

## EL CONCEPTO DE "PULSO DE INUNDACION" EN RELACION A LAS PLANICIES ALUVIALES DEL SISTEMA FLUVIAL PARANA-PARAGUAY

Argentino A. BONETTO\* e Irene R. WAIS

**SUMMARY** The flood-pulse concept in relation to alluvial valleys of the Paraná-Paraguay fluvial system.

The present study deals with the floodplains occurring in the Paraná-Paraguay fluvial system, with special emphasis on their degree of fitness to the "flood-pulse" concept proposed by Junk et al. (1989). "Fringe" floodplains of different stretches of the Paraná river and of the lower reach of the Paraguay were found to keep many similarities. Instead, both the Upper Paraguay's *Pantanal* and the Paraná's Delta pose problems that require specific studies in order to interpret correctly, and eventually adjust, the "pulse" concept, as well as to better assess its effects on the river's productivity.

### INTRODUCCION

Los grandes ríos y en particular los del Hemisferio Sur, han venido recientemente a ocupar un lugar de preminencia en los estudios limnológicos ya que generalmente plantean muchos problemas teóricos y aplicados. Lamentablemente, debido a su magnitud, complejidad y problemas jurisdiccionales, resulta dificultoso desarrollar en ellos estudios extensivos a la vez que de una adecuada tratativa. Aunque los conocimientos limnológicos sobre los grandes ríos resulten así insuficientes como para estimar su grado de ajuste a los lineamientos descriptivo-funcionales y alcances predictivos de diversas teorías modernas (p.e. "The river continuum concept", Vannote et al., 1980), diferentes estudios llevan a descartar la posibilidad de grandes coincidencias. Un fuerte apoyo a estas conclusiones pueden encontrarse en los trabajos de Junk et al., 1989, relativos al concepto de "pulso de inundación" enunciado con aplicación comparada a los ríos Amazonas y Mississippi.

Siguiendo el esquema comparativo propuesto por tales autores para la mejor consideración de este concepto, el objetivo del presente trabajo es hacer extensivo tal análisis al sistema Paraná-Paraguay. Por lo tanto, y aún a riesgo de caer en la necesidad de alguna reiteración, se propone establecer los variados alcances de estas consideraciones teóricas en tales ríos, y contribuir con algunas informaciones

\*Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET. Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia" e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, A. Gallardo 470 (1045) Buenos Aires, Argentina.

ECOSUR	Argentina	ISSN 0325-108X	v. 16	n. 27	págs. 85-98	1990
--------	-----------	-------------------	-------	-------	----------------	------

complementarias sobre la organización y funcionalidad de sus planicies de inundación.

### *Paraná Superior*

Aunque a menudo afectadas por el gran sistema de represas construido en el Paraná Superior, se encuentran en este tramo planicies aluviales de diversas características. Entre ellas se destaca la llamada "Planicie aluvial del Paraná Superior" que se extiende a los territorios de los estados de São Paulo, Paraná y Mato Grosso do Sul en Brasil, cubriendo unos 15.000 km<sup>2</sup> a unos 250 m s.n.m. Estas formaciones acompañan al río Paraná desde la presa de Jupuí aguas abajo hasta las cercanías de la represa de Itaipú. Su relieve es de tipo tabular característico de la cuenca del Paraná Superior. Los depósitos aluviales son de considerable importancia y ocurren en tres diferentes niveles topográficos: el inferior corresponde a sedimentos recientes, sucediéndole terrazas aluviales en barrancas, y por último las terrazas coluvio-aluvionales. En estas áreas los ríos más importantes son el Paranapanema y el Ivaí sobre la margen izquierda, y el Pardo y el Ivinheima, en la derecha. Estas planicies aluviales (tipo "fringe floodplain", Welcomme, 1979, 1985) son de formación reciente, conformando asociaciones de cuerpos de agua leníticos y semileníticos, que son periódicamente inundadas por el río. Comprende riachos, lagunas frecuentemente elongadas (unos 2.000 m) o de formas corrientes, con una profundidad que oscila entre 1,5 y 4,5 m. Característicos son los valores de conductividad, inferiores en promedio anual a los 30  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , y las notorias caídas periódicas de los porcentajes de saturación del oxígeno disuelto, estando ambos parámetros en estrecha dependencia de los incrementos de los niveles de las aguas del río durante las crecientes. Los nutrientes presentan relativamente bajos valores y tienden a incrementarse sobre todo con el comienzo del ingreso de las aguas de inundación o períodos lluviosos.

También es de mencionar la planicie descrita por Gandolfi, 1971, 1981, para el río Mogi-Guassú (afluente del Pardo, que desemboca en el Grande, S.P). El río, por factores geológicos, a lo largo de 40 km conforma una planicie de meandros de características muy particulares. Estos "madrejones" ("ox-bow" lakes) vendrían a representar verdaderas "nursery areas" para los peces jóvenes (Galeti Jr. et al., 1990).

### *Alto Paraná*

En el Alto Paraná las planicies de inundación poseen un escaso a moderado desarrollo y, en el subtramo E-W, están sometidas en forma creciente a la influencia de la represa de Yacretá. La margen paraguaya es aquí muy estrecha y se halla conformada por sedimentos arenosos poco cementados y sueltos, pudiendo acompañarse con franjas estrechas y densas de vegetación acuática.

Sobre la margen argentina se hacen presentes estrechos depósitos de gredas y areniscas, donde se puede distinguir una planicie aluvial angosta en las cuales se encuentran escasos cuerpos de agua de tipo lenítico, más o menos aislados por

albardones, algunos estudiados someramente por el CECOAL, como es el caso de la laguna Sirena (CECOAL, 1977; 1979).

