

ESTUDIOS HIDRO-ECOLÓGICOS EN EL RÍO PARANÁ MEDIO: CRECIENTES, TEMPERATURAS Y SOSTENIBILIDAD DE LA ICTIOFAUNA

Ana P. Rabuffetti, Elie Abrial, Mario L. Amsler y Luis Espínola

Instituto Nacional de Limnología (Laboratorio de Hidroecología)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Ciudad Universitaria, RN No. 168, km. 2,5, Santa Fe – Argentina.
E-mail: anitapia_07@hotmail.com, elieab@live.fr, mamsler2003@yahoo.com.ar, luisespo00@hotmail.com

Introducción

Es sabido que tanto la dinámica fluvial como la temperatura del agua, parecen ser los principales impulsores físicos para el sostenimiento de las poblaciones ícticas, en particular en grandes ríos con planicies aluviales (Poff y Ward, 1989).

Durante la fase de inundación, la planicie y el cauce se conectan permitiendo los intercambios laterales de nutrientes y organismos (Junk et al., 1989). Una mayor conectividad entre los ambientes inundables, incrementa el número de zonas de cría (nursery) para la fauna íctica e impulsa una elevada diversidad de especies (Winemiller, 2005). En cambio, durante la fase de aguas bajas y medias, las zonas aluviales de mayor elevación comienzan a desconectarse de los otros cuerpos de agua, lo que conduce al confinamiento de los organismos acuáticos dentro de estos hábitats durante períodos de tiempo variables. En estas circunstancias, a medida que se incrementa paulatinamente el aislamiento de los cuerpos de agua, se produce un flujo de materiales desde la planicie hacia el río.

Numerosas especies ícticas migradoras de largas distancias (LM), tanto en zonas tropicales y templadas, presentan un alto grado de sincronización entre su ciclo reproductivo y la dinámica del flujo de ríos estacionales (Agostinho et al., 2004). Dado que la temperatura varía relativamente poco en regiones tropicales/subtropicales, el régimen fluvial y las inundaciones periódicas en la planicie, adquieren un rol central impulsando las migraciones, reproducción y desove de esas especies determinando, por lo tanto, su reclutamiento (Junk et al., 1989, entre otros). En la región del Paraná Medio (subtropical/templada con oscilaciones térmicas más pronunciadas), las inundaciones estacionales originadas por precipitaciones y coincidentes con el calentamiento de primavera, generan las condiciones más favorables para el éxito en el reclutamiento (mayor producción de juveniles) de las especies de importancia comercial, la mayoría de ellas, LM (Winemiller, 2005; Rossi et al. 2007).

Dentro de este marco, en este trabajo se presentan los primeros resultados y conclusiones en cuanto a las características de las crecientes óptimas necesarias para la preservación de las mayores pesquerías continentales de importancia comercial de Argentina, las localizadas en el tramo medio del río Paraná. Para ello se utilizaron series de datos hidroclimáticos y biológicos las cuales, en conjunto, cubren cerca de 110 años de mediciones. También se empleó información referida al accionar humano sobre la ictiofauna a fin de discriminar eventuales efectos antrópicos sobre los resultados.

Aspectos metodológicos

El área de estudio comprende el tramo medio del río Paraná y su planicie aluvial. Se extiende a lo largo de 707 km entre la desembocadura del río Paraguay al norte y la ciudad de Diamante (Provincia de Entre Ríos) al sur, con una superficie de 19.240 km².

La información referente a la ictiofauna (abundancia, riqueza, tallas), proviene de diversas fuentes y fue obtenida en 74 sitios de muestreo distribuidos en el área señalada. Cubren en total cerca de 80 años de datos biológicos (1935-2016). El detalle es el siguiente:

- Serie 1: Producción Pesquera Argentina (1935-1983). Capturas anuales y/o mensuales totales y/o por especies.

- Serie 2: Instituto Nacional de Limnología [INALI] (1964-1996). Información biométrica y biológica de detalle (abundancia, talla, peso, sexo, estadio de maduración gonadal) a nivel de especie con fecha de colecta y sitio de procedencia (más de 50 lagunas y ríos secundarios de la planicie y cauce principal).

- Serie 3: Virasoro (1978-1980). Información a nivel de especie (talla, peso, sexo, análisis de contenido estomacal, presencia de parásitos, entre otros registros) en cauce principal y planicie entre ciudades de Santa Fe y Paraná.

- Serie 4: Laboratorio de Hidroecología (2009-2016). Información a nivel de especie (abundancia, talla, peso, sexo, entre otros registros), en dos lagunas y cauces menores de un sector de la planicie con una frecuencia de 2/3 veces por año.

- Serie 5: Pesca Fiscal de Provincia de Santa Fe (2011-2015). Abundancia total y por especies registradas mensualmente en 12 puertos de desembarco de la provincia.

