

Contribuciones al conocimiento de los humedales del Delta del Río Paraná

Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental

Patricia Kandus, Priscilla Minotti y Marta Borro - Editoras



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Contribuciones al conocimiento de los humedales del Delta del Río Paraná

Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental

Patricia Kandus, Priscilla Minotti y Marta Borro - Editoras



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Contribuciones al conocimiento de los humedales del Delta del Río Paraná: herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental / compilado por Patricia Kandus; Priscilla Minotti; Marta Borro. - 1a ed. - San Martín: Universidad Nacional de Gral. San Martín. UNSAM Edita, 2011.
32 p.: il.; 24x17 cm.

ISBN 978-987-1435-35-7

1. Humedales. 2. Sustentabilidad Ambiental. I. Kandus, Patricia, comp. II. Minotti, Priscilla, comp. III. Borro, Marta, comp.
CDD 551.41

Queremos agradecer fundamentalmente a los pobladores y trabajadores del Delta, que siempre han compartido sus saberes y han colaborado en forma desinteresada con nuestro trabajo. Queremos agradecer también a los productores de las islas que tanto facilitan nuestra labor, particularmente a Juan Nazar y a Abel Matera; a la gerencia forestal de Papel Prensa S.A.; al INTA Delta del Paraná; a la Dirección de Medio Ambiente y el Departamento de Islas del Municipio de Zárate; y a la Dirección de Gestión Ambiental de Baradero y de San Fernando, que mostraron preocupación por el futuro de las islas. Agradecemos el valioso apoyo y reconocimiento del Organismo para el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Buenos Aires (OPDS) y a las direcciones de Bosques Nativos y de Recursos Acuáticos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación por su permanente apoyo y entusiasmo. Finalmente queremos reconocer el acompañamiento de las organizaciones no gubernamentales: Fundación Humedales y Taller Ecologista de Rosario.

© **Patricia Kandus**

© **Priscilla Minotti**

© **Marta Borro**

© **Universidad Nacional de General San Martín**

Campus Miguelete. Edificio Tornavía

Martín de Irigoyen 3100, San Martín (1650), Provincia de Buenos Aires

info3iA@unsam.edu.ar

www.unsam.edu.ar

Diagramación y producción gráfica: **Pablo Casamajor** - info@imagenimpresa.com.ar

Diseño de tapa: **Marta Biagioli**

ISBN: 978-987-1435-35-7

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723

Editado e impreso en la Argentina

Prohibida la reproducción total o parcial, incluyendo fotocopia, sin la autorización expresa de sus editores.

Se terminaron de imprimir 1000 ejemplares de este libro en Gráfica Offset S.R.L.

Santa Elena 328, Ciudad Autónoma de Buenos Aires en el mes de agosto de 2011.

Índice

Autores en orden alfabético	4
Introducción.	5
Pulsos de inundación y seca <i>Priscilla Minotti y Marta Borro</i>	8
Patrones funcionales <i>Mercedes Salvia, Francisco Grings, Pablo Perna, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus</i>	10
Lagunas someras de la porción media del Delta del Paraná <i>Marta Borro, Alba Puig, Priscilla Minotti y Patricia Kandus</i>	12
Pesquerías <i>Claudio Baigún y Priscilla Minotti</i>	14
Vegetación <i>Natalia Morandeira, Patricia Gramuglia, Mercedes Salvia, Nora Madanes, Ricardo Vicari, Priscilla Minotti, Rubén Quintana, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus</i>	16
Bosques nativos <i>Clara Enrique, Diego Vargas, Fabio Kalesnik, Julieta Bono, María Gabriela Parmuchi, Pablo Aceñolaza, Mabel Strada, Celina Montenegro y Patricia Kandus</i>	20
La seca y el fuego <i>Mercedes Salvia, Marisa Morais, Darío Ceballos, Nora Madanes, Manuel García Cortes, Verónica Capello, Juan Pablo Manchiola, Ricardo Vicari, Priscilla Minotti, Jorgelina del Pilar Oddi, Débora di Francescantonio, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus</i>	22
Endicamientos <i>Patricia Kandus y Priscilla Minotti</i>	25
Ambientes antropizados como hábitat para la fauna silvestre <i>Silvina Malzof, Analía Nanni, Andrea Magnano, Natalia Fracassi, Rubén Quintana</i>	26
Áreas protegidas <i>Priscilla Minotti</i>	30
Bibliografía citada.	31

Autores en orden alfabético

- Pablo Aceñolaza** Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción CICTT- CONICET.
- Claudio Baigún** Instituto Nacional Tecnológico de Chascomús (INTECH), CONICET-UNSAM.
- Julieta Bono** Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).
- Marta Borro** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Verónica Capello** Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires (OPDS).
- Darío Ceballos** Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Débora di Francescantonio** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Patricia Gramuglia** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Clara Enrique** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Natalia Fracassi** Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Manuel García Cortes** Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Delta del Paraná, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Francisco Grings** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET.
- Fabio Kalesnik** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Patricia Kandus** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Haydée Karszenbaum** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET.
- Nora Madanes** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Andrea Magnano** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Silvina Malzoff** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Juan Pablo Manchiola** Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires (OPDS).
- Priscilla Minotti** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Celina Montenegro** Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).
- Marisa Morais** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Natalia Morandeira** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Analia Nanni** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Jorgelina del Pilar Oddi** Dirección de Recursos Acuáticos, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).
- María Gabriela Parmuchi** Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).
- Pablo Perna** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) CONICET.
- Alba Puig** Área Ecología, División Limnología, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN).
- Rubén Quintana** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) - Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).
- Mercedes Salvia** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET.
- Mabel Strada** Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS).
- Diego Vargas** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Ricardo Vicari** Grupo de Investigación en Ecología de Humedales (GIEH), Laboratorio de Ecología Regional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA).

Introducción

En esta publicación de divulgación técnica queremos presentar algunos de los resultados alcanzados durante el desarrollo del proyecto de investigación *Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental en ecosistemas de humedal de la Región del Delta del Río Paraná*. El mismo se llevó a cabo durante 2008-2011 con financiamiento del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (MINCyT) a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT-1849).

El Delta del Paraná es un macrosistema ecológico (*sensu* Neiff 1994) formado por un mosaico de humedales fluvio-costeros (Malvárez 1997). Su diversidad biológica y ambiental así como los procesos ecológicos-biogeoquímicos que aquí se desarrollan, dependen del mantenimiento de los ciclos o pulsos de inundación-seca. Es a estos pulsos que se subordina, en forma sustancial, la oferta de los bienes y servicios ecosistémicos que brindan los humedales de esta región.

A pesar de su larga historia de uso, hasta hace pocas décadas la mayoría de los humedales del Delta del Paraná estaban relativamente libres de los impactos derivados de las actividades humanas y por lo tanto conservaban su extensión, estructura y funciones originales. Sin embargo, durante los últimos años se han registrado cambios importantes que están revirtiendo dicha situación:

▲ Los altos rendimientos alcanzados en la producción de granos han generado una expansión significativa de la frontera agrícola¹ y un reemplazo de pasturas por cultivos. En consecuencia se produce el desplazamiento de una importante fracción de la actividad ganadera hacia sitios considerados marginales para la producción, como en el caso de los humedales fluviales de esta región. La elevada productividad natural de estos ambientes sumada a un prolongado período

de aguas bajas que predominó en la primera mitad de la década del 2000, condujo a que se pase de un sistema de ganadería extensiva estacional a uno de tipo intensivo y permanente.

- ▲ La instalación de frigoríficos transforma a las pesquerías de sábalo de una modalidad artesanal y estacional a una industrial y permanente para exportación.
- ▲ La radicación de foresto-industrias (aglomerados y pasta papel) concentra la producción maderera, que en su modalidad más intensiva implica el drenaje del humedal y a su vez permite el ingreso de la ganadería.

Estos procesos de cambio se sustentan no sólo en una visión de oferta ilimitada y homogénea de recursos naturales, sino también en una percepción estática de los humedales. El uso de estándares de tierra firme para medir la eficiencia de su uso productivo hace que los humedales se gestionen como si fueran ecosistemas terrestres, llevándonos a una “pampeanización”², y a la fragmentación de su conectividad hidrológica. La alternancia de un período de marcada sequía y aguas bajas, con la ocurrencia de inundaciones significativas debidas al evento de variabilidad climática conocido como ENSO en 2007, generaron un escenario de mortandad masiva de ganado e incendios descontrolados, que muestran las graves consecuencias de la falta de previsión basada en dicha perspectiva³.

Por otra parte, la agudización de eventos extremos (lluvias y sequías) observados en los últimos años (Barros *et al.* 2006, IPCC 2007) sea probablemente una manifestación del cambio climático a nivel regional y agrega una significativa componente adicional a la crisis de sustentabilidad que evidencian las modalidades productivas actuales de la región (Kandus *et al.* 2009).

¹ El avance de la frontera agropecuaria que se ha dado principalmente en la región centro norte del país ha sido muy acelerada en la última década, y estuvo acompañada de un cambio en la importancia relativa de los distintos cultivos con un predominio actual de la soja y de un cambio en las técnicas de laboreo (de la siembra tradicional a siembra directa).

² Se denomina así a la adopción de modalidades de cultivos típicos de las zonas pampeanas en las regiones extrapampeanas.

³ http://www.lanacion.com.ar/Archivo/nota.asp?nota_id=890626, accedido 13/03/2007; <http://www.clarin.com/diario/2008/04/28/um/m-01661188.htm> ; <http://www.clarin.com/diario/2008/04/28/um/m-01660954.htm> ; <http://www.clarin.com/diario/2008/05/06/opinion/o-02402.htm>.

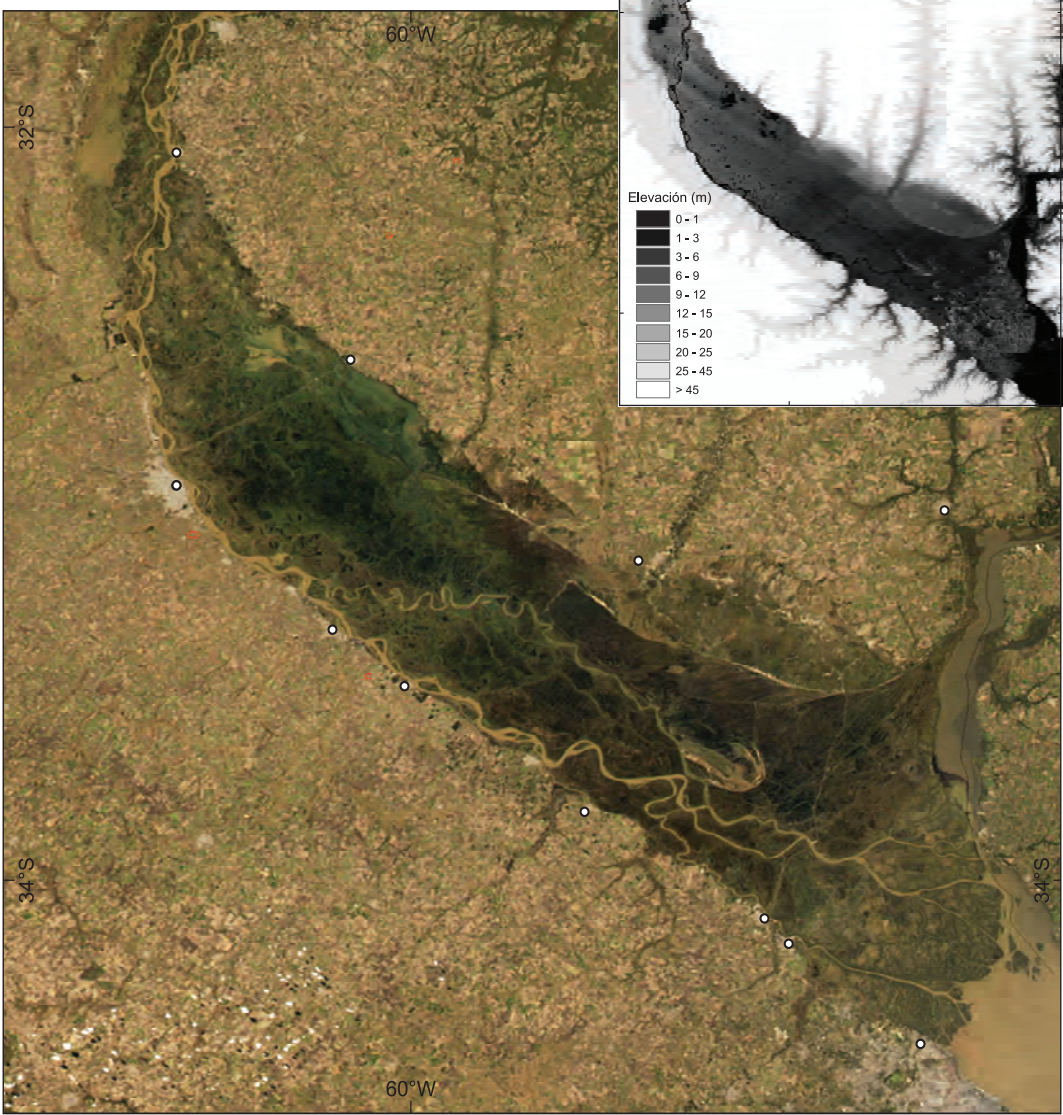
Frente a esta situación, la conceptualización del Delta como una entidad regional contribuye a la comprensión de su variabilidad espacio-temporal y de sus flujos y ciclos biogeoquímicos, más allá de la heterogeneidad interna reconocida tanto desde lo natural (unidades de paisaje) como desde la administración (división política).