### *Paraná Medio e Inferior*

La más importante planicie de inundación del tipo “fringe floodplain” es la que se desarrolla en el Paraná Medio e Inferior. Se inicia en las proximidades de la confluencia del Paraná y el río Paraguay, y se extiende por la margen derecha del Paraná Medio. Por la izquierda, las barrancas pueden alcanzar notable altura y continuidad (Fig. 1), llegando a alcanzar entre 60 y 80 m s.n.m. Contrariamente, la margen derecha es baja y se halla pobremente definida. En el Paraná Inferior, las

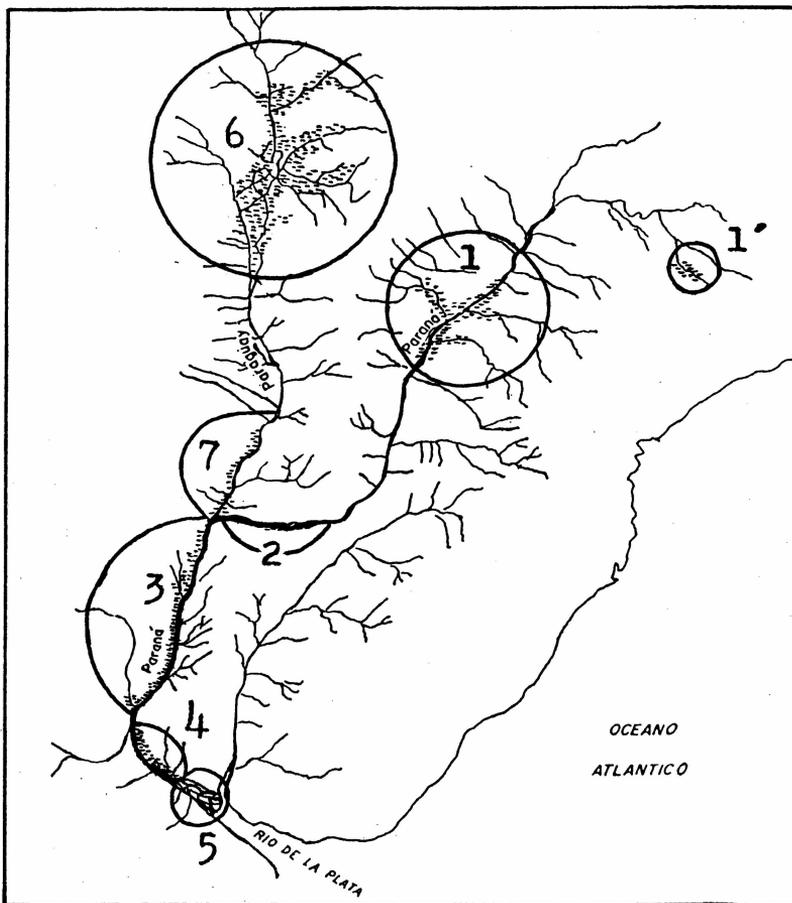


Fig. 1.-- Ubicación de las planicies de inundación del Paraná-Paraguay. 1 y 1': Paraná Superior; 2: Altq Paraná; 3: Paraná Medio; 4: Paraná Inferior; 5: Delta; 6: Pantanal; 7: Paraguay Inferior.

barrancas cambian de posición, estableciéndose en la margen derecha, en tanto que la planicie de inundación se extiende por la izquierda.

El río Paraná, después de la confluencia con el Paraguay alcanza una anchura de 4.200 m en Corrientes, 2.500 m en Bella Vista, 2.300 m en Santa Fe y 2.000 m frente a Rosario. Contrariamente, la planicie aluvial aumenta su sección general desde Confluencia aguas abajo, alcanzando los 13.000 m en Corrientes, 13.500 m en Paraná y 56.000 m en la sección Rosario-Victoria (Soldano, 1947). En su desarrollo aguas abajo, el Paraná Inferior y su planicie de inundación, ensamblan con el Delta en una formación alargada y compleja, considerada más adelante.

Las márgenes barrancosas del Paraná Medio (e incluso del Inferior) le impiden comportarse como un río aluvial libre ya que se encuentra en gran parte orientado por tales formaciones donde el cauce del río presenta una tendencia pronunciada a adherirse a las mismas, particularmente cuando tales barrancas resultan de una alineación recta. Probablemente el efecto de Coriolis resulte uno de los más importantes factores que impulsan las aguas hacia la barranca de la margen izquierda (Bonetto y Wais, 1989; Bonetto, en prensa). En UN-PNUD, 1976, se hace referencia también a la aceleración de Coriolis, señalándose que quizás explique la tendencia del tramo inferior y Delta del río a orientarse hacia su posición oriental.

La planicie de inundación del Paraná Medio constituye seguramente la mejor estudiada del sistema Paraná-Paraguay, particularmente desde el punto de vista limnológico. El Instituto Nacional de Limnología (INALI) y el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), han realizado numerosos trabajos de amplia cobertura que eximen de mayores comentarios respecto a las principales características estructurales, hidrológicas, geomorfológicas, de organización y composición biótica, sus relaciones periódicas con el río e influencia de estas planicies de inundación en la bioproduktividad y su contribución a la del sistema fluvial.

En lo esencial están conformadas por depósitos aluviales que originan progresivamente bancos de arena, islotes e islas que pueden desaparecer o, si los procesos de acreción se afirman, vincularse a otras islas preexistentes o integrarse con las grandes islas ya adosadas que van conformando el valle aluvial. En los puntos en que se contactan estas islas se originan, por lo común, cuerpos de agua de tipo lenítico o semilenítico de variadas conformaciones, predominando los alargados, a veces un tanto digitiformes y comparativamente más extensos y profundos. Estos contrastan así con los más redondeados y playos como las lagunas, madrejones (ox-box lakes) y otros que reflejan diversas situaciones de su proceso evolutivo.

