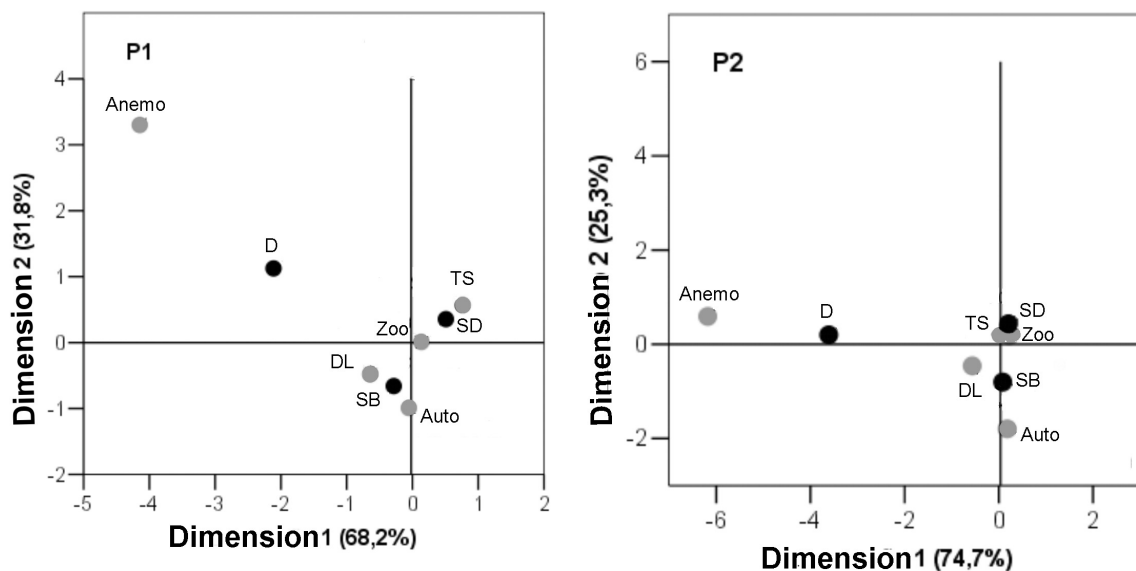


**Fig. 2.** Valores de importancia de las especies en grupos funcionales de estratificación en dos comunidades de bosque ripario de la planicie de inundación en río Piratini, en la Pampa sur riograndense. Donde: P1= bosque secundario en estadio avanzado de sucesión sobre topografía plana y con suelos pasibles a inundación por corta duración; P2= bosque clímax sobre topografía irregular, suelos inundables en diversas intensidades durante el año; DL= especies demandantes de luz; TS= especies tolerantes a sombra; Zoo= especies zoocóricas; Ane= especies anemocóricas; Auto= especies autocóricas.

**Tab. 3.** Valores de los parámetros generados por el modelo de análisis de correspondencia en las dos comunidades en lo bosque ripario con diferentes históricos de disturbios y frecuencia de inundación en el río Piratini, en la Pampa sur riograndense.

Dimensiones	P1				P2			
	Inercia	Autovalor	Qui-cuadrado	Proporción explicada	Inercia	Autovalor	Qui-cuadrado	Proporción explicada
1	0,238	0,488		68,2%	0,341	0,584		74,7%
2	0,111	0,333		31,8%	0,116	0,340		25,3%
Total	0,350		769,3***	100%	0,456		791,46***	100%

\*\*\*P << 0,001



**Fig. 3.** Análisis de correspondencia para las relaciones entre los tipos de estratificación (sotobosque-SB, intermedio-SD y dosel-D), y los tipos de regeneración (demandantes de luz-DL; tolerantes a sombra-TS) y dispersión (zoocoria-Zoo, autocoria-Auto y anemocoria-Anemo), en las dos comunidades en lo bosque ripario en el río Piratini en la Pampa sur riograndense. Donde: P1= bosque secundario en estadio avanzado de sucesión sobre topografía plana y con suelos pasibles a inundación por corta duración; P2= bosque clímax sobre topografía irregular, suelos inundables en diversas intensidades durante el año.

$J' = 0,695$ ), 2.179 ind. (89 ind. muertos), 40,10 m<sup>2</sup>/ha de área basal, altura máxima de 18 m. Este bosque inundable tuvo menor diversidad, similar área basal y mayor densidad de individuos y altura que el bosque sujeto a inundaciones (P2) analizada en el presente estudio. En la región de la campaña de la Pampa, 1 ha de bosque ripario sobre suelos inundables y no inundables presentó 21 especies, 1.404 ind. (52 ind. muertos), 23,44 m<sup>2</sup>/ha de área basal, altura máxima de 20 metros (Kilca, 2009). Los valores de área basal, número de individuos y altura total fueron mayores

que aquellas de las comunidades de bosque ribereño analizados en este estudio (Tabla 1).