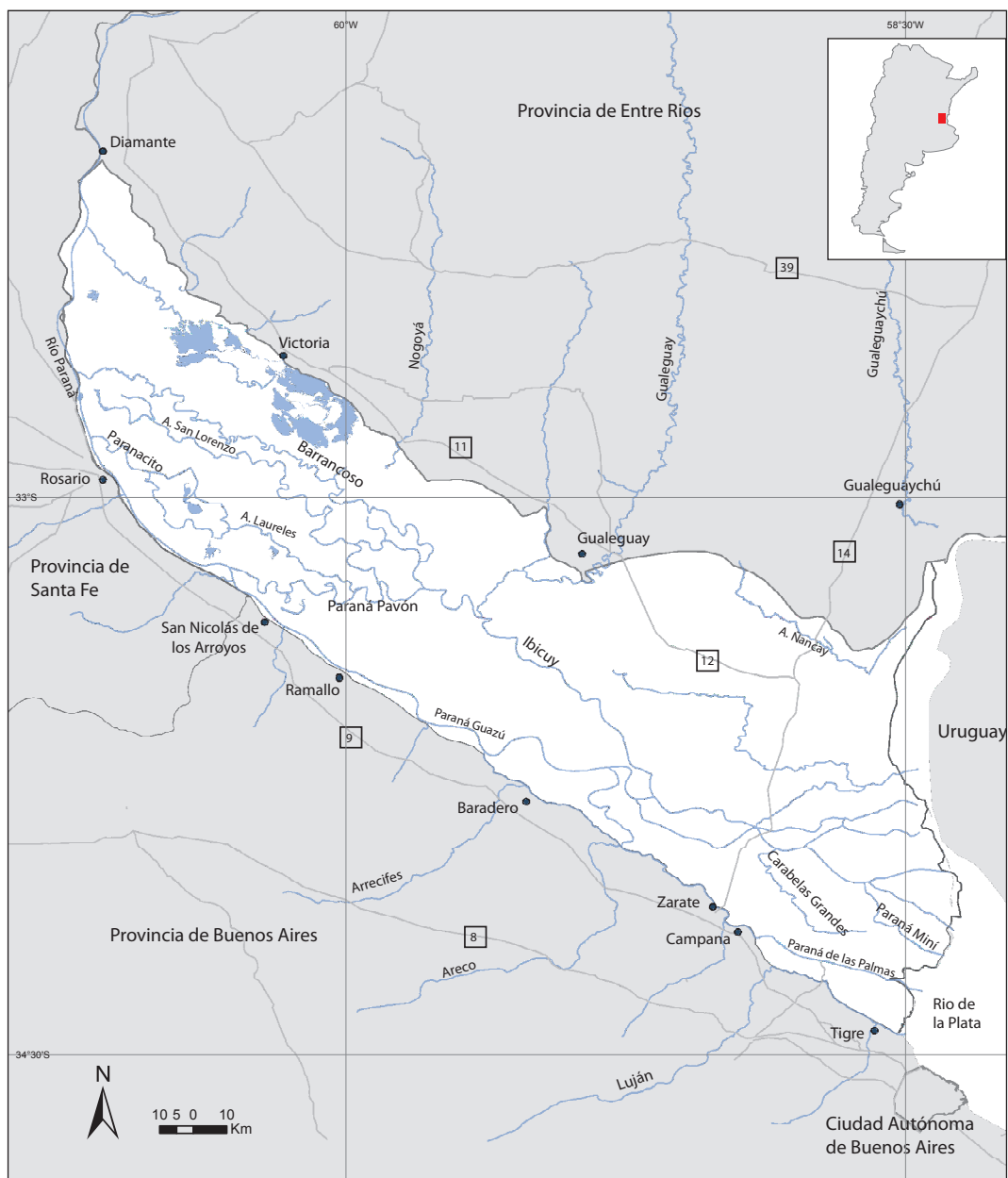
Pensar al Delta como un todo nos ha llevado a aplicar un enfoque de análisis integrado que reúne las observaciones satelitales, de carácter sinóptico, con los trabajos de campo a escala local. Los resul-

tados expuestos son contribuciones originales que completan parte de los vacíos de información básica necesaria, brindando herramientas claves para la gestión de la biodiversidad, imprescindibles a la hora de establecer estrategias y líneas de acción que promuevan la conservación y el uso sustentable de la región.

El libro se organiza en secciones que tienen como eje a los pulsos de *inundación-seca* y su expresión tanto en los componentes del paisaje natural como en los modificados por el hombre.

Delta del Río Paraná, Argentina.





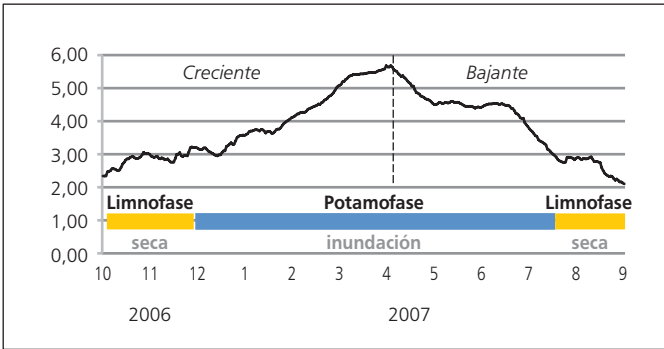
La región Delta del Paraná con indicación de los principales cursos de agua, rutas y localidades.

Página anterior: La región del Delta del Paraná y sus alrededores vista desde el sistema satelital Terra MODIS; la imagen del 24 de junio de 2007 se muestra en una composición color "verdadero". En el costado superior derecho se observa un Modelo de Elevación Digital proveniente del **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**. Zonas oscuras representan áreas topográficamente bajas, entre las que se destaca la planicie deltaica.

Pulsos de inundación y seca

Priscilla Minotti y Marta Borro

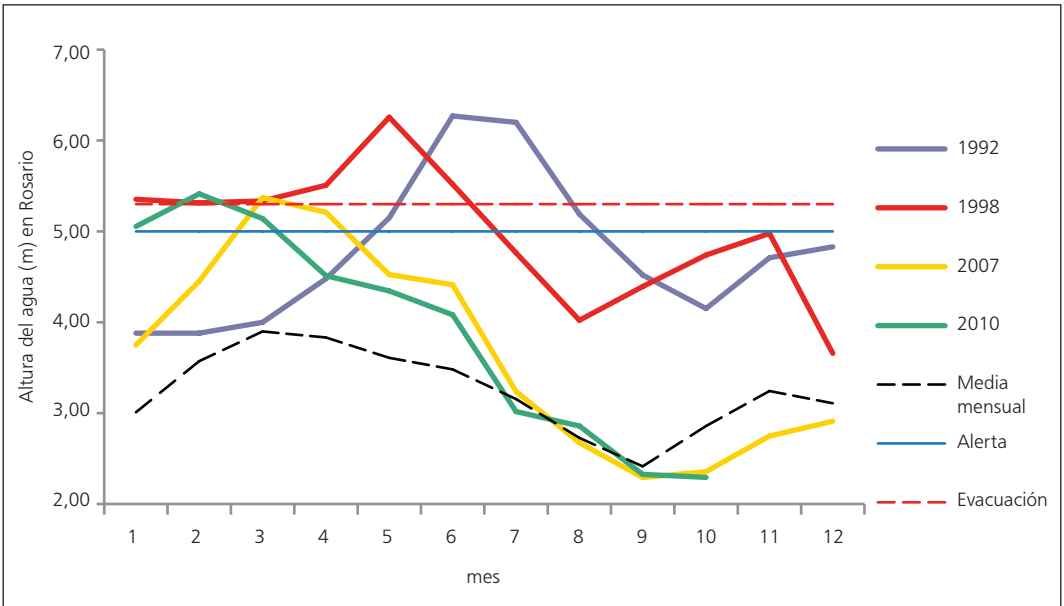
El funcionamiento y la estructura de los humedales del macrosistema deltaico están condicionados por inundaciones periódicas provenientes mayoritariamente de las crecientes del río Paraná, con aportes pluviales menores de los tributarios de las márgenes continentales, afectaciones variables debidas a las mareas y sudestadas del Río de la Plata y a las crecientes del Río Uruguay. Estos aportes cíclicos de agua, sedimento y también organismos, son *pulsos hidrosedimentológicos* (Junk et al. 1989).



Limnigrama del puerto de Rosario correspondiente al evento de inundación de 2007.

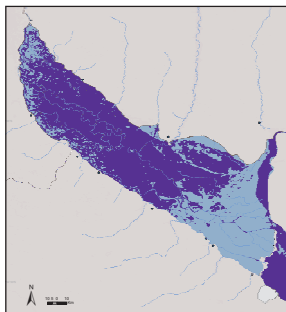
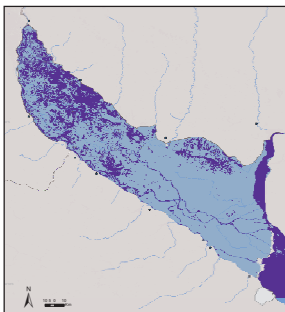
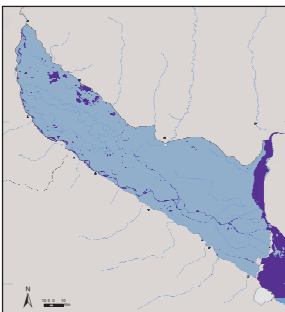
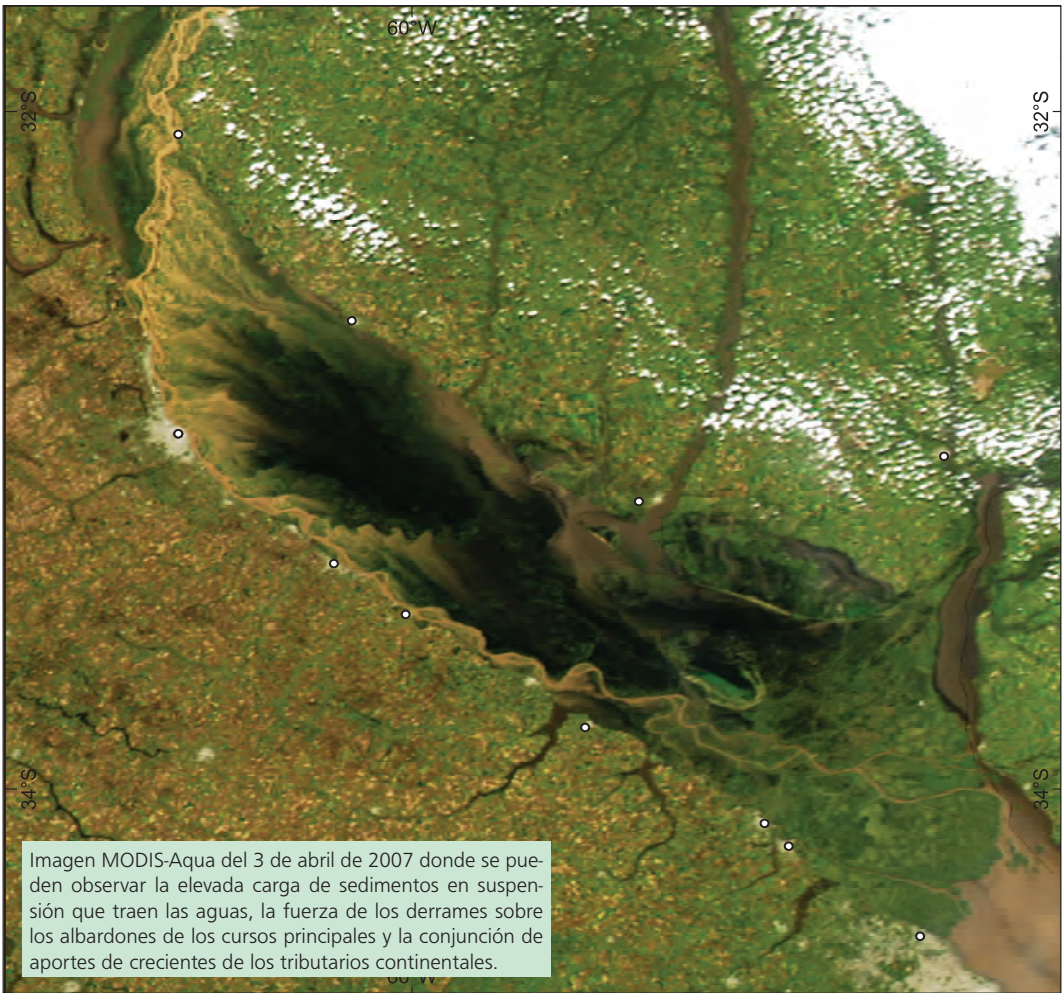
Las crecientes y bajantes conforman dos fases complementarias del pulso: aguas altas o potamofase y aguas bajas o limnofase (Neiff 1996). Todos los organismos que utilizan o se establecen en el Delta presentan adaptaciones fisiológicas, estructurales y comportamentales para hacer frente tanto a los períodos de anegamiento como de secas prolongados.

El régimen de pulsos varía de acuerdo a procesos climáticos definidos por la circulación general de la atmósfera y por anomalías como El Niño-Oscilación Sur (ENSO). Las crecientes extraordinarias de los últimos 20 años (1992, 1998, 2007 y 2009-2010) constituyen un buen ejemplo de esta variabilidad, con alternancias de ciclos húmedos y secos que en ocasiones abarcan décadas.



El alcance espacial de las aguas durante un pulso es también variable, debido a la compleja geomorfología fluvio-costera del Delta, a la conjunción

temporal de otros aportes de agua y al grado de "llenado" previo de las zonas topográficamente más bajas.



