

# Distribución de la vegetación fluvial y su relación con el régimen de pulsos en el bajo Paraná

S. L. CASCO<sup>1</sup>

**Abstract:** The Paraná River has an irregular hydrological regime with regular and extreme floods and at the sites it flows as a typical floodplain river. The pulse regime (frequency, intensity, duration and seasonal variation) is the most important macro-factor that controls the distribution of plants in fluvial systems. Greater part of vegetation fluvial is distributed in a wide range of habitat conditions, showing its plasticity (euritopia) in population curves. In other words: the plants are resistant to critical hydroperiods.

**Palabras claves:** vegetación fluvial. Río. Bajo Paraná. Régimen de pulsos. Humedales, bosques, bañados.

## Introducción

El análisis de la vegetación fluvial, como expresión de las características y la dinámica del paisaje, ha sido ampliamente reconocida y usada con distintos enfoques metodológicos y prioridades (Cabrera y Dawson, 1944; Morello, 1949; Cabrera, 1951, 1971, 1994; Neiff, 1975; Franceschi y Lewis, 1979; Placci, 1995; TGCC, 1996; Malvárez, 1997; Aragão de Oliveira, 1998; Irgang, 1999).

Desde los trabajos limnológicos pioneros de Kleerekoper (1944) hasta fines de la década del '80, la mayor cantidad de contribuciones ecológicas publicadas para Sudamérica están referidas al conocimiento de lagos y otros ambientes de aguas quietas, con poca atención en los ríos. Buena parte de los trabajos producidos en ese período fueron de tipo descriptivo y constituyen, en su conjunto, una base de información generalmente dispersa, referida a condiciones abióticas y bióticas.

La diferenciación entre *Bajo*, *Medio* y *Alto Paraná*, está basada en las diferencias en la sección de escurrimiento e involucra sólo al eje de escurrimiento, descuidando las características de la planicie de inundación. Las demarcaciones no deben ser fijas, ya que pueden desplazarse de acuerdo al caudal disponible en distintas fases del río (Neiff, 1990).

Este autor propone dos tramos distintos en relación a su estructura, funcionamiento y, especialmente, a las relaciones de materiales y de energía, que quedan definidos por la confluencia del Paraná y el Paraguay: el Alto Paraná y el Bajo Paraná. Este último se origina de la unión del Alto Paraná (que le aporta el 75% que transporta) con el Bajo Paraguay (que incorpora el 70-90% de la carga sólida y suspendida).

El funcionamiento y estructura de los ríos con planicie de inundación, como el Paraná, están condicionados por las inundaciones periódicas o *pulsos de inundación* (Junk *et al.*, 1989). Hoy se conoce que, en realidad, se trata de "*pulsos de energía y materia*" o "*pulso hidrosedimentológico*" (Neiff, 1990). En ríos como el Paraguay o el Paraná, las crecientes y las bajantes conforman dos fases complementarias del pulso: *aguas altas o potamofase* y *aguas bajas o limnofase* (Fig. 1) las cuales tienen una influencia notable en la estabilidad de los ecosistemas del macrosistema fluvial (Neiff, 1990; 1996; 1999). La frecuencia, la intensidad y la duración de ambas fases dependen de la posición topográfica de las islas del río, por lo que, en cada punto de la planicie inundable, los efectos de una misma creciente son potencialmente distintos (Neiff, 1996). La dinámica de pulsos está caracterizada por atributos

<sup>1</sup> Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL/CONICET): sylvina@arnet.com.ar