En el presente estudio, los datos indican que las diferencias estructurales entre las dos comunidades de bosque ribereño del río Piratini pueden ser condicionados por las duración y frecuencia distintas de las inundaciones. La P2 presentó un perfil topográfico con innumerables elevaciones, depresiones y canales profundos que proporcionan variaciones en las condiciones de inundación y concomitantemente presentó mayor variación en relación a los parámetros



estructurales y menor riqueza, abundancia y altura de los árboles.

Estudios comparativos entre comunidades de bosque con la misma historia de conservación, mas en distintas condiciones de inundación del suelo, demostraron que aquellas sujetas a mayores intensidades de inundación tienden a presentar menor riqueza, diversidad, individuos y área basal en el componente arbóreo (Rodrigues & Shepherd 2000; Dias *et al.*, 2002; Bianchini *et al.*, 2003). Sitios con elevadas frecuencias de inundación reducen significativamente el oxígeno disponible para las raíces, interfiriendo en las respuestas de la vegetación, entre ellas en el establecimiento, supervivencia y desarrollo de la mayoría de las especies arbóreas (Kozłowski 1997; Naiman & Décamps 1997).

Generalmente las características estructurales como diámetros y alturas así como la área basal total tienden a ser mayores en los bosques en estadios sucesionales más avanzados (Guariguata & Ostertag, 2001; Romagnolo & Souza, 2000). Los datos demostraron que sólo el diámetro medio de los troncos fue significativamente mayor en el bosque maduro (P1) en relación al bosque secundario (P2). De una forma general esas evidencias parecen revelar que el factor de inundación puede ser considerado más determinante para la diferencia entre la estructura de los bosques que la diferencia sucesional entre ellos.

La similitud florística entre las dos comunidades de los bosque riparios estudiados en condiciones ambientales distintas puede ser considerada alta, en confrontación con algunos análisis comparativos entre comunidades de bosques ribereños tropicales (Romagnolo & Souza, 2000; Samapiao *et al.*, 2000; Guarino & Walter, 2005) y en el Pampa de Uruguay y Argentina (Paz & Bassagoda, 2002; Grela, 2004; Kalesnik, 2001; Martínez *et al.*, 2006), que demuestran menor similitud.

La gran mayoría de la especies censadas puede ser considerada de amplia dispersión, porque ocurren de forma frecuente en los bosques riparios de la región sur y sudeste (Dias *et al.*, 2002; Rodrigues & Nave, 2000), inclusive algunas de ellas son listadas en la región centro-oeste del Brasil (Pinheiro & Ribeiro, 2001). En relación al Bioma Pampa, la mayoría de las especies censadas puede ser encontrada en bosques ribereños de la región costera (De Marchi & Jarenkow, 2008) así como más interiormente, como en la región de Campaña, en Rio Grande do Sul (Tabarelli *et al.*, 1992; Kilca, 2009), en las regiones

norte y oeste del Uruguay (Paz & Bassagoda, 2002; Grela, 2004) y, más raramente, llegan hasta al sur en el delta del Río de la Plata, en la Republica Argentina (Otero & Malvarez, 2000; Kalesnik, 2001; Martínez *et al.*, 2006). Dentro de este contexto, se destaca para la región de estudio, apenas tres especies con distribución restringida a bosques riparios de clima subtropical: *Citharexylum montevidense*, *Myrcianthes gigantea* y *Scutia buxifolia*. Estos resultados apoyan la idea de que los bosques ribereños en la Pampa tienen grand importancia en el proceso de migración de la flora tropical del Bioma Mata Atlantica para la región de clima subtropical a templado en el extremo sur del Brasil (Rambo, 1954; Waechter, 1992; Kilca *et al.*, 2011).

La análisis de los grupos funcionales de las especies arbóreas revelaron patrones en común con los bosques neotropicales, como presentar mayor diversidad en los árboles de medio porte (Richards, 1952); la mayoría de las especies son demandantes de luz y tolerantes a perturbación (Pascarella *et al.*, 2000); y, presentar como indicio de dispersión más representativa la zoocoria (Carmo & Morellato, 2000). La combinación de los resultados del análisis de correspondencia con los valores de importancia de las especies demostró que las especies en común pueden haber condicionado la fuerte asociación de grupos funcionales. El dosel tuvo la predominancia de anemocoria y demandantes de luz en las dos comunidades (P1 y P2) debido a la densidad elevada de una única especie (*L. divaricata*). El intermedio fue representado por especies tolerantes a sombra y zoocóricas debido principalmente a la elevada densidad de *T. clausenii* y *E. uruguayensis* en las dos comunidades de bosque ribereño. Finalmente, la configuración de la asociación de sotobosque demandante de luz y autocóricas reflejan la elevada densidad de *G. concolor*, principalmente en P2. Así se puede decir que las diferentes condiciones ambientales alteraron la riqueza y estructura substancialmente, no obstante, la composición florística y las características funcionales de las diferentes formas de vida, poco difirieron en los dos bosques ribereños.