Extensión de la superficie cubierta por agua libre en tres momentos del evento de inundación del 2007: al inicio, al promediar la creciente y en el pico de máxima altura de las aguas en Rosario.

Para analizar el avance de la inundación se utilizó el índice EVI (Huete *et al.* 2002) de imágenes semanales de los sensores MODIS Terra y Aqua. La segmentación basada en valores de EVI menores a 0,25 se corresponde con superficies vegetadas anegadas y con ambientes acuáticos con superficie del agua libre.

Patrones funcionales

Mercedes Salvia, Francisco Grings, Pablo Perna, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus⁴

Hay una importante historia de uso del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para el estudio de la vegetación y sus patrones de cambio. La biomasa, la cobertura o el índice de área foliar, entre otras variables, se correlacionan con los valores del índice. En ecosistemas terrestres, las series de tiempo de NDVI provenientes del sistema NOAA-AVHRR (para los años 1981-2000) y MODIS (2000 en adelante) han sido ampliamente usadas para el monitoreo de las cubiertas vegetales en relación a variables climáticas y también para la clasificación de coberturas de vegetación a escala global. Sin embargo, la aplicación de las series de tiempo de NDVI en humedales (Zoffoli *et al.* 2008) es menos difundida. En este tipo de ecosistemas, el comportamiento en el tiempo del NDVI no varía solamente

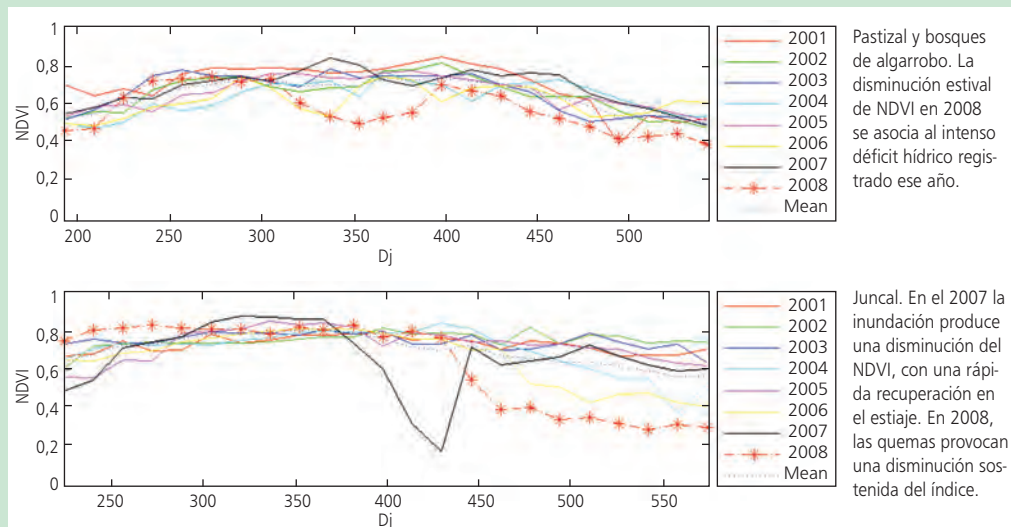
de acuerdo a los cambios de la cobertura vegetal como en los sistemas terrestres sino que la señal también se distorsiona de acuerdo a la ocurrencia de eventos regulares de inundación y eventualmente de quemas.

En este contexto, se analizó el comportamiento de una serie de tiempo del NDVI proveniente del sensor MODIS a bordo del satélite TERRA. El producto tiene una resolución espacial de 250m y cada imagen constituye una composición de los máximos valores de NDVI registrados en períodos de 16 días. La serie usada comprende al período comprendido entre febrero de 2000 (inicio operativo del sensor) y diciembre de 2008, constando de 204 productos para cada una de las 2 escenas correspondientes al área de estudio.

La evolución temporal del NDVI a lo largo del año fue modelada como (Beurs y Henebry 2005):

$$NDVI = \alpha + \beta DJ + \gamma DJ^2$$

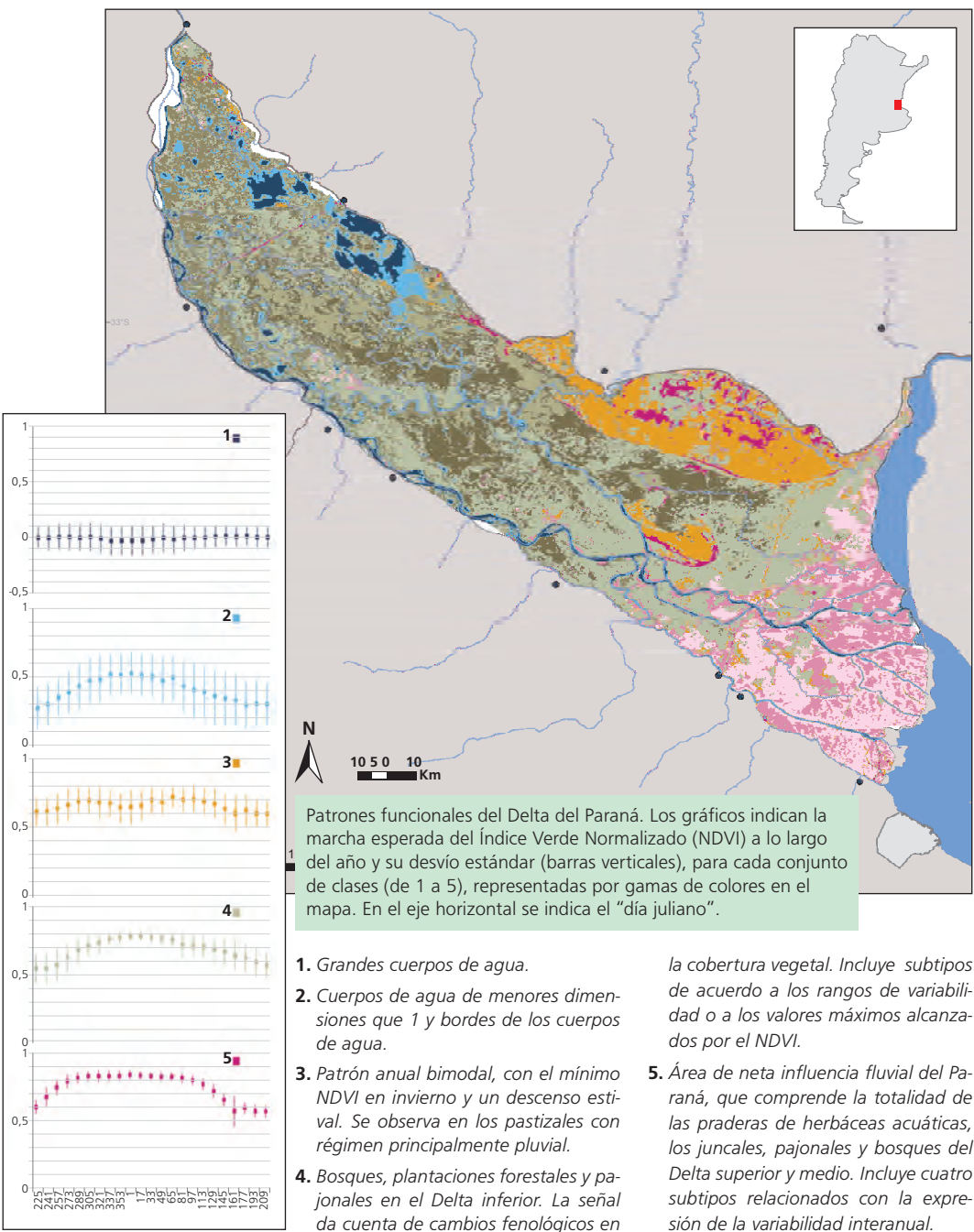
Donde DJ es el día juliano, α se relaciona con la cantidad de biomasa verde al inicio del período de observación (invierno), β sería la tasa inicial de crecimiento de la vegetación o de incremento de la biomasa verde y, γ se relaciona con la longitud de la temporada de crecimiento de la vegetación. Se tomó como primer día juliano el principio del invierno (21 de junio), de manera que los modelos coincidan con el ciclo de crecimiento de la vegetación.



⁴ Los resultados son parte de la tesis doctoral (FCEyN-UBA) de Mercedes Salvia. Este trabajo fue financiado también con fondos provenientes del proyecto "Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales", PICT-1203 Agencia MinCyT (2007-2010).

Con el objetivo de analizar la expresión espacial de los patrones de NDVI se clasificó el área de acuerdo a las características de la curva anual promedio y su variabilidad. Para cada intervalo de composición del año (período de 16 días) se calculó una imagen correspondiente al valor medio de los 8 años estudiados y otra correspondiente a su desvío estándar.

El valor medio mensual indica el valor esperado (o esperanza) para cada mes, en tanto que el desvío estándar da una idea de variabilidad interanual o de dispersión alrededor del valor esperado. Se clasificó la imagen multibanda (medias y desvíos) usando el clasificador no supervisado ISODATA.



Lagunas someras de la porción media del Delta del Paraná

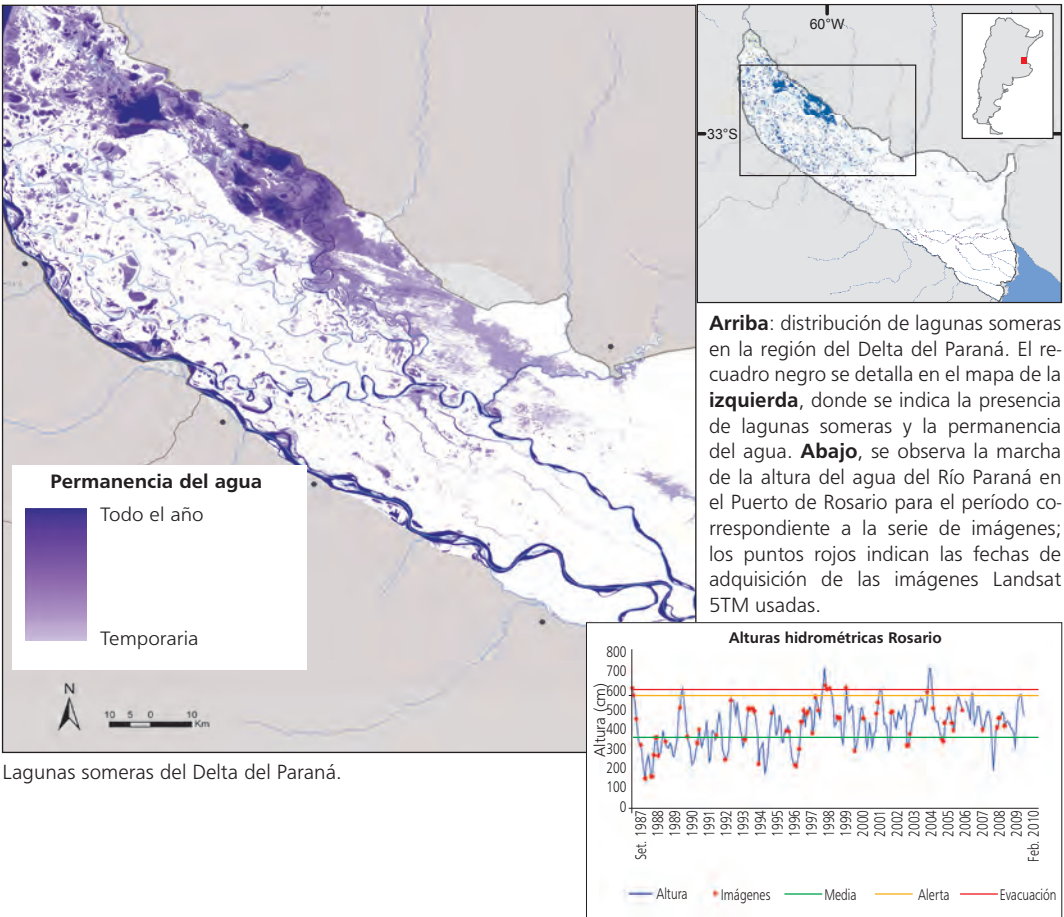
Marta Borro, Alba Puig, Priscilla Minotti y Patricia Kandus⁵

Una de las características del Delta es el gran número de lagunas someras presentes, en forma semejante a lo que se expresa aguas arriba en la planicie de inundación del Paraná. Las lagunas someras proveen de hábitat para numerosas especies de fauna silvestre y en particular para aves y peces migradores. Por otra parte, constituyen un reservorio de agua para el desarrollo de la biodiversidad en general y de actividades productivas locales como la ganadería (Baigún *et al.* 2008).

Para permitir el conocimiento de la distribución, la diversidad espacial y la variabilidad temporal de las

lagunas someras en el Delta se desarrollaron procedimientos de cartografía a partir de la clasificación digital de una serie de tiempo de observaciones provistas por los sistemas satelitales Landsat 5 TM y 7 ETM y datos de relevamientos de campo.

El primer mapa de lagunas someras del Delta se generó a partir de un procedimiento de clasificación no supervisada ISODATA sobre las bandas del infrarrojo cercano y medio de imágenes Landsat 5 TM y los índices NDVI (índice Verde Normalizado) y Wetness del índice Tasseled Cap. Se estimó que las lagunas someras cubren una superficie de aproxi-



Lagunas someras del Delta del Paraná.

⁵ Los resultados son parte de la tesis doctoral de Marta Borro (FCEyN-UBA).

madamente 3700 km² (2% de la superficie del Delta). Sin embargo su distribución no es homogénea; la mayor parte de ellas se distribuyen en el sector superior y medio de la región.