Definición	Medición (Schnack <i>et al.</i> , 1995) Algoritmo	Límite inferior	Límite superior
<p><b>Frecuencia:</b> número de veces que ocurre un fenómeno determinado dentro de una unidad de tiempo (ej. inundaciones de 8 m en el hidrómetro de Corrientes a lo largo de un siglo).</p> <p><b>Intensidad:</b> magnitud alcanzada por una fase de inundación o de sequía. Se mide generalmente por el valor alcanzado en el hidrómetro más próximo o en términos de caudal de agua.</p> <p><b>Tensión:</b> valor de la desviación típica desde las medias máximas o desde las medias mínimas de una curva de fluctuación hidrométrica del río. Se la define también como envolvente de fluctuación y permite establecer la variabilidad en la magnitud de los eventos de inundación y sequía. Se expresa generalmente en valores hidrométricos o en caudal.</p> <p><b>Recurrencia:</b> corresponde a la probabilidad estadística de un evento de inundación o sequía de magnitud determinada dentro de una centuria o de un milenio. Está dado por al frecuencia relativa.</p>	<p><b>Sequía:</b> número de años/período con caudal medio anual menor que el caudal de desborde o caudal medio multianual del período.</p> <p><b>Inundación:</b> número de años/período con caudal medio anual mayor que el caudal de desborde o caudal multianual del período.</p>	0	1
	<p><b>Sequía:</b> 1-(caudal mínimo mensual de años secos/caudal de desborde o medio multianual).</p> <p><b>Inundación:</b> caudal máximo mensual de años húmedos/caudal de desborde o medio multianual.</p>	0	1
	<p><b>Sequía e inundación:</b> coeficiente de variación (desviación/media) de caudales medios de años secos o de años húmedos.</p>	1	0
	<p><b>Sequía:</b> 1- (probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años secos).</p> <p><b>Inundación:</b> probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años húmedos.</p>	1	1??
<p><b>Amplitud:</b> también expresada como duración, es el segmento de tiempo que permanece el río en una fase de inundación o de sequía de determinada magnitud.</p> <p><b>Estacionalidad:</b> se refiere a la frecuencia estacional en que ocurren las fases de sequías o inundaciones. Los organismos, excepto el hombre, tienen ajustes de sus ciclos de vida (fertilidad, reproducción, crecimiento) a la época en que ocurren los eventos hidrológicos.</p>	<p><b>Sequía:</b> (número de meses continuos con caudal medio mensual menor que caudal de desborde o caudal medio multianual)/12.</p> <p><b>Inundación:</b> (número de meses continuos con caudal medio mensual mayor que caudal de desborde o caudal medio multianual)/12.</p> <p><b>Sequía e inundación:</b> basada en el concepto de regularidad temporal (Obdrdlík y García Lozano, 1992). <math>S = 1 - (R_{real}/R_{máx})</math>; <math>R_{real} = \pi \log \pi</math>, donde <math>R</math>=regularidad temporal, <math>S</math>=estacionalidad, <math>\pi</math>= número de veces en período que el evento tiene valor extremo en el <math>i</math>-ésimo; <math>R_{máx} = \log</math> (longitud de serie en años).</p>	?0	1
	<p><b>Sequía:</b> 1- (probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años secos).</p> <p><b>Inundación:</b> probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años húmedos.</p>	?0	?1
<p><b>Amplitud:</b> también expresada como duración, es el segmento de tiempo que permanece el río en una fase de inundación o de sequía de determinada magnitud.</p> <p><b>Estacionalidad:</b> se refiere a la frecuencia estacional en que ocurren las fases de sequías o inundaciones. Los organismos, excepto el hombre, tienen ajustes de sus ciclos de vida (fertilidad, reproducción, crecimiento) a la época en que ocurren los eventos hidrológicos.</p>	<p><b>Sequía:</b> (número de meses continuos con caudal medio mensual menor que caudal de desborde o caudal medio multianual)/12.</p> <p><b>Inundación:</b> (número de meses continuos con caudal medio mensual mayor que caudal de desborde o caudal medio multianual)/12.</p> <p><b>Sequía e inundación:</b> basada en el concepto de regularidad temporal (Obdrdlík y García Lozano, 1992). <math>S = 1 - (R_{real}/R_{máx})</math>; <math>R_{real} = \pi \log \pi</math>, donde <math>R</math>=regularidad temporal, <math>S</math>=estacionalidad, <math>\pi</math>= número de veces en período que el evento tiene valor extremo en el <math>i</math>-ésimo; <math>R_{máx} = \log</math> (longitud de serie en años).</p>	0	1
	<p><b>Sequía:</b> 1- (probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años secos).</p> <p><b>Inundación:</b> probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años húmedos.</p>	0	1