Los bosques del rio Piratini tuvieron una parte de su estructura presentada. Todavía son necesarios más estudios biológicos y ecológicos para dar soporte a la elección de esa área como de Importancia de Conservación de la Biodiversidad del Bioma. Todavía hay una gran necesidad de aumentar y estandarizar los muestreos en los bosques ribereños del bioma,

para que puedan ser realizadas análisis comparativas más seguras con la finalidad de generar modelos más precisos para la caracterización y estudios de dinámica y recuperación de esos bosques.

## AGRADECIMIENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS), por la Beca de Iniciación Científica al primero autor (2000-2001). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES – Processo BEX-1784/09-9) por la Beca de postdoctoral del cuarto autor. Al Dr. Marcos Sobral por la identificación de parte de las especies, a los Biólogos Aguinaldo Piske y Camila Schinestsck por la ayuda en los trabajos de campo y a la Agencia da Lagoa Mirim – Universidade Federal de Pelotas. Al colaborador anónimo de la Universidad de Buenos Aires, por la corrección del español de la segunda versión de este manuscrito y a los revisores por sus valiosas sugerencias.

## REFERÊNCIAS

- Bernacci, L.C., Goldenberg, R. & Metzger, J.P. 1998. Estrutura de 15 fragmentos florestais ripários da Bacia do Jacaré-Pepira (SP). *Naturalia*, 23:23-54.
- Bianchini, E., Popolo, R.S., Dias, M.C. & Pimenta, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. *Acta bot. bras.*, 17(3):403-419.
- Carmo, M.R.B. & Morellato, L.P.C. 2000. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil. *In* Matas Ciliares: conservação e recuperação (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p. 125-141.
- Cunha, N.G., Silveira R.J. & Severo C.R.S. 1996. Estudos dos solos do município de Arroio Grande. Documentos, 10/96. Embrapa CPACT, Pelotas. 47 p.
- De Marchi T.C. & Jarenkow J.A. 2008. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*, 63(2):241-248.
- Dias, M.C., Vieira A.O.S & Paiva M.R.C. 2002. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. *In* A Bacia do Rio Tibagi (M.E. Medri *et al.*, eds.). Editora UEM, Londrina, p. 23-39.
- Embrapa. 2002a. Clima da região de Pelotas. <http://www.cpact.embrapa.br/laboratorios/estacao/mensal.html>. (acesso em 5.10.2002).
- Embrapa. 2002b. Clima da região de Pelotas. <http://www.cpact.embrapa.br/laboratorios/estacao/estacional.html>. (acesso em 5.10.2002).
- Franceschini, E., Prado D.E., Lewis, J.P. 1985. Comunidades vegetales y mapa de vegetación: Reserva “El Rico” e islas aledañas, Provincia de Santa Fe-Republica Argentina. Servicio de publicaciones UNR, Facultad Nacional de Rosario, Rosario. 41 p.
- Grela, I. 2004. Geografía florística de las especies arbóreas de Uruguay: propuesta para la delimitación de dendrofloras, 103 f. Dissertação de Mestrado, Universidad de la República, Montevideo.
- Guariguata, M.R. & Ostertag, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *For. Ecol. Manage.*, 148:185-206.
- Guarino, E.S.G. & Walter, B.M.T. 2005. Fitossociologia de dois trechos inundáveis de matas de galeria no Distrito Federal, Brasil. *Acta bot. brasil.*, 19: 431-442.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa da vegetação do Brasil. <http://www.ibge.gov.br>. (acesso em 12.11.2004).
- Kalesnik, F. 2001. Relación entre las comunidades vegetales de los neocistemas de albardón y la heterogeneidad ambiental del bajo delta del río Paraná: tendencias sucesionales y proyección sobre la composición futura. Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Kalesnik, F., Cagnoni, M., Bertolini P., Quintana R., Madanes, N. & Malvarez, A. 2005. La vegetación del refugio educativo de la Ribera Norte, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Invasión de espécies exóticas. *Insugeo*, 14:139-150.
- Kilca, R.V. 2009. Emprego da análise discriminante de Fisher para classificar tipos de florestas no bioma Pampa, RS, Brasil, 59 f. Monografia de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.
- Kilca, R.V., Jarenkow, J.A., Soares, J.C.W. & Garcia, E.N. 2011. Florística e fitofisionomias da planície de inundação do rio Piratini e a sua importância para conservação da biodiversidade no Pampa sul-riograndense. *Neot Biol. Conserv.*, 6(3): 227-249.
- Kozłowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph*, 1:1-29.
- Malvarez, A.I. 1999. El Delta del río Paraná como mosaico de humedales. *In* Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamerica (A.I. Malvarez, ed.). UNESCO, Montevideo, p. 35-53.
- Martínez, O.R., Hurtado, M.A. & Giménez, J.E. 2006. Caracterización ambiental de los humedales costeros del río de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista UnG, Geociências* 5(1):55-64.
- Ministério do Meio Ambiente. 2007. Áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira – Bioma Pampa. [http://www.arclan.com.br/mma/pampa\\_fichas\\_das\\_areas\\_prioritarias.pdf](http://www.arclan.com.br/mma/pampa_fichas_das_areas_prioritarias.pdf). (acesso em 6.6.2007).
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York. 547 p.
- Naiman, R.J. & Décamps H. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28:621-658.
- Oliver, C.D. & Larson B.C. 1996. Forest stand dynamics, update edition. John Wiley, New York. 540 p.
- Oliveira, M.L.A.A. 1998. Análise do padrão de distribuição espacial de comunidades vegetais do Parque Estadual Delta do Jacuí: mapeamento e subsídio ao zoneamento da unidade de conservação. 234 f. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Otero, M.A. & Malvarez, A.M. 2000. Documento base para la incorporación de las islas de San Fernando en el marco de la Red Mundial de Reservas de Biosfera (MAB\_UNESCO). Programa del Hombre y la Biosfera (MAB\_UNESCO), Montevideo. 137 p.