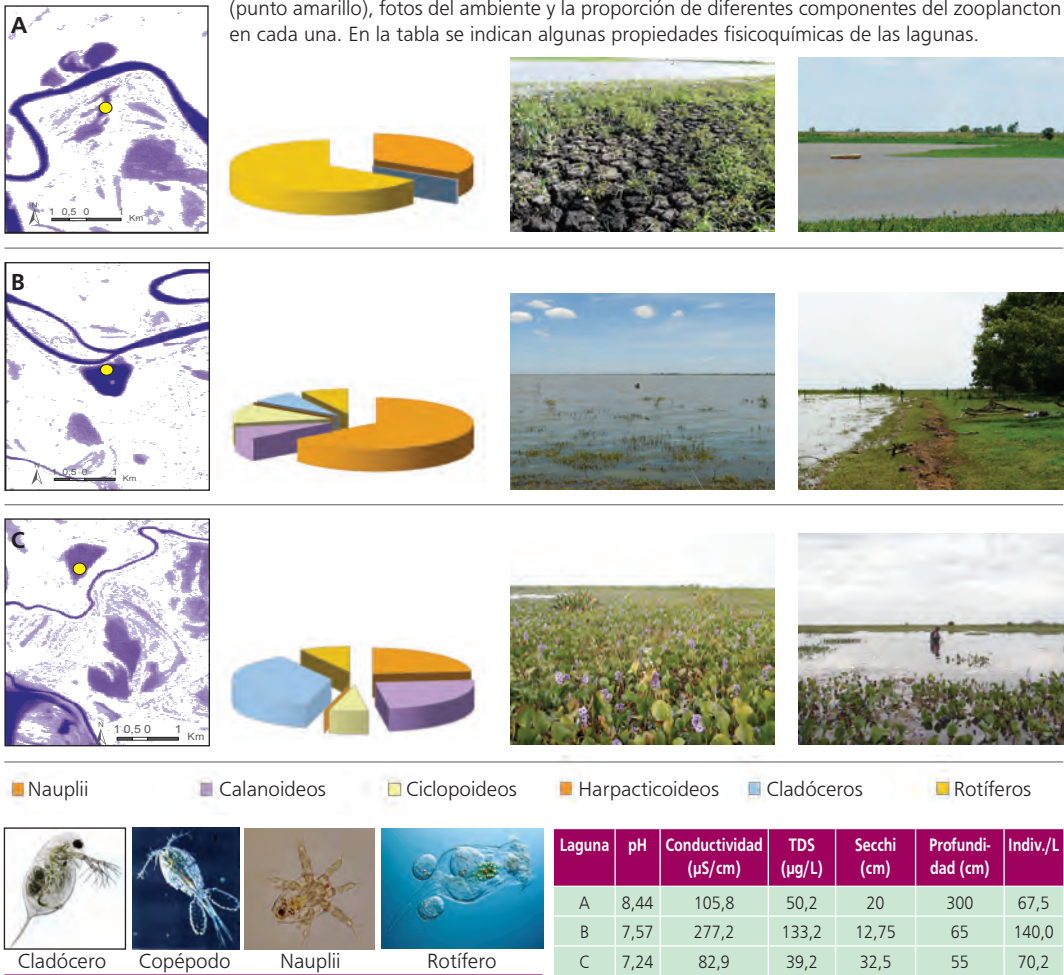
En el sector medio del Delta se identificaron las lagunas según la permanencia del agua. Para esto se analizó el comportamiento del NDVI sobre una serie de tiempo de 37 imágenes Landsat 5 TM y 7 ETM (226/83) entre los años 1987 y 2009. La presencia de agua en superficie se determinó considerando un valor umbral de 0,3 del NDVI.

Como índice de permanencia se calculó el cociente entre la frecuencia con que cada píxel tuvo un valor de NDVI menor al umbral y el numero de imágenes totales. A partir de esta metodología se estimó la superficie de lagunas del sector medio del Delta con

mayor precisión, así como la permanencia del agua en cada laguna.

En el campo se visitaron 52 lagunas, para las cuales se registraron parámetros morfológicos (ej. profundidad, tipo de fondo), aspectos físico-químicos como turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad con sonda multiparamétrica, y se tomaron muestras cuantitativas de zooplancton. El análisis de estas últimas sugiere una estructura comunitaria con predominio de elementos semi-planctónicos y meiobentónicos representados mayoritariamente por especímenes asociados al fondo (ostrácodos, cladóceros macrotrícidos, quidóridos y copépodos harpacticoideos). El siguiente es un ejemplo de los resultados obtenidos en tres lagunas de características disímiles.

Composición del zooplancton en tres tipos de lagunas someras: Se observa el detalle del mapa de las lagunas muestreadas (punto amarillo), fotos del ambiente y la proporción de diferentes componentes del zooplancton en cada una. En la tabla se indican algunas propiedades fisicoquímicas de las lagunas.



Pesquerías

Claudio Baigún y Priscilla Minotti

Al igual que en otros sectores de la cuenca del Paraná, la pesca en el Delta involucra distintas modalidades: la pesca de subsistencia y artesanal practicada por los isleños, la de tipo comercial/industrial y la pesca deportiva/recreativa. Estas actividades han coexistido favorecidas por la gran heterogeneidad hidrológica, geomórfica y térmica, que determina la presencia estacional de diversas especies que utilizan a la región como corredor para realizar migraciones térmicas, de alimentación y también reproductivas (Bonetto 1963, Espinach Ros *et al.* 1998, Sverlij *et al.* 1993; Espinach Ros 1986). Sin embargo, los conflictos entre modalidades se acentúan debido a la tendencia creciente de las capturas para exportación, a legislaciones provinciales disímiles en cuanto a especies, artes de pesca a emplear, tamaños mínimos permitidos e incluso debido a las definiciones de las modalidades y los actores pesqueros (ej. pescador, acopiador, expendedor, etc.). Además, esta situación se da en un marco de incertidumbre climática y de regulación por obras hidroeléctricas que afectan la llegada y duración de las crecientes del Paraná.

Las pesquerías del Delta pueden ser clasificadas, entonces, en diferentes categorías según su finalidad:

Pesca de subsistencia: Estas capturas son generalmente consumidas por la unidad familiar, pero también pueden ser vendidas a acopiadores locales. A menudo sirven de complemento de actividades ganaderas que se realizan en las islas. Se practica básicamente mediante el uso de espineles que son calados a fondo en sitios próximos a las viviendas de los pobladores.

Pesca comercial artesanal: Para algunos isleños la pesca representa el principal medio de vida. Su captura la venden a acopiadores que pasan por las islas o bien directamente en tierra firme a pescaderías y locales gastronómicos. Las especies blanco más buscadas son las migradoras. La intensidad y las formas de captura están acopladas al régimen hidrológico y térmico, siendo muy activa durante los períodos de migración ascendente de los peces en otoño-invierno (Segura y Delfino 1991). Los pescadores utilizan embarcaciones de madera o fibra de vidrio con motores de hasta 8 HP. Las áreas de pesca pueden estar algo alejadas de sus sitios de residencia. Pescan en los cauces principales con trasmallos (mallones) de 100 a 250 m de longitud, cuyos tamaños de malla

varían según las provincias. También utilizan hasta tres espineles por pescador, con un máximo de 100 anzuelos cada uno, con un tamaño de anzuelo y carnada que depende de la especie que se desee capturar. En la desembocadura de los ríos Uruguay y Paraná frente a la isla Martín García operan aún algunas lanchas pesqueras de mediano porte con bodega, que proveen bogas, patíes y pejerreyes a los restaurantes del conurbano bonaerense.

Pesca comercial industrial: La pesca está dirigida básicamente a la exportación, basada casi exclusivamente en la captura de sábalo (Baigún *et al.* 2008). Los pescadores suelen ser de tiempo completo y utilizan artes y embarcaciones propias o provistas por los frigoríficos o los acopiadores. Emplean enmalladoras y trasmallos (de tres telas) que calan tanto en los cauces como en las lagunas aluviales siguiendo los desplazamientos laterales de la especie con el régimen hidrológico. Las capturas son recogidas por acopiadores que las trasladan a las plantas frigoríficas. En el pasado existieron importantes pesquerías de sábalo utilizadas para el procesamiento industrial de harinas y aceites (Baigún *et al.* 2003). En la región existen varios puertos de desembarco y fiscalización pesquera, pero se destacan por sus volúmenes los de Diamante y Victoria en Entre Ríos, y los de Gaboto y Rosario, en la margen santafecina.

Pesca deportiva: A pesar de la importancia de esta actividad, particularmente en el sector del Bajo Delta, es escasa la información existente sobre el número de pescadores y los volúmenes extraídos o devueltos al río. Esta pesca se practica tanto de costa como embarcada donde las especies blanco suelen ser también especies migradoras. La magnitud de las capturas de estas especies es desconocida pero sí se sabe que varían estacionalmente (Minotti y Malvárez 1992).

Pesca de especies ornamentales: La extracción de peces de pequeño porte para carnadas, para el mercado de la acuarofilia y para la exportación de especies ornamentales son modalidades con una reconocida importancia económica en la región. Al igual que las otras actividades pesqueras sólo se cuenta con información aproximada de los volúmenes exportados, generalmente por agrupamientos de especies, sin indicación de sus localidades o zonas de captura.

Tabla. Principales especies de las pesquerías del Delta. En sombreado gris las especies migradoras, sin sombreadar las residentes, en rosado las exóticas. Especies amenazadas para la Cuenca del Plata UICN-2008 (Baigún 2010): EP en peligro, VU vulnerable, CA Casi Amenazada.

Nombre común	Nombre científico	Industrial	Comercial	Deportiva	Subsistencia	Carnada
Anchoa de río	<i>Lycengraulis grossidens</i>		x	x	x	
Anguila criolla	<i>Synbranchus marmoratus</i>				x	x
Armado común	<i>Pterodoras granulatus</i>		x	x		
Armados chanco	<i>Oxydoras kneri</i>		x	x		
Bagarito, porteño	<i>Parapimelodus valenciennis</i>			x	x	
Bagre amarillo	<i>Pimelodus maculatus</i>		x	x	x	x
Bagre blanco	<i>Pimelodus albicans</i>		x	x	x	
Bagre de mar	<i>Genidens barbatus (EP)</i>			x		
Bagre sapo	<i>Rhamdia quelen</i>			x	x	
Boga	<i>Leporinus obtusidens</i>	x	x	x	x	
Boga lisa	<i>Schizodon borelli</i>				x	
Boga lisa	<i>Schizodon fasciatum</i>				x	
Carpa húngara	<i>Cyprinus carpio</i>			x	x	
Cascarudo	<i>Callichthys callichthys</i>					x
Chafalote	<i>Raphiodon vulpinus</i>			x		
Chanchita	<i>Australoheros fasciatus</i>			x	x	
Dientudo	<i>Oligosarchus jenynsii</i>					x
Dientudo paraguayo	<i>Acestrorhynchus pantanensis</i>			x	x	x
Dorado	<i>Salminus brasiliensis</i>			x		
Manduve	<i>Ageneiosus militaris</i>		x	x		
Manduví	<i>Ageneiosus inermis</i>		x	x		
Cucharón	<i>Sorubim lima</i>		x	x	x	
Manguruyú	<i>Paulicea lütkeni</i>					
Mojarra	<i>Astyanax asuncionensis</i>					x
Mojarra	<i>Astyanax fasciatus</i>					x
Mojarra plateada	<i>Cheirodon interruptus</i>					x
Palometa	<i>Pygocentrus nattereri</i>				x	
Patí	<i>Lucipimelodus pati</i>	x	x	x	x	
Pejerrey	<i>Odonthesthes bonaeriensis</i>		x	x	x	x
Piraña	<i>Serrasalmus maculatus</i>				x	
Pira-pitá	<i>Brycon orbignyanus (VU)</i>		x	x		
Raya, chucho	<i>Potamotrygon</i> sp.		x		x	
Sabalito	<i>Cyphocharax voga</i>					x
Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>	x	x	x		x
Surubí	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>		x	x	x	
Surubí atigrado	<i>Pseudoplatystoma reticulatus</i>		x	x		
Tararira	<i>Hoplias malabaricus</i>	x	x	x	x	
Tosquero	<i>Jenynsia multidentata</i>					x
Tres puntos	<i>Hemisorubim platyrhincos (CA)</i>			x		
Vieja de agua	<i>Hypostomus commersoni</i>				x	



Vegetación

Natalia Morandeira, Patricia Gramuglia, Mercedes Salvia, Nora Madanes, Ricardo Vicari, Priscilla Minotti, Rubén Quintana, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus⁶

Los patrones de distribución de las plantas de humedal suelen estar estrechamente asociados al régimen hidrológico (Cronk y Fennessy 2001), el cual se comporta como un filtro ambiental que selecciona cuáles especies del conjunto regional pueden establecerse y desarrollarse en un sitio (Weiher y Keddy 1995). La inundación frecuente y los disturbios (como el fuego o la presión de pastoreo), los períodos prolongados de anoxia en el entorno de las raíces y la presencia de sales, actúan como fuerzas selectivas (Hejny *et al.* 1998). Por este motivo, mientras que el conjunto de especies del Delta del Paraná comprende más de 700 plantas vasculares, sólo una pocas conforman la mayor parte de la biomasa vegetal.