**Tabla 1.** Atributos de la función Fitras (Neiff, 1990, Schnack *et al.*, 1995)

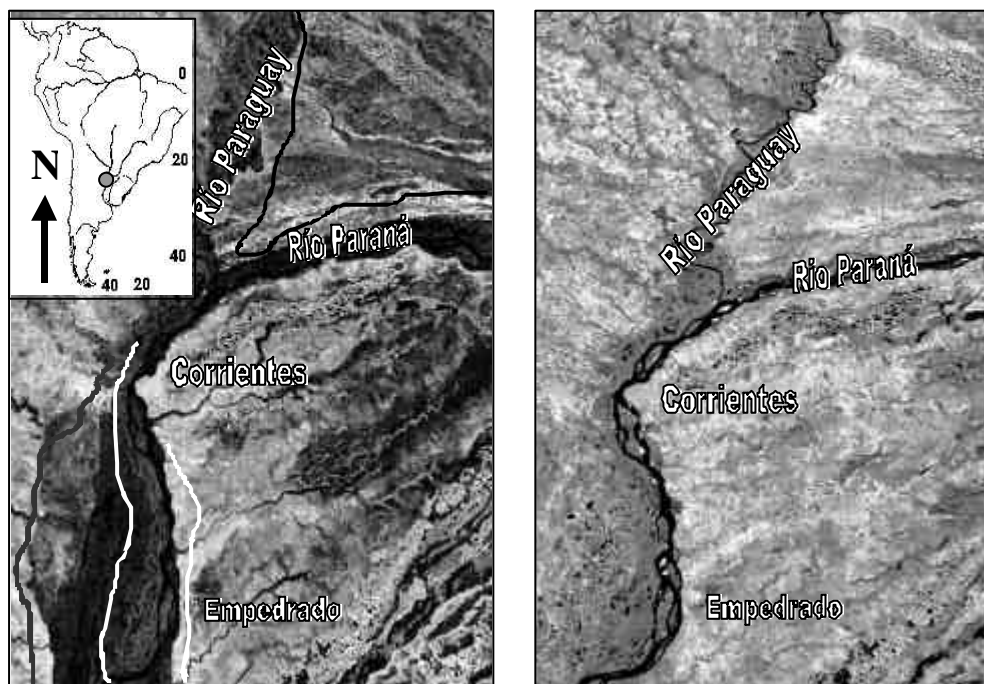
hidrológicos (Tabla 1), definidos en la función  $f_{FITRAS}$ , acrónimo de: Frecuencia, Intensidad, Tensión, Regularidad, Amplitud, Estacionalidad (Neiff, 1990; Neiff *et al.*, 1994 y Neiff, 1999).

El análisis del régimen de pulsos en cada posición topográfica de la planicie en la cual crecen las plantas, permite explicar los límites de su distribución y la velocidad que tiene cada tipo de paisaje (unidad de paisaje) de retomar su condición anterior a alguna perturbación (resiliencia).

## Distribución de la vegetación fluvial

La vegetación de la planicie del Bajo Paraná no se distribuye en forma homogénea ni aleatoria, sino que evidencia pautas repetitivas en su distribución. La presencia, ausencia y frecuencia de las especies indican la receptividad del hábitat y si el sitio es favorable o desfavorable.

La mayor parte de la especies de la vegetación fluvial se distribuye en un amplio rango de condiciones de habitat, indicando su plasticidad (euritipia), reflejada en curvas platicúrticas. En otras palabras: las plantas son resistentes a hidroperíodos críticos.