Típicamente, la creciente anual en sus fases de ascenso y descenso va labrando las planicies aluviales dando lugar a diversos tipos aunque, en términos generales, pueden comprenderse entre las "planicies de bancos" (las más recientes) y "planicies de drenaje impedido" (que representarían las fases senescentes de la evolución de las anteriores). Entre ellas, puede reconocerse un conjunto de morfologías variadas según la velocidad de la corriente sobre la planicie y en relación con las posibilidades locales de drenaje y otros factores, incluyendo las formas de segregación por erosión y su recomposición en mosaicos más o menos complejos.

El rasgo fundamental de estas planicies es la de ser inundadas periódicamente mediante la creciente anual del río, de modo que las resultantes físico-químicas propias del ambiente producen una respuesta característica de las comunidades bióticas (Bonetto, 1976). El concepto de "pulso" (Junk et al., 1989), define, integra y discute algunas de las múltiples e importantes influencias de las crecientes en su articulación con el valle aluvial. Tal "pulso" representa la principal fuerza que controla la biota y determina la bioproductividad del río, desarrollada fundamentalmente en las planicies de inundación y, en este sentido, el concepto de "pulso" resulta o resultaba de aplicación cabal al río Paraná Medio e Inferior y sus planicies de inundación.

### *Delta*

El Delta paranense conforma un área alargada de una longitud de 320 km y se extiende hasta el Río de la Plata en un frente de poco más de 60 km, cubriendo una superficie de unos 14.000 km<sup>2</sup>. El cauce principal del Paraná Inferior, a partir de San Pedro, se va apartando sesgadamente de la margen derecha del valle, contactándose con el Ibicuy de la margen contraria, originando el núcleo de los brazos deltaicos. Hacia el S tiende a ubicarse el Paraná de las Palmas y hacia el N el Paraná Guazú y entre ellos el Bravo, Miní, Carabelas, Capitán y brazos menores que alcanzan directamente el Río de la Plata. A esto cabe sumar una amplia red de canales artificiales que se hace intrincada hacia el S para facilitar el drenaje y la navegación en el área más poblada del Delta.

Este ocupa un amplísimo valle de erosión de origen tectónico contenido entre la barranca del Ensenadense (Pleistoceno) por el S y el Entierriense (Terciario Superior) por el N. El basamento cristalino se encuentra a los 150 m (Bonfils, 1962), en tanto que los depósitos superiores reflejan la compleja historia del Terciario y Cuaternario. Por encima, y hasta una profundidad de 20 m aparece una cubierta de fangos arenosos, arcillosos, grises, marinos, con acumulación local de materia orgánica y turba de especies de *Thypha* y *Scirpus* (INTA, 1963). Este depósito habría sido sedimentado durante la ingresión del mar Samborombonense (Holoceno), que alcanzó a llegar a Santa Fe-Paraná (Groeber, 1961), con salinización de los acuíferos correspondientes.

En los brazos deltaicos del Paraná —en áreas no muy contaminadas— la conductividad alcanza valores que oscilan entre 100-150  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , aunque local y circunstancialmente pueda alcanzar los 200  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . El pH se encuentra entre los 7,0-7,3 unidades; el OD alcanza el 70-80% de saturación y los sólidos suspendidos llegan a 70-200 mg l<sup>-1</sup>, aunque pueden excepcionalmente ser inferior o sobrepasar estos valores. El disco de Secchi oscila entre unos 5-50 cm. La tipología iónica relativa de las aguas cambia un poco respecto de los tramos precedentes (Na > Ca y SO<sub>4</sub> > Cl). Las aguas resultan así "bicarbonatadas-sódicas" con sulfatos y cloruros considerablemente incrementados.

En términos generales las áreas deprimidas y fácilmente anegadas ocupan un 80% de la superficie, contra un 20% de albardones o áreas no anegadas. Los ambientes

lenfíticos y pantanosos de la región son por lo común muy someros, extensos e irregulares, desarrollándose profusamente en el relieve plano cóncavo propio de la planicie deltaica. En oportunidades, y sobre todo en relación a los albardones de los brazos del Paraná o de otros ríos y riachos, pueden desarrollarse “lagunas” más profundas, aunque marginalmente se encuentren densamente vegetadas por juncuales, sobre todo por *Scirpus giganteus* y *Schoenoplectus californicus*, a veces circundados también por vegetación flotante de *Eichhornia* spp, rodeando espejos relativamente pequeños pero que pueden oscilar entre 1,5 y 3,5 m de profundidad. En estos ambientes la conductividad tiende a ser mayor, reduciéndose en cambio el OD, el pH y los sólidos suspendidos. La tipología iónica es muy similar a la del río. Cubriendo muy amplias superficies se encuentran los pajonales (*S. giganteus* y *Zizaniopsis bonariensis*) generalmente definiendo áreas subnegadas y pantanosas, que en sus partes más elevadas pueden relacionarse con ceibales de *Erythrina cristagalli*.

En lo relativo a las comunidades bióticas del limnóbios representa un área compleja e inestable, además de estar bastante afectada por los fenómenos de polución y eutrofización. Los estudios realizados tienden a indicar una especie de concentración de material biótico que raramente puede estimarse como propio, y con variada posibilidad de colonizar estos ambientes, lo que por otra parte resulta corriente en los deltas. Los peces que transitan por los brazos deltaicos, del mismo modo, parecen en su mayoría sólo ejemplares en tránsito entre los tres grandes ríos (Paraná, Río de la Plata y Uruguay). Los peces sedentarios de ambientes lenfíticos raramente revisten importancia.

El Delta paranense —pese a que los lugareños han conseguido desarrollar importantes explotaciones (maderas blandas, frutihortícolas y ganaderas)— resulta un área fácilmente inundable en mayor o en menor grado. Las inundaciones derivan de las crecientes del Paraná (aunque muy amortiguadas), las lluvias normales (1.000 mm), mareas y dificultades de drenaje. A esto cabe sumar las temidas “sudestadas”, meteoro causado por los fuertes vientos y copiosas lluvias que tienden a propagarse en estas áreas, a las que pueden cubrir por completo, como ocurriera en 1905 y 1940 (Soldano, 1947).