Más del 80% de la superficie de la región está cubierta por formaciones herbáceas: praderas de herbáceas equisetoides (juncas y pirizales), pajonales, pastizales y praderas de herbáceas latifoliadas (plantas acuáticas o emergentes fijas). Aunque en cada sitio la riqueza específica puede ser alta, sólo una

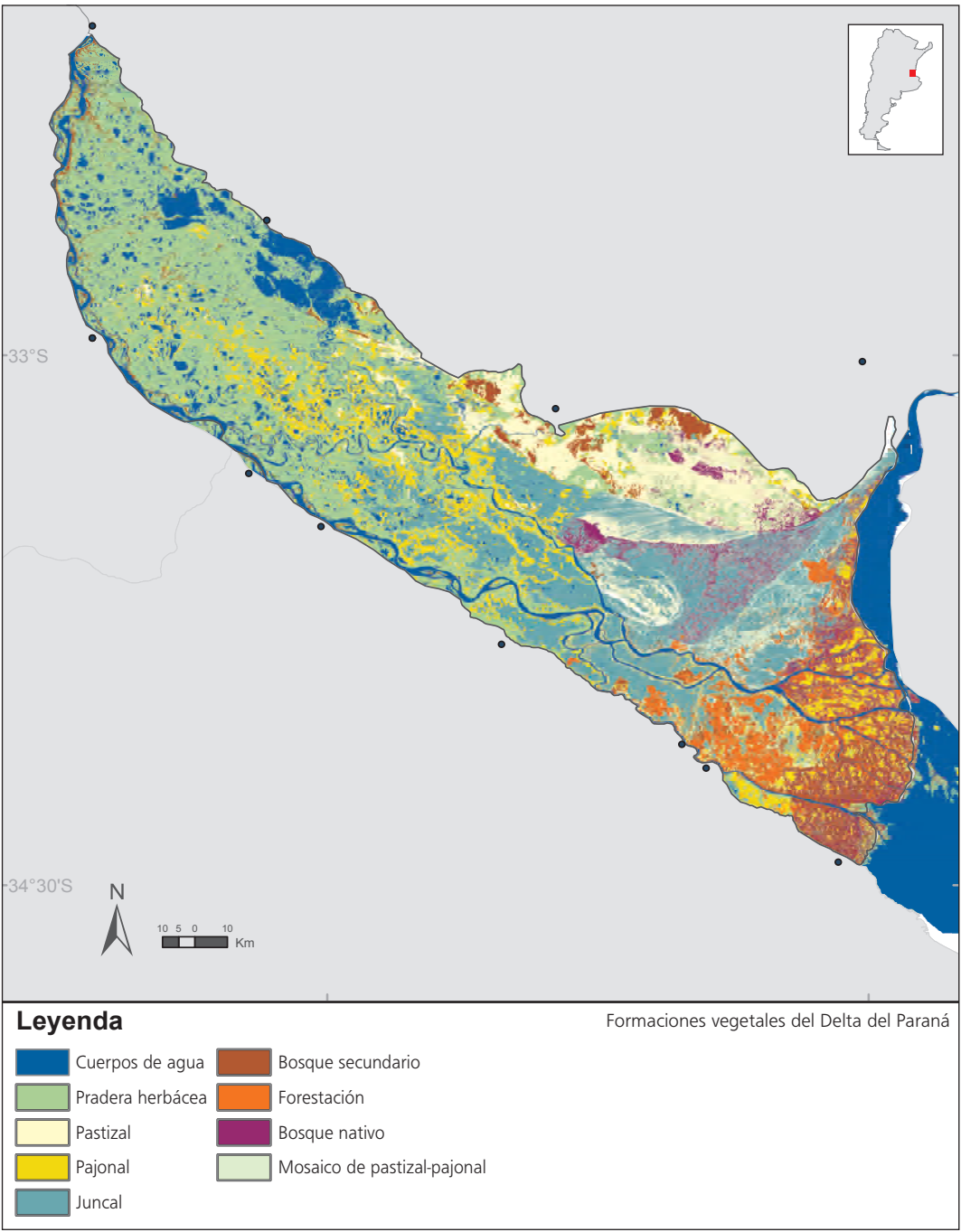
o dos especies son dominantes. El extenso mosaico con alta diversidad de especies sirve de hábitat para una variada fauna silvestre, es fuente de forraje natural para la ganadería y es utilizada para la actividad apícola.

Las formaciones leñosas de bosques nativos cubren apenas el 4% de la superficie (*ver sección Bosques Nativos*) y se desarrollan en sitios de menor inundabilidad o de menor permanencia de agua. Las forestaciones de salicáceas (*Salix* spp. y *Populus* spp., sauces y álamos respectivamente) están muy extendidas en el Delta Inferior y cubren aproximadamente otro 4% de la región. En las islas del Delta inferior son también destacables los bosques secundarios que se desarrollan como producto del abandono de actividades productivas, donde las especies exóticas suelen ser las dominantes (ligustro - *Ligustrum lucidum*, ligustrina - *Ligustrum sinense*, arce - *Acer* sp.) y las nativas crecen en forma aislada (*ver sección Ambientes antropizados como hábitat para la fauna silvestre*).



⁶ Parte de los resultados corresponden al trabajo de tesis doctoral (FCEyN-UBA) de Natalia S. Morandeira, en curso.

El mapa de vegetación se elaboró a partir de la compilación de fuentes cartográficas obtenidas por distintos métodos: clasificaciones no supervisadas ISODATA de una imagen SAC-C (path 225) para toda la región, y de series temporales de imágenes Landsat del Delta inferior (path row 225-83 y 84), y de digitalización a partir interpretación visual de series de tiempo de imágenes Landsat 5, 7 y Quick Bird.



Patrón regional de distribución de plantas

A partir de la compilación de 381 censos de vegetación disponibles en bases de datos del laboratorio de Ecología regional- GIEH- FCEyN-UBA (Malvárez y Bó 1995, Malvárez 1997, Kandus 1997 y Quintana et al. 2005) se identificaron a las especies de plantas macrófitas enraizadas dominantes del Delta. Sobre un total de 277 especies presentes en los censos se registraron apenas 26 especies dominantes (ver Tabla). De éstas, sólo una es de origen exótico (la graminéa *Cynodon dactylon*), siendo todas perennes⁷.



Alternanthera philoxeroides.

Las **especies dominantes** están distribuidas en relación al régimen hidrológico y a las condiciones climáticas. Sus valores de constancia son suficientes para discriminar a las unidades de paisaje identificadas por Malvárez (1997) (Manova No Paramétrico (Anderson 2001), $p < 0.05$).

Los **tipos biológicos** tienen una distribución heterogénea de acuerdo al régimen hidrológico: a) en áreas inundadas sólo por precipitaciones dominan graminoides bajas (*Luziola peruviana* y en menor medida *Cynodon dactylon*); b) en áreas con influencia de mareas del Río de la

Tabla. Constancia de las especies dominantes regionales por cada unidad de paisaje: ● = 1-20%; ● = 20-40%; ● = 40-60%; ● = 60-80%; x = especie acompañante, no dominante en la unidad de paisaje.

Especies dominantes (a escala regional)	Unidad de paisaje (cantidad de censos)									
	A	B	C1	C3	D	E	F	I1	I2	
	(23)	(9)	(11)	(36)	(7)	(5)	(18)	(84)	(128)	
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	●			x	x	x				
<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	●							x		
<i>Coleataenia prionitis</i> (Nees) Soreng	●	●	●		●					
<i>Eleocharis</i> sp. R. Br.	●		●	●	x		●	●		
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	●		x	●			●	●	x	
<i>Jaborosa integrifolia</i> Lam.	●			●	●					
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	●				●	●		x	x	
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.		●				●				
<i>Ludwigia</i> sp. L.	x	●	●	x		●		●	●	
<i>Himenachne grumosa</i> (Nees) Zuloaga		●	●	●	●	●		●	●	
<i>Polygonum hispidum</i> Kunth	●	●	●		x	x		●	●	
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	x	x	●	●						
<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	●		●	●	●					
<i>Pontederia cordata</i> L.			x	●			●		●	
<i>Luziola peruviana</i> Juss. ex J.F. Gmel.				●			●	x		
<i>Bromus catharticus</i> Vahl				●					x	
<i>Cyperus giganteus</i> Vahl		x	x		●			●		
<i>Carex fuscus</i> d'Urv.				x				●	x	
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey.) Soják			x	●				●	●	
<i>Scirpus giganteus</i> Kunth								●	●	
<i>Zizaniopsis bonariensis</i> (Balansa & Poitr.) Speg.				x				●	●	
<i>Typha</i> sp. L.								●	●	
<i>Senecio bonariensis</i> Hook. & Arn.								●	●	
<i>Eryngium pandanifolium</i> Cham. & Schltl.								●	●	
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	x							x	●	
<i>Polygonum stelligerum</i> Cham.		x	x			x		x	●	

Plata dominan hierbas equisetoides (*Schoenoplectus californicus*), con codominancia de árboles (*Erythrina crista-galli*) cuando la permanencia del agua es baja; c) en áreas con régimen hidrológico fluvial estacional, donde la permanencia del agua es alta las grami-

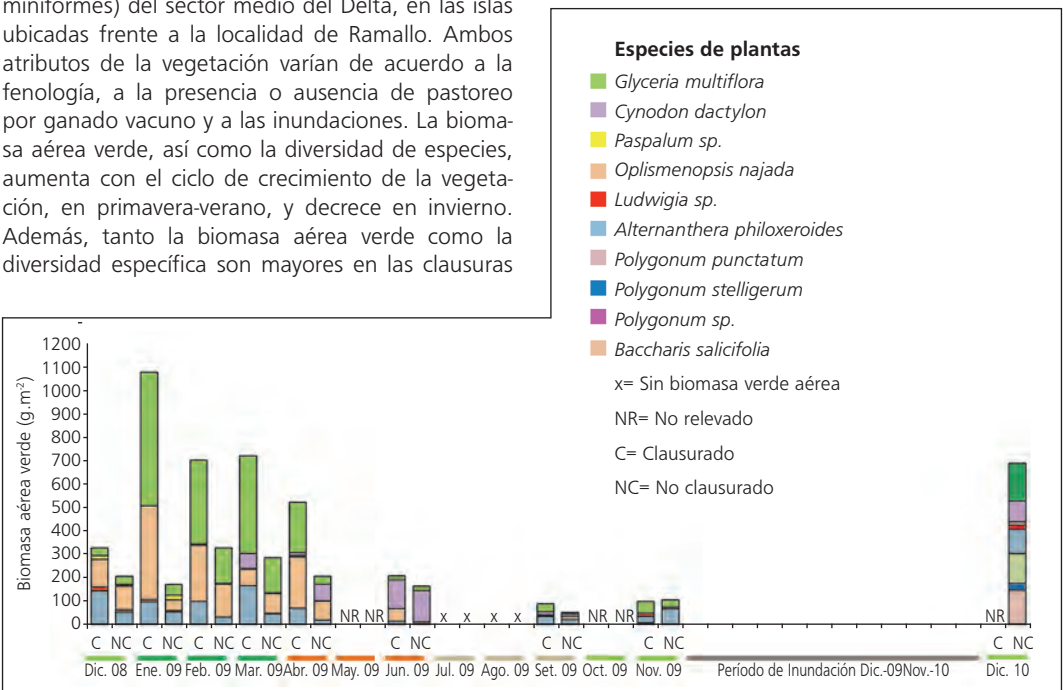
noides altas son dominantes (*Panicum prionitis*, *Echinochloa polystachya*, *Hymenachne grumosa*), mientras que son codominantes con árboles en los bosques riparios adyacentes a arroyos y ríos donde el flujo de agua es concentrado.

⁷ Para *Polygonum punctatum* no hay consenso en la bibliografía acerca de su ciclo de vida.

Dinámica de la vegetación herbácea

Las comunidades herbáceas se caracterizan por su rápida respuesta frente a los cambios que ocurren en el ambiente. En este caso se ilustran los cambios de la biomasa aérea y la composición de especies a lo largo de dos períodos de crecimiento, en una pradera de herbáceas higrófilas (latifoliadas y graminiformes) del sector medio del Delta, en las islas ubicadas frente a la localidad de Ramallo. Ambos atributos de la vegetación varían de acuerdo a la fenología, a la presencia o ausencia de pastoreo por ganado vacuno y a las inundaciones. La biomasa aérea verde, así como la diversidad de especies, aumenta con el ciclo de crecimiento de la vegetación, en primavera-verano, y decrece en invierno. Además, tanto la biomasa aérea verde como la diversidad específica son mayores en las clausuras

sin presión de pastoreo, que en sitios aledaños con carga ganadera. La inundación actúa como un fuerte disturbio que remueve toda la biomasa verde. A su vez, una vez que bajan las aguas se observa una rápida recuperación de la biomasa vegetal a la que aportan diversas especies, incluso algunas que no fueron registradas antes de la inundación.



Pradera de herbáceas y al fondo laguna somera.



Archivo LETyE

Bosques nativos

Clara Enrique, Diego Vargas, Fabio Kalesnik, Julieta Bono, María Gabriela Parmuchi, Pablo Aceñolaza, Mabel Strada, Celina Montenegro y Patricia Kandus⁸

Se planteó como objetivo general analizar la expresión espacial y el estado de conservación de los bosques nativos y su relación con la heterogeneidad ambiental de la región y con los distintos tipos de usos de suelos, en particular ganadería.

Las áreas de bosque nativo fueron digitalizadas a partir de la interpretación visual de secuencias de imágenes multitemporales Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM. Se realizaron 165 censos completos de la vegetación de los bosques, distribuidos en toda la región. La exactitud del mapa obtenido asciende al 87% (Índice de Kappa: 0,83).

Los bosques nativos ocupan apenas 73.549 hectáreas, el 4% de la superficie de la región, sin embargo presentan una gran variedad de tipos. Se hallaron un total de 26 especies arbóreas correspondientes a tres Provincias Fitogeográficas: Yungas, Paranaense, Chaqueña.