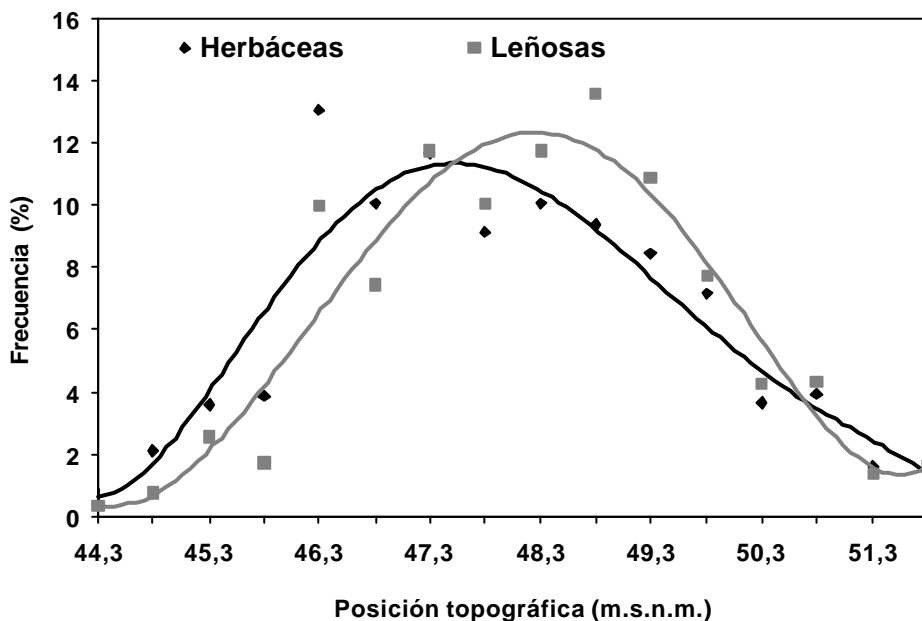


**Fig. 1.** Imágenes satelitales TM Landsat 7 de una sección del Bajo Paraná (entre Paso de la Patria y Empedrado, Corrientes, Argentina). **a.** Potamofase durante el fenómeno de “El Niño” en 1998. **b.** Limnofase durante el fenómeno de “La Niña” en enero de 2002 (Imágenes Proyecto SAC-C. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales-CONAE). Se aprecia que la relación entre el área ocupada por el agua en época de creciente (zona más oscura) y la misma superficie en aguas bajas es de 5:1. Líneas blancas: límite de la planicie proximal. Líneas negras: límite de la planicie distal

Las unidades de paisaje herbáceas (bañados, esteros, juncuales, pajonales) presentan una tendencia a distribuirse con mayor frecuencia en posiciones más bajas del gradiente topográfico (entre 44 y 46 m.s.n.m.). La vegetación leñosa (palmares, alisales, sauzales, bosques con varias especies) se distribuye más frecuentemente en zonas más elevadas de la planicie del Bajo Paraná, en posiciones comprendidas entre 47 y 51 m.s.n.m. (Fig. 2).

Ninguna de las plantas del río Paraná (Neiff, 1999) y del río Amazonas (Junk y Piedade, 1993) germinan en condiciones de inmersión prolongada, con lo cual las posibilidades de la vegetación para colonizar la planicie aluvial no son las mismas en distintas unidades de paisaje durante diferentes fases hidrológicas, como en limnofases muy pronunciadas-periodo 1943-1970- y en fases hiperhúmedas, a partir de 1971 (García y Vargas, 1998).

Existe una clara relación entre la condición FITRAS y los valores de frecuencia de la vegetación fluvial (Casco, 2003), sin embargo cada especie puede tener curvas de distribución distintas en tanto el sitio tenga suelos formados por sedimentos pelíticos o arenosos, tal como ocurre en ambos márgenes del curso principal del Bajo Paraná. Además de las diferencias texturales y químicas de los suelos, las curvas de frecuencia para una misma especie pueden ser distintas por el diferente contenido de información (semillas o esporas) que traen las aguas del Paraná (margen izquierda del curso) y del Paraguay, sobre la margen derecha (Fig. 1).



**Fig. 2.** Distribución de las unidades de paisaje con vegetación herbácea y leñosa en una sección del Bajo Paraná comprendida entre 27°18'32'' lat. Sur y 58°38'37'' long. Oeste y 27°56'45'' lat. Sur y 58° 49'21'' long. Oeste. Se sintetizan los reconocimientos realizados en el curso fluvial y en su planicie de inundación. Tramo Corrientes-Empedrado (Fig. 1).

## Comentarios finales

La vegetación es un indicador local sintético de la heterogeneidad del paisaje y, especialmente, del grado de conexión entre distintos sectores del paisaje y el régimen de pulsos. La colonización de un sitio de la planicie, la distribución, crecimiento y producción de la vegetación de la planicie dependen en mayor o menor medida de su posición topográfica y de la frecuencia, intensidad, tensión, amplitud y estacionalidad de las fases del pulso hidrosedimentológico en cada sitio.