### *El Pantanal*

El Pantanal constituye una dilatada planicie de inundación del tipo “internal delta” desarrollada en el tramo superior del río Paraguay por fracturación y subsidencia de un gran bloque derivado de los procesos de la orogenia andina frente a la resistencia del Escudo Cristalino brasileño. Se desarrolla con una predominante dirección N-S y en conjunto cubre una superficie de unos 140.000 km<sup>2</sup>, estando cubierto por depósitos arenosos con variadas cantidades de limo y limos arcillosos. Muy característico del Pantanal es un gradiente topográfico muy reducido, aunque con considerables diferencias sectoriales. Tricart y Frecaut, 1983, estiman 13,6 cm/km en la dirección N-S y de 35 cm/km en dirección E-W. Adámoli, 1988, menciona extensas áreas con valores medios de sólo 1,5 cm/km. Los suelos son hidromórficos

y frecuentemente presentan drenaje limitado, circunstancia que influye en incrementar las inundaciones propias de la región.

La totalidad del área presenta una remarcable irregularidad temporal y espacial en su régimen de precipitaciones. Estas oscilan entre 900 y 1.300 mm anuales, por el N, E y S pudiendo llegar hasta 2.000 mm anuales.

En el área del Pantanal, los afluentes más importantes del Paraguay se disponen conformando una especie de abanico que confluye hacia el W, y en el medio de la línea de longitud del Pantanal. En períodos de intensas lluvias el agua proveniente de esta red fluvial desborda e inunda amplios sectores del Pantanal. Una parte se infiltra y se desplaza muy lentamente en su trayectoria de drenaje; otra conforma extensas áreas inundadas que están sometidas a una fuerte evaporación/evapotranspiración con tendencia a desecarse con rapidez en caso de recibir reducidos aportes de lluvias que las sustenten; parte alimenta las grandes lagunas permanentes propias de la región (Uberaba, Gafba, Mandioré, Castello, etc.), que aunque permanentes reducen su superficie con rapidez. Entre los rasgos hidrológicos y limnológicos más destacados del Pantanal merecen señalarse:

1) El retardo de las aguas del Paraguay le acuerda un módulo bastante regular (4550 m/s) transformando su pico de creciente de estival a invernal; 2) En las crecientes los sólidos suspendidos son retenidos en los sedimentos de la llanura de inundación y, como consecuencia, sus aguas presentan el carácter atípico de una máxima transparencia durante las crecientes (C. Bonetto et al., 1981; Bonetto, 1986; Bonetto y Wais, 1989); 3) Son características extensas áreas con pequeñas cuencas lagunares llamadas "bañas" correspondientes a sectores deflacionados. Algunas colocadas en áreas más elevadas suelen salinizarse ("salinas"). Las aguas son alcalinas y la conductividad oscila entre 25 y 200  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en las "bañas", en tanto que pueden decuplar los valores en las "salinas"; 4) En el Pantanal se suele producir con cierta regularidad una fuerte mortandad de peces, llamada "deuada" o "diquada", que se relaciona con una rápida reducción de los niveles de agua después de la inundación, asociados a procesos de desoxigenación de las aguas (Bonetto y Wais, 1989); 5) El Paraguay nace en la Chapada de Parecís, que lo separa de los afluentes de la margen derecha del Amazonas. La separación de las cuencas no es categórica y en períodos de grandes lluvias se pueden conectar ambos ríos. Esta conexión permite un fluido intercambio de diversos componentes bióticos, especialmente peces, lo que determina que el Paragúay posea en el tramo superior la mayor diversidad íctica del sistema Paraná-Paraguay (C. Bonetto et al., 1981; Bonetto y Castello, 1985; Bonetto, 1986).

### *Paraguay Inferior*

La planicie aluvial del Paraguay Inferior resulta bastante estrecha aunque presenta una conformación considerablemente diferenciada en sus unidades geomórficas, en lo que influye probablemente con muchos mayores efectos que los supuestos el enorme remanso hidrodinámico que se genera en el área de su confluencia con el Paraná, así como los sólidos suspendidos del Bermejo. Planicies de meandros,

sistemas de barras de configuraciones muy abiertas, y madrejones que en creciente pueden adquirir caracteres lóticos y cubrir cerca del 60% de la planicie (Drago, 1990) resultan característicos de esta formación aluvial.

## CONSIDERACIONES FINALES

El concepto de “pulso de inundación” propuesto por Junk et al. 1989, representa una idea que surge naturalmente, con clara certeza de sus fundamentos básicos. Precisamente por esta general certidumbre resulta de muy importante significación en el estudio de los sistemas fluviales, particularmente de los grandes ríos con extensas planicies de inundación.

No obstante la mecánica del proceso, la respuesta de la biota y grado de ajuste del concepto enunciado a las muy distintas situaciones que pueden presentar estos ríos puede variar mucho. Esto ocurre fundamentalmente por las diferentes características de origen, evolución y organización en relación a la geología, suelos, régimen hidrológico, hidroquímica, territorios que atraviesa, sus climas, y en especial, de la funcionalidad que corresponde a tales planicies de inundación, que también pueden variar mucho en estos y otros aspectos aún dentro de los diferentes tramos de un mismo sistema fluvial.

Tal circunstancia proporciona mucho interés al estudio comparado de estos ríos así como a las distintas planicies de inundación que puede presentar un mismo río de importante extensión y caudal como el Paraná, considerando a la vez su grado de ajuste a los lineamientos básicos del concepto de “pulso” y su “respuesta” estimada en términos de impacto en la biota y bioproductividad.