En la porción aguas arriba de la región, sobre viejos albardones, se encuentran bosques fluviales de gran belleza escénica y con una elevada riqueza de especies como el sauce criollo, el aliso de río, el timbó blanco, el timbó colorado, el ceibo, el curupí y el laurel.

A lo largo del curso principal del Paraná, en los albardones y espiras de meandro sometidos a la directa acción de este río, se desarrollan bosques de sauce criollo y aliso de río que tienen un importante papel en la estabilización de las costas. Estos bosques suelen tener una moderada a baja diversidad de especies.

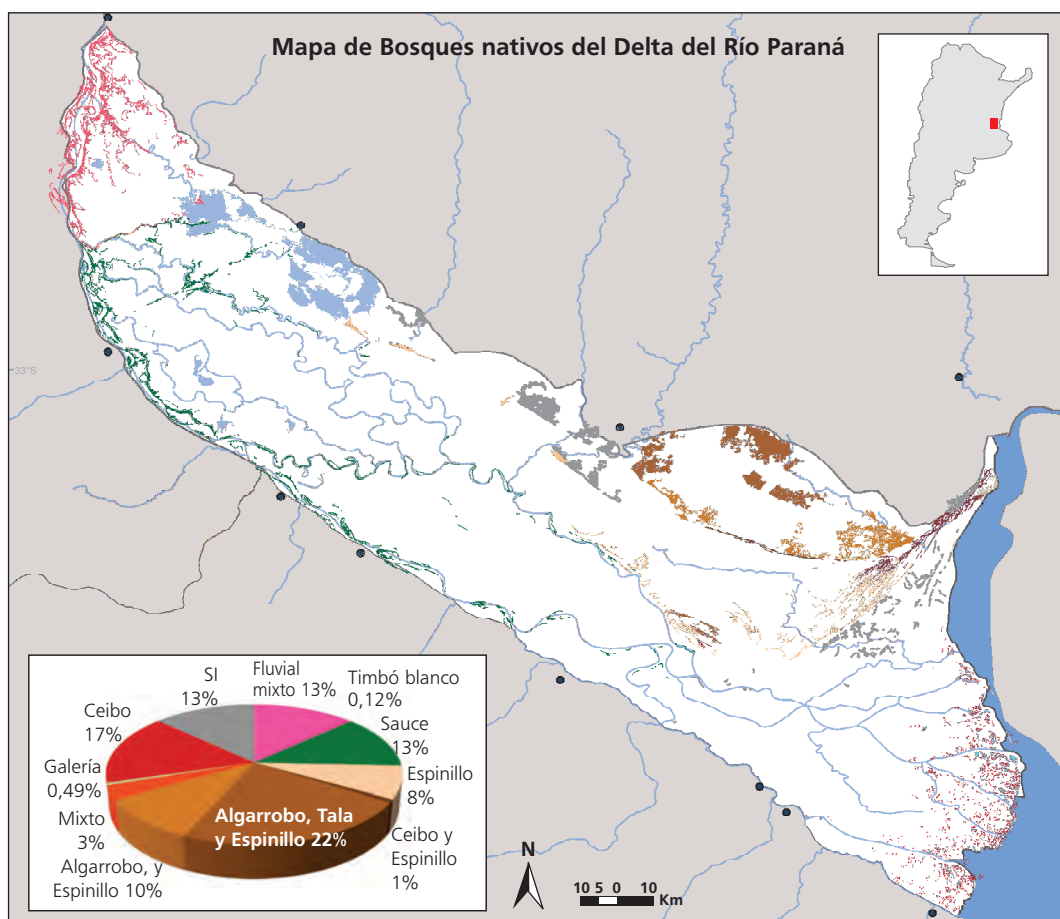
Hacia el Delta Inferior, en las proximidades de la localidad de Ceibas (Entre Ríos), los bosques de algarrobos, tala y espinillos junto con otras especies de árboles de características xéricas, establecen distintas asociaciones que se emplazan como isletas en los pastizales o a lo largo de viejos cordones de origen marino. Estos tipos de bosque son los que cubren la mayor superficie en el Delta, y sus árboles, aunque han sido muy explotados para leña, aún brindan refugio al ganado.



Especies de árboles identificadas en los bosques relevados. Se indica la distribución en provincias fitogeográficas según Cabrera (1975): Ch: chaqueña, P: Paranaense, Y: Yungas.

<i>Acacia caven</i> (Espinillo) Ch
<i>Acanthosyris spinescens</i> (Quebrachillo) Ch
<i>Albizia inundata</i> (Timbó blanco) P
<i>Allophylus edulis</i> (Chal Chal) Y P
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Anacahuita) Y P
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Tala) Ch
<i>Croton urucurana</i> (Sangre de drago) P
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Timbó) Y P
<i>Erythrina crista-galli</i> (Ceibo) P
<i>Eugenia uruguayensis</i> (Guayabo blanco) P
<i>Inga vera</i> (Ingá) P
<i>Jodina rhombifolia</i> (Sombra de toro) C
<i>Myrsine laetevirens</i> (Canelón) Y P
<i>Ocotea acutifolia</i> (Laurel criollo) Y P
<i>Phyllanthus sellowianus</i> (Sarandí) Ch
<i>Pouteria salicifolia</i> (Mata ojo) P
<i>Prosopis affinis</i> (Ñandubay) Ch
<i>Prosopis nigra</i> (Algarrobo) Ch
<i>Salix humboldtiana</i> (Sauce criollo) Y P
<i>Sapium haematospermum</i> (Curupí) P
<i>Schinus longifolius</i> (Incienso) Y P
<i>Scutia buxifolia</i> (Coronillo) Y Ch
<i>Senna corymbosa</i> (Sen de campo) P
<i>Sesbania punicea</i> (Acacia mansa)
<i>Terminalia australis</i> (Palo amarillo)
<i>Tessaria integrifolia</i> (Aliso de río)

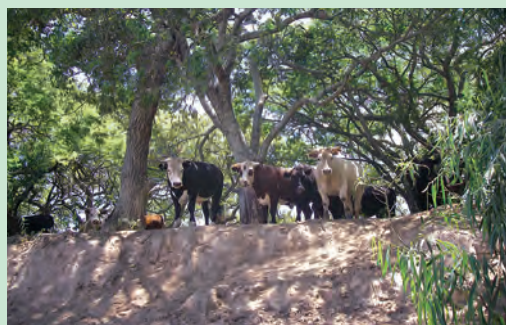
⁸ Gran parte de los resultados son parte de las tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas de Clara Enrique y Diego Vargas. El mapa fue incluido como parte del Inventario Nacional de Bosques Nativos de la Nación (Dirección de Bosques-SAyDS).



En las islas del Delta Inferior, el ceibo es la especie leñosa pionera en la colonización vegetal de las islas bonaerenses y forma bosques monoespecíficos de gran belleza, segundos en importancia de acuerdo a su superficie.

En los albardones de mayor desarrollo de estas islas y a lo largo del Río Uruguay, fueron descriptos históricamente los bosques de mayor riqueza específica

y complejidad de todo el Delta, emergentes de la confluencia de especies que se distribuyen por los corredores que forman los ríos Paraná y Uruguay. Estos bosques han sido eliminados debido a distintas actividades comerciales (frutihorticultura, monocultivo de sauces y álamos entre otros) y en su sitio, crecen bosques dominados por especies exóticas (ver sección *Vegetación*).



Para el Bosque Fluvial Mixto se encontraron cuatro asociaciones arbóreas: sauzales, alisales, crotonales y timbozales.

La actividad ganadera intensa puede interferir en la regeneración de estos bosques. En los timbozales se observó que las categorías renovales y juveniles presentaron una menor densidad de individuos y una menor riqueza de especies arbóreas en sitios con presencia de ganado, en comparación con las áreas protegidas dentro del Parque Nacional Pre-Delta.

La seca y el fuego

Mercedes Salvia, Marisa Morais, Darío Ceballos, Nora Madanes, Manuel García Cortes, Verónica Capello, Juan Pablo Manchiola, Ricardo Vicari, Priscilla Minotti, Jorgelina del Pilar Oddi, Debora di Francescantonio, Haydée Karszenbaum y Patricia Kandus⁹

El fuego en las islas es usado frecuentemente con fines ganaderos y cinegéticos. Durante el año 2008, se produjeron un número inusitado de focos simultáneos, que en una situación de marcada seca y aguas bajas, algunos alcanzaron considerable persistencia e intensidad.

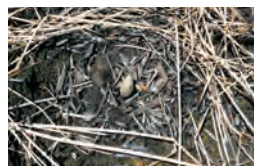
Según las estimaciones de la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), la superficie quemada en la región alcanzó, para mayo de 2008, 206.955 ha, representando cerca del 11% del Delta.



A partir de la superposición del mapa de áreas quemadas y el de vegetación de Salvia et al. (2009) estimamos que los juncales (*Schoenoplectus californicus*) y pirizales (*Cyperus giganteus*) del interior de las islas fueron los más afectados por los incendios (Stamati et al. 2008). En la Provincia de Buenos Aires, se quemó alrededor del 90% de este tipo de ambiente.

Se evaluaron los efectos de la quema sobre los juncales y pirizales en la porción de islas frente a las localidades de San Pedro, Baradero y Zárate (Prov. de Bs. As.), a dos escalas: paisaje y local. Se usaron 2 imágenes satelitales ópticas Landsat 5 TM (Path/Row: 226/83), la primera inmediatamente posterior a las quemaduras (23/11/2008) y la segunda correspondiente a un momento luego del período de crecimiento estival de la vegetación (02/05/2009). Las imágenes fueron clasificadas digitalmente en forma no supervisada, usando el algoritmo ISODATA y se obtuvieron sendos mapas de cobertura. Se tomaron muestras de vegetación y suelos a escala de paisaje, en forma consistente con las imágenes usadas. Por el mismo período a escala local, se analizaron los cambios estructurales a corto plazo, de un juncal del interior de una isla de Baradero sometido a quema. Para esto se diseñó una experiencia de

medición mensual de la vegetación en parcelas permanentes desde septiembre 2008 hasta junio 2009, época en que el ascenso de las aguas impidieron continuar con las mediciones. En este ensayo se analizó la recuperación de una comunidad de juncos luego de la quema a dos intensidades.



En ambas escalas se observó que la vegetación del juncal se recupera luego de un corto lapso de tiempo siempre que sus rizomas no hayan sido dañados seriamente por la intensidad de la quema, siendo más rápida la recuperación con intensidades bajas.

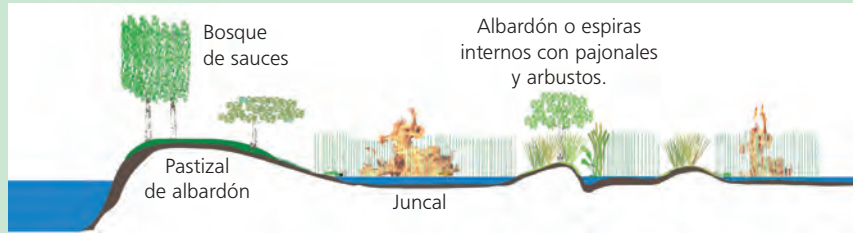
A escala de paisaje, se cartografiaron áreas con diferente intensidad de quemaduras, evidenciadas en el campo por las características presentes en la vegetación y el suelo. Los resultados a esta escala sugieren que los sitios con mayor aporte de agua se recuperarían más rápidamente.

A escala local, se observó que en los sitios no quemados existe una dominancia clara y sostenida de *S. californicus* (coberturas: 45% - 90%). En los sitios quemados en cambio, *S. californicus* codomina con especies como *Althernanthera reiniki* (lagunilla) y en menor medida con *Sagittaria montevidensis* (saeta), *Eichornia crassipes* (camalote), *Oplismenopsis najada*, entre otras, las cuales en estas condiciones presentan hábito rastrero. Estas plantas, que al igual que el junco tienen estructuras rizomatosas de dispersión, parecerían colonizar desde ambientes periféricos, no registrándose la presencia de especies exóticas. Cabe señalar que la diversidad es la misma en los juncales no quemados que en los quemados aunque la composición específica sea diferente.



⁹ Muchos de los resultados son parte de la tesis doctoral de Mercedes Salvia y de la tesis de maestría en ciencias ambientales de Marisa Morais ambas en la FCEyN-UBA. Esos resultados son parte también de un informe técnico difundido entre los municipios del Delta bonaerense y los organismos de gestión. Este trabajo fue realizado principalmente con fondos gestionados por el MINCYT (PICT2006-1849. PICT 2006-1203), y también con fondos del PNFOR2214 del Programa forestal Nacional y del CRN N°2031 del Inter American Institute for Global Change (UNSL).

Los juncales y pirizales (*Schoenoplectus californicus* y *Cyperus giganteus*) son comunidades vegetales herbáceas de gran porte, que se desarrollan sobre terrenos fácilmente inundables cuando se producen crecientes del Río Paraná y repuntes de mareas del estuario del Plata durante eventos de sudestada o lluvias locales. Ambas especies dominantes presentan las hojas reducidas a la base, con un tallo fotosintético central erecto, que supera los 2 metros de altura y es sostén de la floración. La presencia de aerénquima en el tallo constituye la principal adaptación morfológica para vivir en ambientes con prolongados períodos de anegamiento. Estas plantas tienen un importante desarrollo vegetativo formando praderas continuas, prácticamente monoespecíficas. La tasa de fijación de carbono del junco en estos ambientes alcanza valores que rondan 1300 g m⁻² año⁻¹ (Pratolongo *et al.* 2008). Estas comunidades proveen numerosos bienes y servicios a la sociedad. En particular, tienen un papel sobresaliente en la modulación de las inundaciones, amortiguando los flujos, reteniendo sedimentos y nutrientes y previniendo procesos erosivos (Grings *et al.* 2009, Salvia 2009).