Debido a que la vegetación está condicionada en su distribución y abundancia por las perturbaciones extremas que imponen las inundaciones y sequías, es un muy buen indicador de cambios climáticos regionales y globales. Dado que es factible valorar el ajuste entre este indicador (vegetación) y el factor forzante (pulsos) constituye un valioso elemento para el seguimiento de perturbaciones naturales o de disturbios del régimen hidrológico.

## Bibliografía

- Abruzzi Aragão de Oliveira, M. de L. 1998. Análise do padrão de distribuição espacial de comunidades vegetais do Parque Estadual Delta do Jacuí-Mapeamento e subsidios ao zoneamento da unidade de conservação. Tesis del Curso de Pos-Graduación en Botánica. Universidad Federal de Río Grande do Sul. 233 p.
- Cabrera, A. L. 1951. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 4 (1 y 2): 21-65 p.
- \_\_\_\_\_. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14 (1-2): 42. p.
- \_\_\_\_\_. 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En: *Enciclopedia de Agricultura y Jardinería II* (1-2). Buenos Aires. 85 p.
- Cabrera, A. y G. Dawson. 1944. La selva Marginal de Punta Lara en la ribera argentina del Río de la Plata. *Revista del Museo de la Plata* 5 (22): 267-377 p.
- Casco, S. L. 2003. Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección del Bajo Paraná influenciada por el régimen de pulsos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. 1-189 y

anexos.

- Franceschi, E. A. y J. P. Lewis. 1979. Notas sobre la vegetación del valle santafesino del río Paraná (R.A.). *Ecosur* 6, 55-82 p.
- García, N. O. y M. W. Vargas. 1998. The temporal climatic variability in the "Río de la Plata" Basin displayed by the river discharges. *Climatic Change* 38: 359-379 p.
- Irgang, B. E. 1999. Comunidades de Macrófitas Acuáticas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul-Brasil: Um Sistema de Classificação. Tesis Doctoral Universidad Federal de Rio Grande do Sul (Porto Alegre/RS-Brasil) 149 p.
- Junk, W. J.; P. Bayley y R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems: 101-127 p. En: *Proc. of the Internat. Large River. Symp. Canad. Spec. Publ. Fish Aquatic. Sci.* Dodge, D.P. (Ed.).
- Junk, W. J. y M. T. F. Piedade. 1993. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. *Amazoniana* 12 (3/4): 467-484 p.
- Kleerekoper, H. 1944. Introdução ao estudo da Limnologia. Rio de Janeiro, Ministerio da Agricultura/Serviço de Informação Agrícola. 329 p. Série Didática, 4.
- Malvarez, A. I. 1997. Las comunidades vegetales del Delta del río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones del paisaje. Tesis doctoral. 167 p.
- Morello, J. 1949. Las comunidades vegetales de las islas cercanas al Puerto de Rosario. Tesis del Museo de La Plata. N° 133.
- Neiff, J. J. 1975. Fluctuaciones anuales en la composición fitocenótica y biomasa de la hidrofítia en lagunas isleñas del Paraná Medio. *Ecosur* 2: 153-183 p.
- \_\_\_\_\_ 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441 p.
- \_\_\_\_\_ 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol* 26 (1): 167-181 p.
- \_\_\_\_\_ 1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. En: *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. Ana Inés Malvárez Editora. Universidad de Buenos Aires. 97-146 p.
- Neiff, J. J.; M. H. Iriondo y R. Carignan. 1994. Large Tropical South American Wetlands: An Overview. *Proc. of the Internat. Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*: 156-165 p.
- Obrdlik, P. y L. C. García Lozano. 1992. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos abundance in the Upper Rhine alluvial floodplain. *Arch. Hydrobiol.* 124: 205-224 p.
- Placci, L. G. 1995. Estructura y comportamiento fenológico en relación a un gradiente hídrico en bosques del este de Formosa. Tesis Doctoral Universidad Nacional de La Plata. 150 p.
- Taylor-Golder-Consular-Connal. 1996. Evaluación del impacto ambiental del mejoramiento de la hidrovía Paraguay-Paraná. Módulo B2. Diagnóstico Integrado preliminar. Volumen 5.