De tal modo, las planicies de inundación del Paraná Superior y las del Paraná Medio e Inferior —que corresponden en lo esencial al tipo “fringe floodplain”— presentan un buen ajuste al concepto de “pulso”, en particular la del Paraná Medio, incluyendo la respuesta general esperada en su bioproductividad y proyección en el sistema fluvial.

No obstante, en la actualidad la influencia del gran número y magnitud de las represas levantadas en el Paraná Superior (y aún en el Alto Paraná) están afectando sustancialmente tal funcionalidad. En este momento los niveles de estiaje del río se van incrementando sustancialmente, así como se reducen las alturas de las crecientes (Arduino, 1990). Además, los “pulsos” pueden ser variados y presentarse prácticamente en cualquier período del año, lo que concurre a alterar y reducir los procesos mencionados, propios de su dinámica básica, y a perturbar la temporalidad de muchos de los procesos bioproductivos (Bonetto y Castello, 1989; Bonetto y Wais, 1989).

En cambio, las correspondientes al Delta (tipo “coastal delta”) tienden a difuminar en grado variable el concepto de “pulso”, por su amortiguación en la gran complejidad de la red de brazos fluviales y canales, y las dificultades del drenaje, el régimen de mareas y eventualmente por las fuertes “sudestadas” que lo pueden inundar por completo. Es indudable que el pulso paranense —cuando alcanza a manifestarse sin complicaciones— incide favorablemente en el desarrollo de la biota en condiciones normales, lo que resulta, entre otros aspectos, de especial interés al régimen de los

nutrientes (C. Bonetto, com. pers.). En lo relativo al Pantanal del Paraguay Superior, constituye una planicie arenosa-limosa que posee gradientes topográficos muy reducidos, de modo que en períodos de intensas lluvias el río Paraguay y sus afluentes desbordan rápidamente y el agua se extiende por muy amplias superficies, tendiendo a infiltrarse y desecarse con rapidez por evaporación y evapotranspiración. Estos

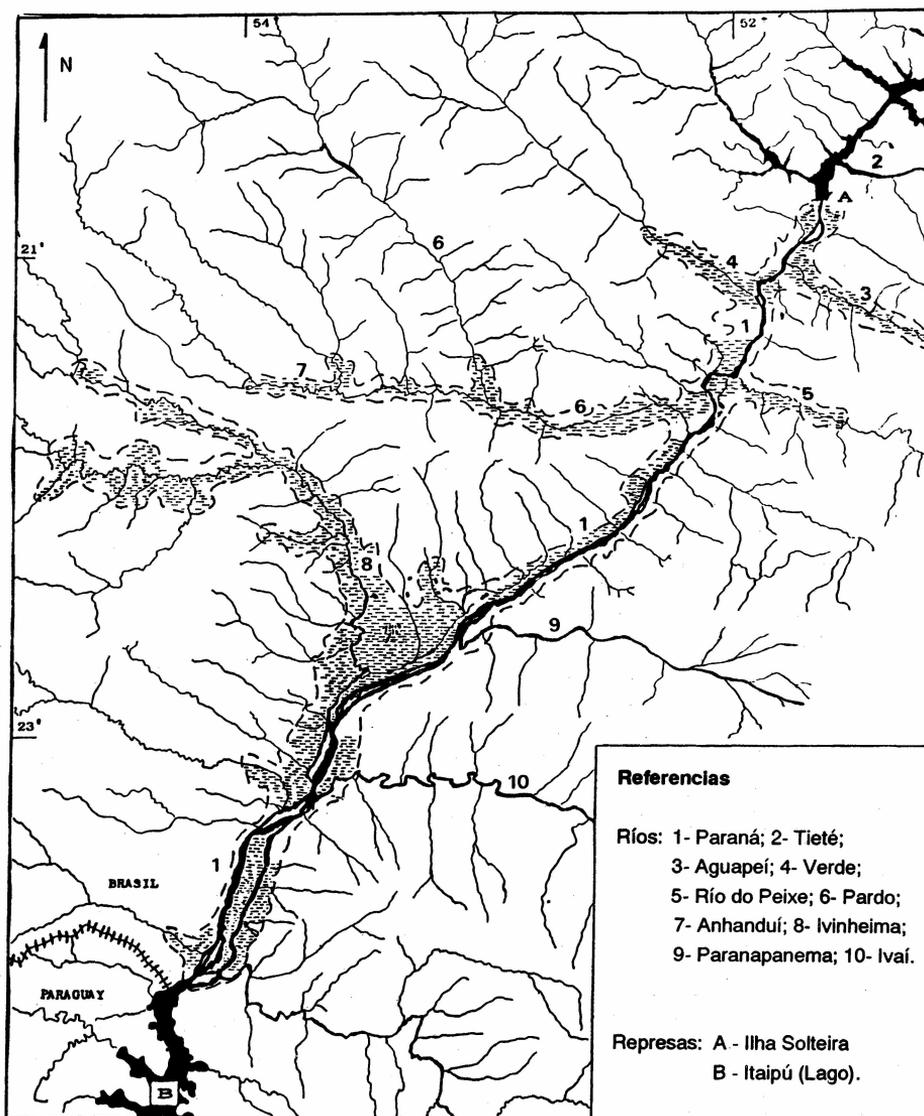


Fig. 2.- Planicie de inundación del río Paraná Superior (Estados de Sao Paulo, Paraná y Mato Grosso do Sul, Brasil). Modificado de USP-UICN-F. Ford, 1990.