Cada base fue sometida a una cuidadosa revisión y depuración.

La información hidroclimática utilizada se obtuvo de diversos organismos nacionales y provinciales. Consistió en:

- Niveles hidrométricos diarios en Puerto Santa Fe (1905-2016).

- Temperaturas medias diarias del aire (1920-2016). Con estos valores se calcularon temperaturas medias diarias del agua con metodologías disponibles para ello.

Con estos datos se generaron 18 variables hidroclimáticas que tuvieron en cuenta: (a) tamaño y duración de las inundaciones (corresponde a niveles, $H > 4,5$ m, en el hidrómetro de referencia); (b) períodos de flujos medios ($2,3 \text{ m} < H < 4,5 \text{ m}$); (c) períodos de flujos bajos o de desconexión con la planicie ($H < 2,3 \text{ m}$); (d) momento de ocurrencia de la inundación y (e) temperaturas asociadas con la inundación.

Con ambos tipos de datos, biológicos e hidroclimáticos, se analizaron las variaciones temporales (decenales e interanuales) de diversos atributos de la ictiofauna (abundancia, tallas, factor de condición) y de la hidrología del sistema en su relación con las temperaturas (caracterización de las inundaciones y períodos sin ellas). Luego se asociaron ambos tipos de variaciones.

La eventual incidencia de factores antrópicos en los resultados se investigó mediante 9 variables con información confiable y suficientemente extendida en el tiempo. Entre ellas figuran: exportaciones, No. de pescadores, vedas, datos demográficos.

Todos los análisis mencionados se efectuaron empleando métodos estadísticos apropiados tales como: ANOVA, PERMANOVA, Análisis de Componentes Principales (CAP), Análisis Canónico de Componentes Principales (PCA), Análisis de Redundancia basado en la Distancia (RDA), Análisis de Factores Múltiples (MFA), Análisis de Partición de la Varianza, Cluster, correlaciones de Pearson. Los valores de significancia fueron de $p < 0,001$ y $p < 0,05$, dependiendo del caso.

Resultados

Del análisis de niveles hidrométricos se verificaron 4 escenarios hidrológicos derivados de fluctuaciones, climáticas ocurridas en los últimos ca. 120 años, informados ya en la literatura específica, esto es, un período húmedo que se extendió durante las primeras 3 décadas del SXX, uno seco de cerca de 40 años entre 1930 y 1970, un tercero muy húmedo entre 1970-2000 y un cuarto, actual (SXXI), con una tendencia aún no definida. Dentro de este marco, se verificaron 29 inundaciones de primavera-verano (octubre-marzo), a lo largo del período de estudio. De ese total, 9 ocurrieron entre 1920-1940, solo 3 durante el período seco (1941-1970), 14 entre 1971-2000, y 3 entre 2001-2016. Ello implica una frecuencia media de ese tipo de inundaciones de entre 4-6 años (aproximadamente 3 por década en períodos húmedos y 1 por década en los secos). Considerando además la duración de las crecidas, 17 inundaciones de verano presentaron una duración mayor a 82 días en aguas altas y niveles máximos ≈ 6 m [década de 1920 (4), 1940 (1), 1950 (2), 1960 (1), 1970 (2), 1980 (1), 1990 (4), 2000 (1) y 2010 (2)].

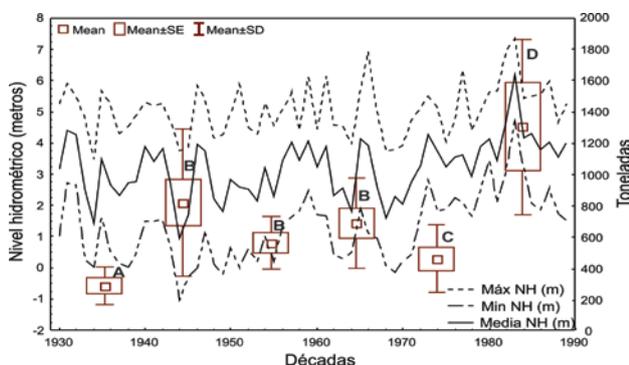


Figura 1.- Niveles hidrométricos anuales medios, máximos y mínimos (período 1930-1989). Diagrama de cajas con las capturas comerciales icticas por décadas (Serie 1: ver Metodología).