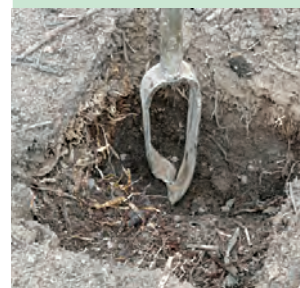
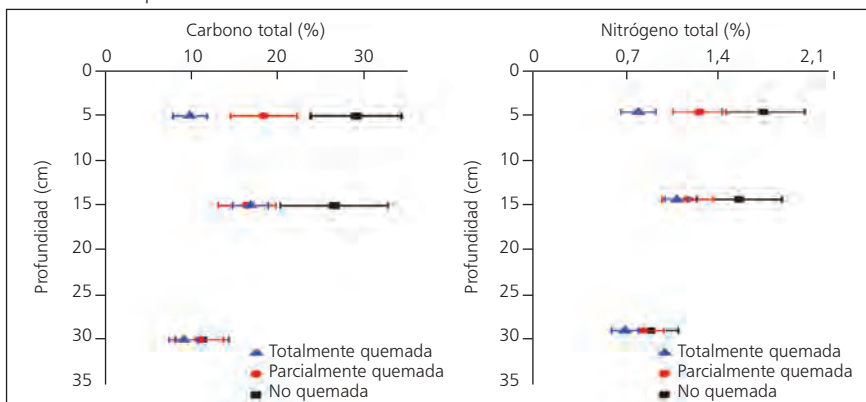


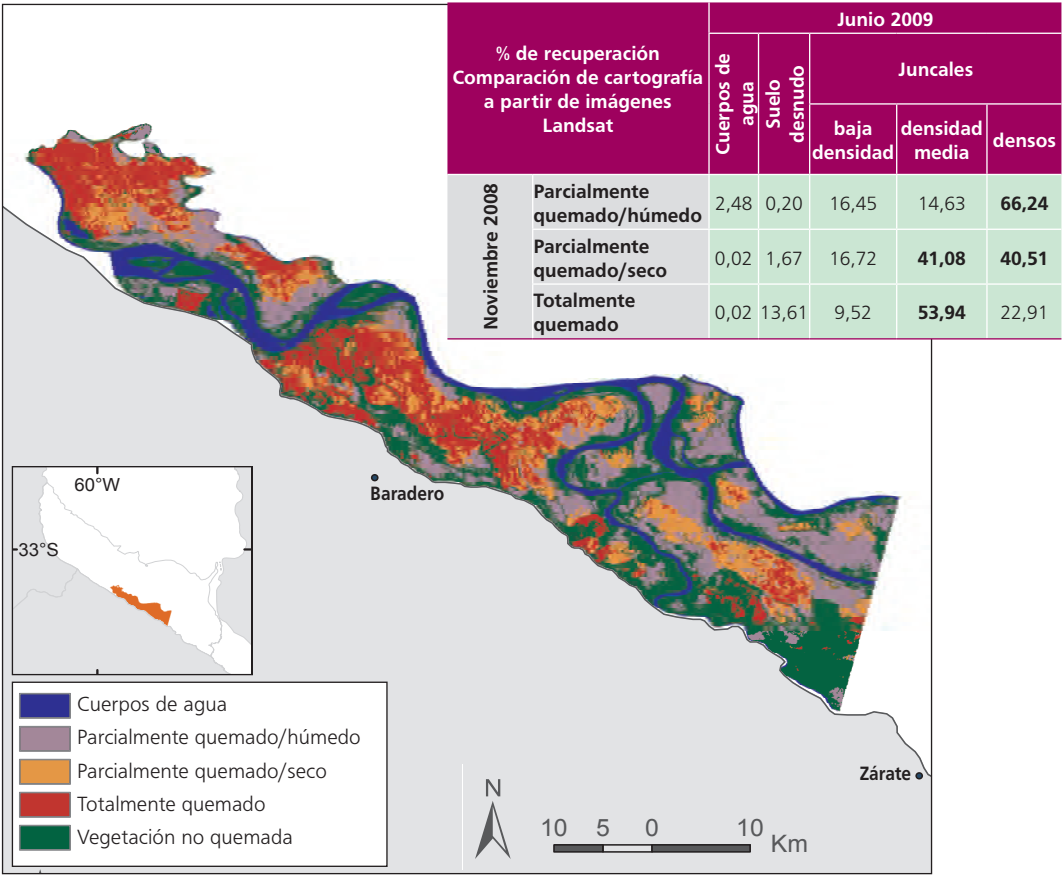
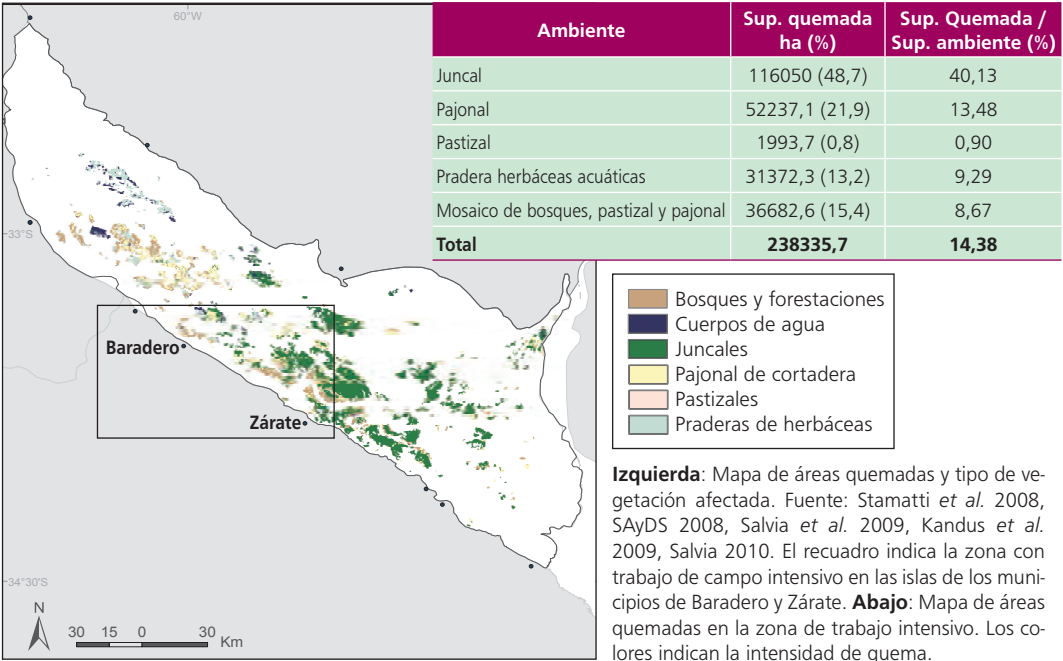
Áreas intensamente quemadas donde se observan rebrotes aislados de junco. En el detalle, evidencias de erosión hídrica.

Los suelos

Los suelos presentan pérdidas sustanciales de carbono y nitrógeno en las capas superficiales, que difícilmente puedan ser recuperados en el término de una década. Luego de los incendios, los suelos carbonizados quedan vulnerables a la erosión hídrica y el deterioro por pisoteo.

Contenido de carbono (Ct) y nitrógeno (Nt) en el suelo según la profundidad y diferentes intensidades de quema.



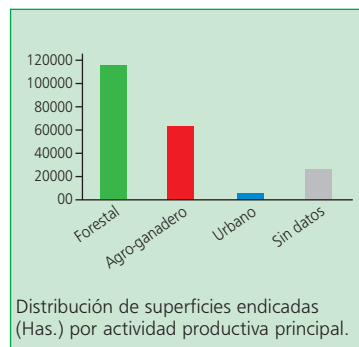


Endicamientos

Patricia Kandus, Priscilla Minotti¹⁰

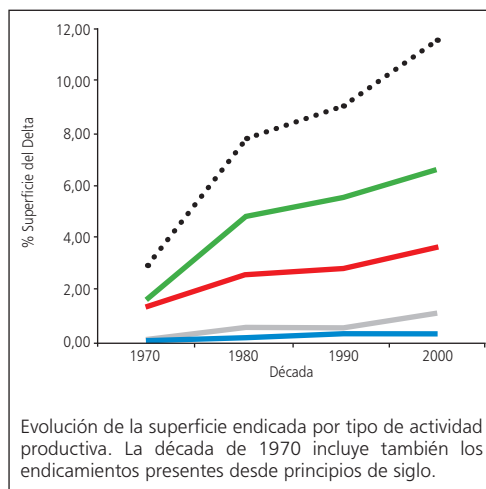
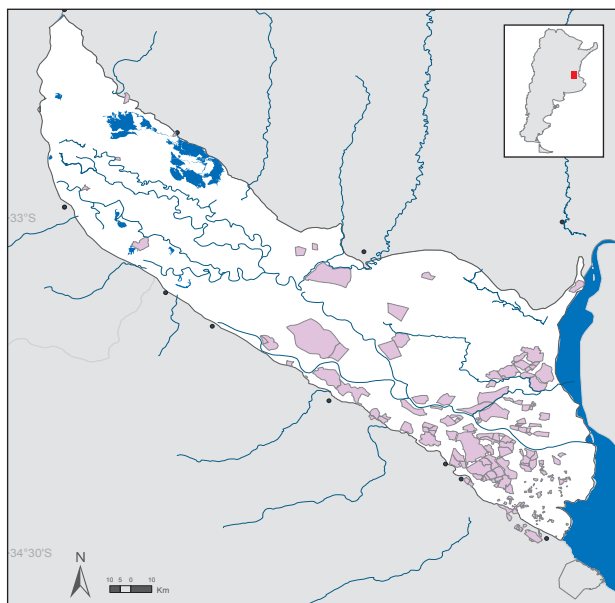
Según estimaciones del Millenium Ecosystem Assessment (2005) la degradación y pérdida de ecosistemas acuáticos y de humedales ha tenido lugar de manera más acelerada que la de los ecosistemas terrestres. En general esto ocurre debido a que los mismos suelen ser gestionados con esquemas de producción basados en estándares desarrollados para ecosistemas terrestres. Ejemplo de esto son las producciones que para su desarrollo requieren de endicamientos, o sea la construcción de terraplenes perimetrales que impiden o en el mejor de los casos regulan el ingreso del agua.

En el Delta se cartografiaron zonas endicadas mediante el análisis y la interpretación visual de una serie multitemporal de 60 imágenes satelitales¹¹ de resolución media-alta de los sistemas Landsat (MSS, TM y ETM+) e imágenes de alta resolución Quickbird.



Las áreas endicadas incluyen 202 polígonos, y los resultados indican que abarcan el 11,60% de la superficie de la región. Estas áreas están destinadas en su mayoría a la actividad forestal, que lleva una larga historia en la

región y también al uso silvopastoril. Los endicamientos se emplazan principalmente en el Delta inferior bonaerense y también en las inmediaciones del Río Uruguay del sector entrerriano. En menor medida los endicamientos involucran actividades agrícola-ganaderas y emprendimientos urbanísticos, aunque estos usos registran un incremento importante en la última década.



¹⁰ Este trabajo fue realizado también con fondos provistos por el Ministerio de Asuntos Exteriores de los Países Bajos (DGIS) a través de la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales en el marco del proyecto Humedales y Medios de Vida en el Delta del Río Paraná.

¹¹ Se utilizaron imágenes disponibles en la base de datos del LETyE /3iA-UNSAM, desde 1972 hasta 2010. Las mismas fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina (CONAE) en el marco de proyectos de investigación o fueron adquiridas desde los sitios de la Comisión Nacional de Pesquisas Espaciais de Brasil (INPE) (<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>), del sitio "Global Land Cover Facility" de la Universidad de Maryland (GLCF) (<http://www.glc.f.umd.edu/data/gls/>) y del sitio "Earth Explorer" del USGS (<http://edc.sns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>). Las imágenes Quickbird corresponden a fragmentos del Delta Inferior de los años 2008-2009 y se adquirieron en el marco del Relevamiento Forestal realizado para la empresa Papel Prensa S.A.

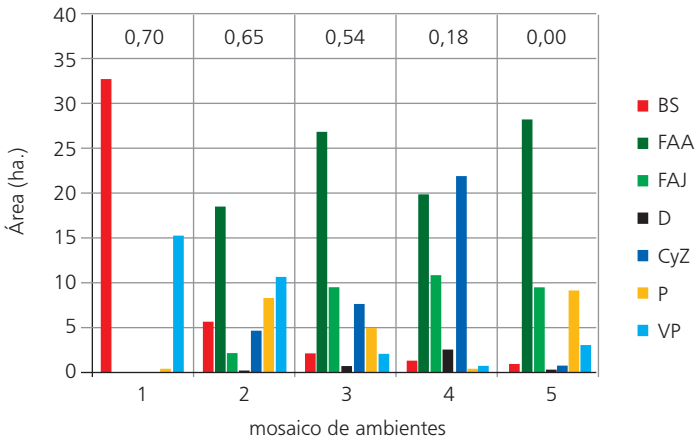
Ambientes antropizados como hábitat para la fauna silvestre

Silvina Malzoff, Analía Nanni, Andrea Magnano, Natalia Fracassi, Rubén Quintana¹²

En el Delta inferior la forestación con salicáceas es actualmente la principal actividad productiva, tanto por el movimiento económico como por la superficie de ambientes naturales que sustituye. Esta se practica con especies tolerantes a las inundaciones, sauces (*Salix* spp.) en las porciones bajas de los terrenos y álamos (*Populus* spp.) en los albardones (porciones altas del terreno), acompañados por zanjaz y canales para permitir la evacuación rápida de los excedentes hídricos provocados por desbordes de los ríos y repuntes de las mareas. La expansión de la actividad con la implantación de híbridos de mayor rendimiento pero con menor tolerancia a las inundaciones, junto con mayores requerimientos de calidad y sostén de la cantidad de producción, incentivaron al desarrollo de obras de defensa que regularan o impidieran el ingreso de las aguas en las plantaciones que involucran terraplenes y endicamientos (ver sección *Endicamientos*). Por su parte, los bosques secundarios son el resultado del abandono de plantaciones forestales y frutales y de zonas parquizadas. Estos bosques, aunque están dominados por especies exóticas, en muchos casos compensan la funcionalidad ecológica de los bosques nativos que reemplazaron, formando parte del hábitat de muchas especies de fauna silvestre.