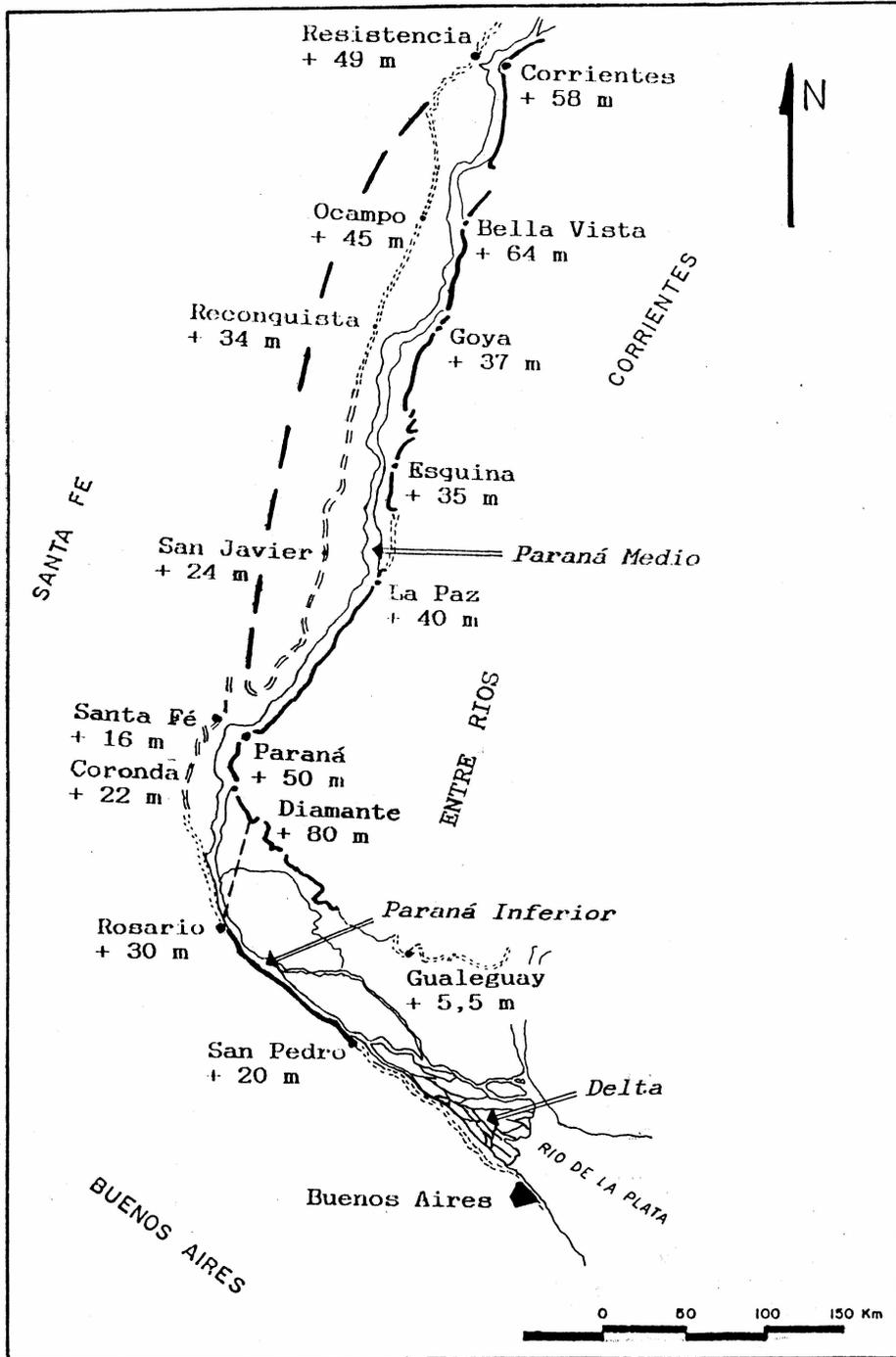


Fig. 3.- Mapa esquemático del valle del río Paraná Medio e Inferior, destacando las barrancas que limitan el valle de inundación. Modificado de UN-PNUD, 1976.