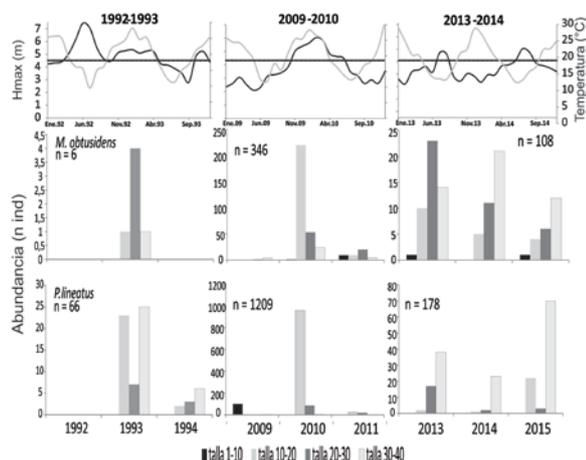


Figura 2.- Distribución de tallas de la Boga (*M.obtusidens*) y del Sábalo (*P.lineatus*) para 3 escenarios hidrológicos seleccionados. Línea continua negra: Hmax, niveles máximos mensuales). Línea continua clara: temperatura del agua. n: número total de individuos colectados con dato de longitud estándar (Ls); juveniles: Ls < 20 cm.

En general, los resultados (Figura 1), a largo plazo (una década o más) de las capturas de las especies comerciales (peces migradores de larga distancia casi todos) del tramo medio, indicaron influencias positivas de condiciones hidrológicas húmedas, diferenciables de efectos de un evento de inundación aislado. A comienzos de la década de 1940 se registraron elevadas capturas que serían producto de las condiciones hidrológicas favorables del período previo húmedo de

comienzos de siglo (1905-1941). Posteriormente, entre este último año y principios de la década de 1970, se verificó una significativa disminución de las capturas, coincidente con los mayores estiajes registrados, tanto en duración como magnitud, en los últimos casi 120 años en el río Paraná y, por lo tanto, de desconexión con su planicie aluvial. El período 1970-2000, se caracterizó, según lo mencionado, por frecuentes eventos de inundación, de mayor duración y magnitud, con incrementos notorios de la captura de juveniles y ejemplares adultos. Con el siglo XXI, comenzó un escenario desfavorable que duró aproximadamente una década. Ello fue coincidente, entre 2003-2006, con capturas indiscriminadas en la cuenca del Paraná en territorio Argentino como consecuencia de factores internos y externos que favorecieron aumentos sustanciales de las exportaciones de pescado. En este sentido, se verificó que solo en el período actual, la incidencia antrópica tendría un efecto comparable al de la componente hidroclimática.

Los resultados en cuanto a la incidencia de condiciones hidroclimáticas particulares sobre las especies comerciales, indican un incremento notorio de las capturas y de las abundancias de juveniles, luego de grandes eventos de inundación (e.g. 2009-2010; Figura 2). Se comprobó que la duración y magnitud de esas crecidas cuando coinciden con las temperaturas máximas (duración >80 días, Hmax > 6 m, FechaHmax: febrero-marzo), son factores cruciales y beneficiosos para el ensamble ictico comercial. Nótese en Figura 2 el efecto escaso sobre los juveniles del gran evento de 1992 ocurrido en invierno y las crecidas menores de 2013-2014.

Conclusiones

- Las crecientes óptimas para asegurar la adecuada reproducción y reclutamiento de la ictiofauna de interés comercial en el Paraná Medio poseen: duración > ≈ 80 días, Hmax > ≈ 6 m, FechaHmax: febrero-marzo).

- Esas crecientes tuvieron una frecuencia media de 4-6 años a lo largo de los casi 120 años estudiados (3 por década en períodos húmedos disminuyendo a solo 1 por década en los secos).

- Dado que esos períodos decenales se relacionan estrechamente con las fluctuaciones del clima registradas a nivel continental en el siglo pasado, estudios como el presentado aquí en conjunto con predicciones climática para la cuenca del Plata dadas por modelos disponibles, constituyen herramientas imprescindibles a la hora de asegurar la sostenibilidad de las mayores pesquerías continentales de Argentina.

Referencias bibliográficas

- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Verissimo, S. y Okada, E.K. (2004). Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Rev Fish Biol Fisher* 14:11-19.
- Junk, W.K., Bayley, P.B. y Sparks, R.A. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. En: *Proceedings of the international large river symposium* (Ed: D Dodge) Can Spec Publ Fish Acut Sci 106:110-127.
- Poff, L.N. y Ward, J.V. (1989). Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow pattern. *Can J Fish Aquat Sci* 46: 1805-1818.
- Rossi, L., Cordivola, E. y Parma, M.J. (2007) Fishes. En: *The Middle Paraná River. Limnology of a Subtropical Wetland* (Eds: MH Iriondo, JC Paggi, MJ Parma). Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
- Winemiller, K.O. (2005). Floodplain river food webs: generalizations and implications for fisheries management. En: *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. 2: 11-14 Phnom Penh, Cambodia. (Ed. RL Welcomme, T Petr). Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia, 285-312.