- Overbeck, G.E., Müller, S.C, Fidelis, A. *et al.* 2007. Brazil's neglected biome: The south Brazilian Campos. *Persp. Plant Ecol. Evol. Syst.*, 9:101-116.
- Paruelo, J.M., Lauenroth W.K., Epstein H.E., Burke I.C., Aguiar M.R. & Sala O.E. 1995. Regional climatic similarities in the temperate zones of north and south America. *Journal of Biogeography*, 22(4/5):915-925.
- Pascarella, J.B., Aide, T.M., Serrano, M.I. & Zimmerman, J.K., 2000. Land-use history and forest regeneration in the Cayey Mountains, Puerto Rico. *Ecosystems*, 3:217-228.
- Paz, E.A. & Bassagoda, N.J. 2002. Aspectos fitogeográficos y diversidad biológica de las formaciones boscosas del Uruguay. *Ciência & Ambiente*, 24:35-50.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. Wiley-Interscience, New York. 165 p.
- Pijl, L. Van Der. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. 3 ed. Springer-Verlag, Berlin. 162 p.
- Pinheiro, F. & Ribeiro, J.F. 2001. Síndromes de dispersão de sementes em mata de galeria no Distrito Federal. *In Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria* (J.F. Ribeiro *et al.*, eds.). Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 335-375.
- Rambo, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2 ed. Selbach, Porto Alegre. 471 p.
- Richards, P.W. 1952. *Tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge Univ. Press., Cambridge. 450 p.
- Rodrigues, R.R. & Shepherd, G.J. 2000. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. *In Matas Ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p. 101-123.
- Rodrigues, R.R. & Nave, A.G. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In Matas Ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p. 45-71.
- Romagnolo, M.B. & Souza, M.C. 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do alto rio Paraná, Taquaruçu, MS. *Acta bot. brasil.*, 14(2):163-174.
- Sampaio, A.B., Walter, B.M.T. & Felfili, J.M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do riacho fundo, Distrito Federal. *Acta bot. Brasil.*, 14(2):197-214.
- Soares, L.R. & Ferrer, R.S. 2009. Estrutura do componente arbóreo em uma área de floresta ribeirinha do rio Piratini, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*, 22:47-55.
- Swaine, M.D. & Whitmore T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, 75:71-86.
- Tabarelli, M., Machado P.F.S. & Longhi, S.J. 1992. Aspectos florísticos de um trecho de mata ciliar do rio Ibicuí, nos Municípios de Alegrete e São Francisco de Assis, RS. *In Anais do 7º Congresso Florestal Estadual*. CEPEF/FATEC/UFSM, Santa Maria, p. 416-428.
- Waechter, J.L. 1992. O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul, 163 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.