— — — Límite aproximado de la terraza aluvial anterior del río Paraná

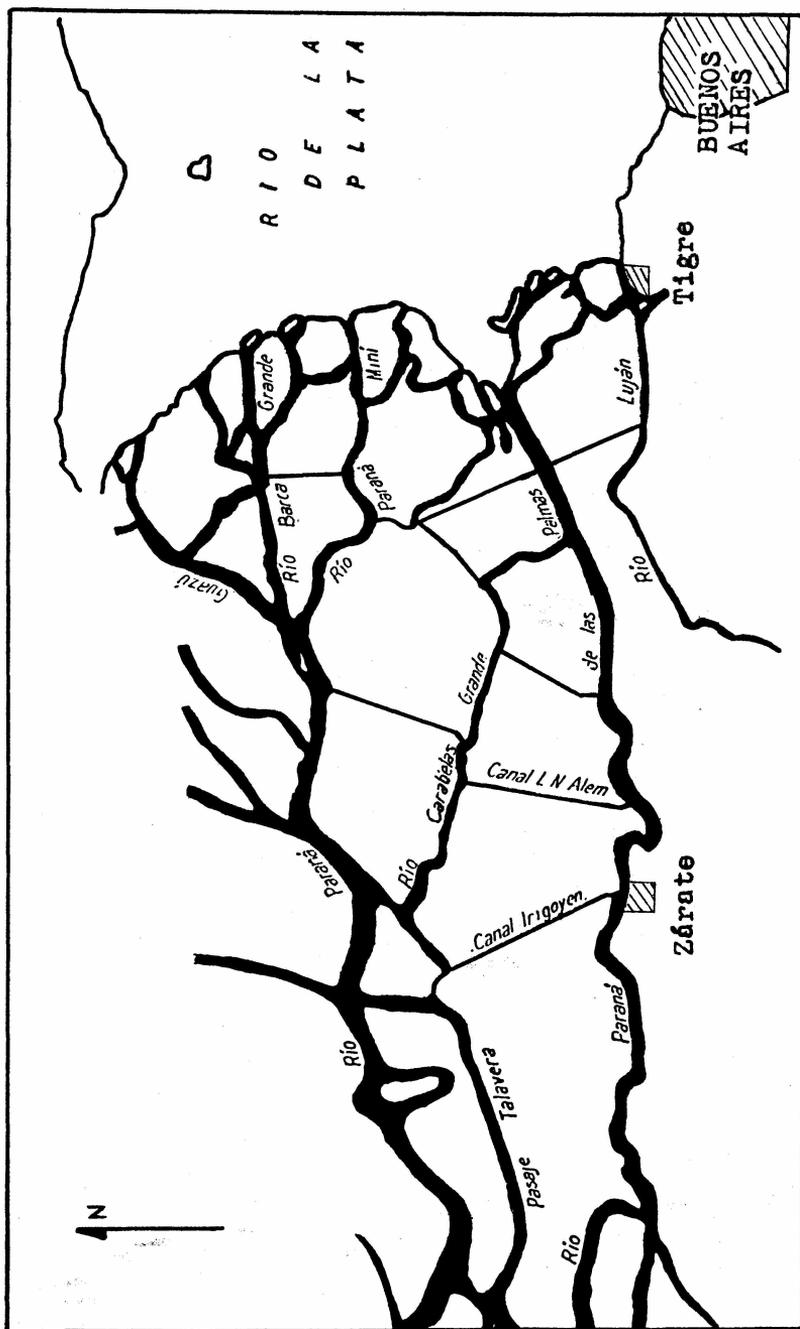


Fig. 4.- Mapa esquemático del Delta del río Paraná, destacándose algunos de los principales canales de drenaje y navegación.

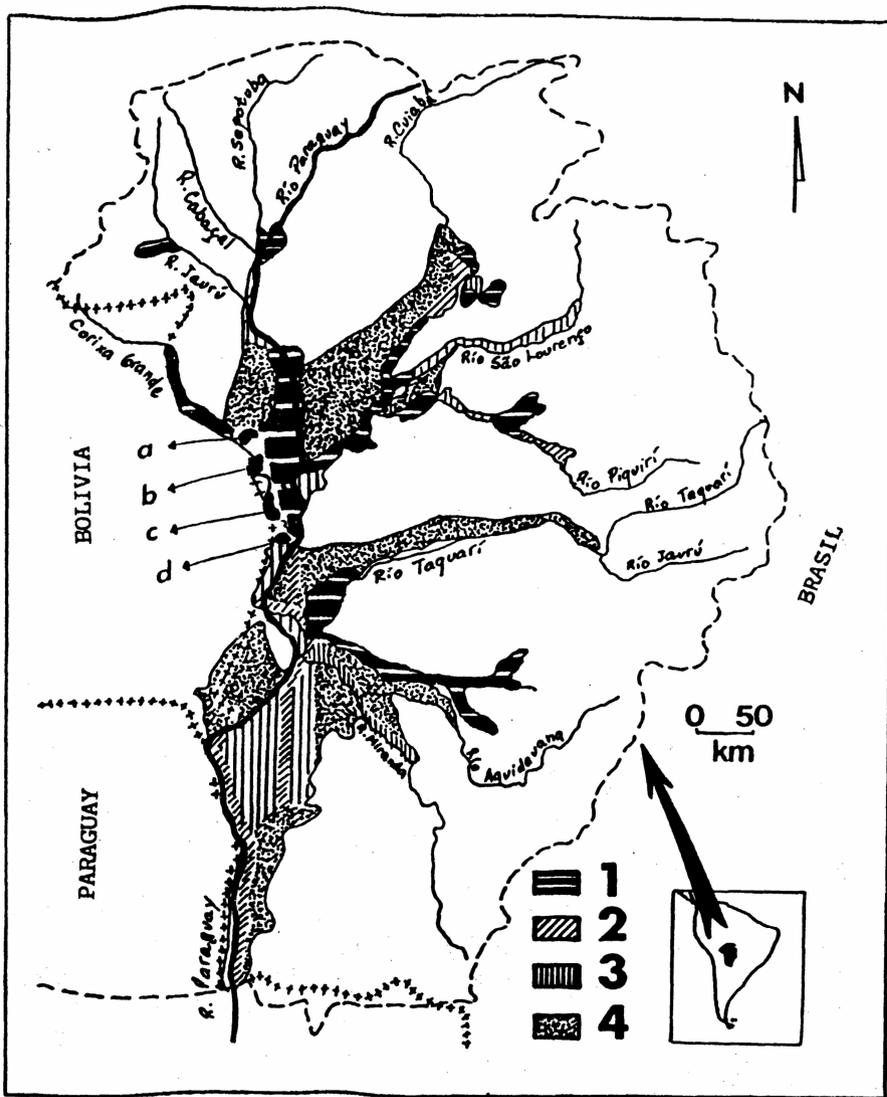


Fig. 5.- Cuenca superior del río Paraguay (Pantanal) y sus principales áreas inundables. 1- Zona de lagos, lagunas y pantanos permanentes (a, laguna Uberaba; b, laguna Gaíba; c, laguna Mandioré; d, laguna Castelo). 2- Areas inundadas por los ríos principales en los períodos de aguas medias. 3- Areas completamente inundadas por los ríos principales en períodos de aguas altas. 4- Areas parcialmente inundadas por los ríos principales en períodos de aguas altas. Modificado de Tricart & Frecaut, 1983.

procesos pueden asociarse y aún ser parcialmente compensadas por las lluvias locales. El agua infiltrada llega a reencauzarse en el sistema fluvial dejando a su paso una significativa pérdida de sedimentos, sales, nutrientes y grandes masas de vegetación acuática, que se deseca o puede subsistir en áreas limitadas. Además, el pulso del Paraguay se desfaza unos seis meses antes de alcanzar el Paraná.

Aunque este río genera de esta manera un pulso de muy vaga conceptualización, no deja duda acerca de su fuerza y efectos sobre la biota. No obstante, es difícil discernir el real alcance de los aspectos positivos en la vasta gama de fenómenos limnológicos involucrados en el proceso. La complejidad se incrementa con cierto régimen de variaciones plurianuales que podrían tener una influencia de importancia en muchos de estos fenómenos, incluyendo una inclinación hacia situaciones de acentuación de tendencias endorreicas-exorreicas (Tricart y Frecaut, 1983).

Como puede apreciarse, las planicies aluviales del sistema Paraná-Paraguay resultan bastante diferenciadas en su tipo, extensión, ajuste a los lineamientos clásicos de los procesos de inundación y estiaje, así como en lo relevante de sus efectos en la bioproduktividad general y en especial la del río.

El concepto de "pulso" así considerado implica un punto de partida prácticamente obligado para tales estudios, sin plantear el requerimiento de objetivos o exigencias técnicas que se ubiquen más allá de la capacidad operativa de las investigaciones limnológicas convencionales.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAMOLI, J. 1988. Sistema de alarma para prevención de peligros de inundación del Pantanal matogrossense (Brasil). Mitigación de peligros debido a eventos naturales extremos en América. Mem. Conf. y Taller Internacional sobre Desastres Naturales. Publi. Depto. Ing. Univ. Puerto Rico, Mayaguez.
- ARDUINO, G. 1990. Hidrología de la Cuenca del Río de La Plata. *Interciencia* 15 (6): 373-377.
- BONETTO, A. A. 1976. Calidad de las aguas de río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. Dir. Nac. de Constr. Portuarias y Vías Navegables, INCYTH, PNUD, ONU, Argentina. 202 p.
- 1986 a. Fish of the Paraná system. In B.R. Davies & K. F. Walker (eds.): *The Ecology of River Systems*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands, 573-588.
- 1986. The Paraná River System. In B. R. Davies & K. F. Walker (eds.): *The Ecology of River Systems*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands, 541-556.
- BONETTO, A. A. y CASTELLO, H. P. 1985. Pesca y Piscicultura en aguas continentales de América Latina. OEA, Progr. Regional de Desarrollo Cient. y Técn., Serie Biología, Monografía 31. 118 p.
- BONETTO, A. A. y WAIS, I. R. 1989. Las grandes planicies aluviales del sistema potámico Paraguay-Paraná. Características estructurales, funcionalidad, preservación y manejo. Seminario Internacional: Hidrología de Grandes Llanuras. UNESCO, CONAPHI, Buenos Aires, 27 p.
- 1990. The Paraná river in the framework of modern paradigms of fluvial systems. *Acta Limnol. Brasil* 3: 139-172.
- BONETTO, C. A.; BONETTO, A. A. y ZALOCAR, Y. 1981. Contribución al conocimiento limnológico del río Paraguay en su tramo inferior. *Ecosur*, Argentina, 8 (16): 55-88.
- BONFILS, C. 1962. Los suelos del Delta del río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. *Rev. Invest. Agrícolas*, INTA 16 (3): 257-270.
- CECOAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral). 1977. Estudios ecológicos en el área de Yacyretá. Informe de Avance N° 2, Corrientes. 204 p.
- CECOAL-EBY. 1979. Estudios ecológicos en el área de Yacyretá. Informe de Avance N° 3,

- Buenos Aires. 152 p.
- DRAGO, E. 1975. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraguay Inferior. *Asoc. Geol. Arg., Revista* 30 (3): 217-222.
- GALETTI Jr., P. M.; ESTEVES, K. E.; LIMA, N. R. W.; MESTRINER, C. A.; CAVALLINI, N. M.; CESAR, A. C. G. y MIYAZAWA, C. S. 1990. Aspectos comparativos da ictiofauna de duas lagoas marginais do rio Mogi-Guaçu (Alto Paraná - Estação Ecológica do Jataí, S.P). *Acta Limnol. Brasil.* 3 (2): 865-885.
- GANDOLFI, N. 1971. Bacia do Mogi-Guaçu: Morfometria da drenagem, sedimentologia e investigações físico-químicas. Anais 1º Congr. Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. Lisboa. Madrid. 731-749.
- 1981. Transporte de sedimento e sedimentação. Anais Reunião Ecologia e Proteção de Aguas Continentais, São Carlos, Brasil. 139-150.
- GROEBER, P. 1961. Contribuciones al conocimiento geológico del Delta del río Paraná y alrededores. *Anales CIC* 2: 11-53.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1963. Proyectos de fomento agrícola del Delta del Paraná por los técnicos de NEDECO (Holanda). *Bol. Delta del Paraná* 3 (4): 3-112.
- JUNK, W. K.; BAYLEY, P. B. y SPARKS, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In D. P. Dodge (eds.): *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
- SOLDANO, F. A. 1947. Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina. Parte I. El río Paraná y sus tributarios. *Cimera*, Buenos Aires. 264 pp.
- TRICART, J. y FRECAUT, R. 1983. Le Pantanal: un exemple de plaine ou le reseau hydrographique est mal defini. In M. C. Fuschini Mejía (ed.): *Proceedings of the International Symposium on the Hydrology of Large Flatlands. April 1983, Olavarría, Argentina. International Hydrological programme*, Buenos Aires, Argentina, T. 3: 1475-1513.
- UN-PNUD, 1976. Mejoramiento de la navegación del río Paraná. Informe Final. Volumen II - Apéndices.
- USP-UICN-F. FORD. 1990. Inventario de áreas úmidas do Brasil-Programa de Pesquisa e Conservação de áreas úmidas no Brasil. São Paulo. 450 p.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R. y CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
- WELCOMME, R. L. 1979. The fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London. 317 p.
- 1985. River fisheries. FAO Fisheries Tec. Paper. 262, Rome. pp. 1-330.