El caso de la pava de monte

Una de las especies emblemáticas de los bosques ribereños del Delta Inferior es la pava de monte (*Penelope obscura*). A escala de paisaje, encontramos que la abundancia de pavas está relacionada principalmente con la superficie disponible de bosque secundario y en segunda instancia con la de plantaciones forestales adultas. En estos ambientes la pava encuentra alimento, refugio y abrigo. Sin embargo, a diferencia de las forestaciones, los bosques

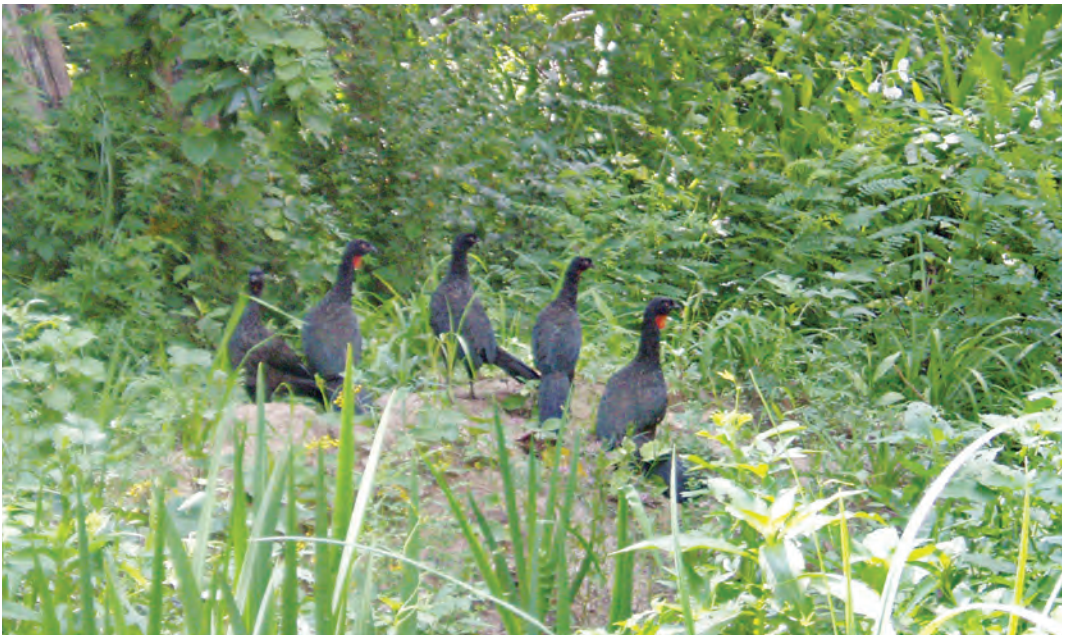


Abundancia de pavas en relación a un gradiente creciente de actividad humana actual (Mosaicos 1-5). Cada mosaico se caracteriza por la presencia y el área ocupada por los ambientes: BS= bosque secundario; FAA= forestación activa adulta; FAJ= forestación activa joven; D= áreas deforestadas; CyZ= canales y zanjaz; P= pajonales; VP= vegetación palustre. Los números superiores indican número medio de pavas observadas por km.

¹² Los resultados son parte de la tesis doctoral de Silvina Malzoff y de las tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas de Analía Nanni y Andrea Magnano todas de la FCEyN-UBA.



secundarios ofrecen condiciones adecuadas para la nidificación, mayor protección durante el invierno, por la abundancia de especies de árboles perennifolios (como el ligustro y la ligustrina) y provisión de frutos (parte fundamental de su dieta) durante todo el año.



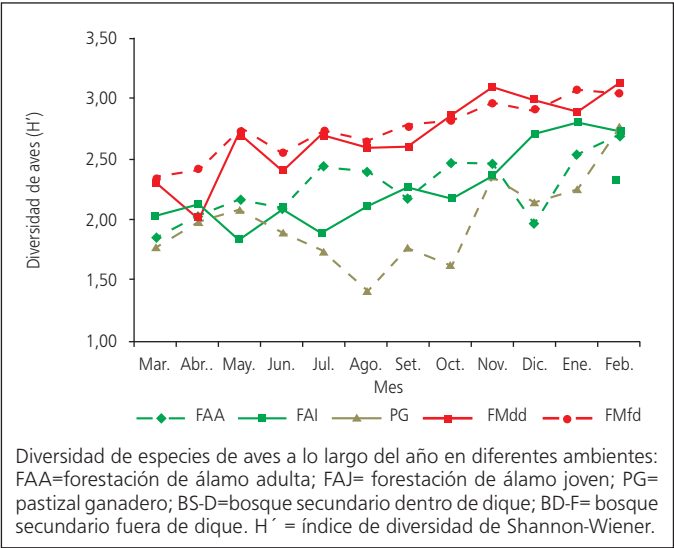
Familia de pavas de monte.

Aves e insectos en un mosaico de paisaje antropizado

En el campo experimental de la Estación Experimental INTA Delta se analizaron las comunidades de aves y de insectos carábidos y afídidos en 5 ambientes que representan diferentes usos de la tierra.

Aves

Los análisis mostraron que existen 3 comunidades de aves asociadas a tipos de ambientes diferentes: 1) las de los bosques secundarios, con presencia de aves de bosques y especies citadas para el “monte blanco”¹³; 2) las de las forestaciones de álamo activas, caracterizadas por especies de bosque con pocos requerimientos de hábitat y 3) la comunidad del pastizal ganadero, dominada por especies de pastizal y de ambientes abiertos. La comunidad de aves asociada a bosques secundarios resultó ser la de mayor diversidad de especies y de gremios tróficos. A su vez, no mostró diferencias al comparar sitios dentro y fuera de endicamientos. El mantenimiento de parches con bosque secundario dentro de los predios forestales podría brindar entonces una mayor disponibilidad de nichos, aumentando la diversidad de especies de aves.



De izquierda a derecha, primera línea: federal (*Amblyramphus holosericius*) juvenil, calandria común (*Mimus saturninus*), carao (*Aramus guarauna*), tordo renegrado (*Molothrus bonariensis*), tordo músico (*Agelaioides badius*); segunda línea: Benteveo (*Pitangus sulphuratus*), Dragon (*Pseudoleistes virescens*), hocó colorado (*Tigrisoma lineatum*).

¹³ El “monte blanco” es el nombre que se le dio al bosque ribereño nativo del Delta inferior. Este bosque fue reconocido por su alta diversidad de especies y complejidad estructural.

Insectos

A diferencia de lo observado con las aves, las forestaciones activas junto con el pastizal ganadero presentaron los mayores valores de diversidad de especies de los dos grupos estudiados.

Los **Carábidos** constituyen un grupo de insectos de gran importancia ya que algunas especies colaboran en la regulación de las plagas forestales que dañan a los sauces y a los álamos mientras que otras cavan galerías en los suelos, contribuyendo a su aireación, facilitando la penetración de las raíces y la infiltración del agua de las lluvias y desbordes de los ríos. Los **Carábidos** son descomponedores de la materia orgánica de los suelos. En el presente estudio se encontraron 32 especies pertenecientes a este grupo, aunque el número real es seguramente mayor.

Se encontró que la mayoría de las especies estaban asociadas a un tipo particular de ambiente. Además, se encontró a *Notaphus terminalis*, una especie de carábido invernal que vive en la ribera de los ríos y que, hasta el momento, no había sido citado en la Argentina.

Los **Afódidos** son escarabajos que viven en los suelos de las forestaciones y los bosques, debajo de las plantas o dentro de los hormigueros. También se ha observado que pueden vivir dentro de las heces de las vacas, en donde se alimentan y también ponen sus huevos. Los **Afódidos** son descomponedores de la materia orgánica favoreciendo el ciclado de nutrientes del suelo. La abundancia de este grupo estaría relacionada, en parte, con la presencia de heces de ganado vacuno. Del total de las especies encontradas, el 50% presentó requerimientos de hábitat particulares (especialistas), siendo el pastizal ganadero el que mayor número de especies de este tipo presentó (15, 8%), seguido por la forestación de álamo adulta (13,2%).



9



8



7



5



3



4



2



1

Fotos Armando Cicchino. 1) *Notaphus terminalis*; 2) *Apenes marmorata*; 3) *Ataenius opatroides* (Blanchard 1847); 4) *Oxytrechus arechavalatae*; 5) *Odontocheila chrysis*; 6) *Meraulax alatus*; 7) *Ataenius strigicaudus* (Bates 1887); 8) *Ataenius picinus* (Harold 1868); 9) *Ataenius platensis* (Blanchard 1847).

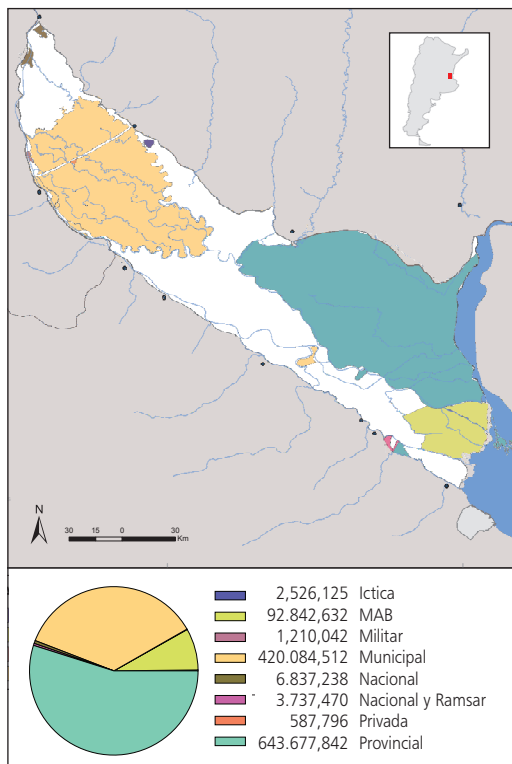
Áreas protegidas

Priscilla Minotti

El Delta ya no es una región prístina, y presenta amenazas de diverso grado, que afectan no sólo a la conservación de su biodiversidad de especies y paisajes sino también a su cultura isleña. Algunas de estas amenazas son de carácter global o se originan aguas arriba mientras que otras tienen carácter local. Entre las primeras podemos destacar las alteraciones del régimen hidrológico por infraestructura energética y de transporte (existente y futura) y el avance de la frontera agropecuaria en continente. De carácter más local son las modificaciones de los cursos y cuerpos de agua de islas para la gestión productiva ganadera, forestal, agropecuaria y turística. Además, se destaca aquí el avance de la frontera urbana a las islas, movida por la expansión de las grandes ciudades y la especulación del mercado inmobiliario, la que es favorecida por la falta de códigos de ordenamiento y construcción en ambientes isleños. Un conjunto de amenazas más difuso pero de impacto directo en la biodiversidad está dado por la extracción furtiva de recursos naturales (e.g., peces para carnada, reptiles y mamíferos para cueros, aves como mascotas, madera para leña) y la expansión de especies exóticas invasoras, modificadoras de las comunidades naturales tanto acuáticas (mejillón dorado - *Limnoperna fortunei*, carpa - *Cyprinus carpio*) como terrestres (entre las plantas, mora, ligustro, ligustrina, paraísos, acacia negra, lirio, zarzamora, y entre los animales más recientemente ciervo axis - *Axis axis*).

A pesar de todo esto, la región conserva aún una importante diversidad biológica y funcional que debe ser conservada.

A la fecha, el Delta cuenta con de 23 unidades de conservación, con una superficie total de 1.171.504 ha. Sin embargo, la superficie en categorías de conservación efectivas (parques nacionales y otras unidades con planes de manejo) es sólo del orden del 1%, por lo que la casi totalidad de la superficie bajo alguna figura de protección legal corresponde a unidades de uso múltiple y tenencia mixta (público-privada), sin planes de manejo. El 55% corresponde a las reservas provinciales, que tienen la particularidad de no contar con demarcación física de límites. Las reservas municipales (36%) son mayoritariamente de muy pequeña superficie con uso predominantemente educativo. Dos excepciones corresponden a



la reserva en la zona de islas del municipio de Victoria (aprox. 412.000 ha) y la Reserva de Biosfera "Delta del Paraná" del Municipio de San Fernando (Bs. As.). La primera fue orientada exclusivamente a la producción ganadera mientras que la reserva de Biosfera del Delta del Paraná involucra diversos usos, con una preponderancia del forestal.

Si bien el manejo de estas unidades de conservación puede ser efectivo desde el punto de vista de la gestión administrativa y educativa, desde el punto de vista ecológico no son eficientes para conservar y mantener paisajes representativos y poblaciones y/o comunidades naturales. Esto acentúa los problemas de fragmentación e insularización debido a la desaparición de hábitats en buen estado de conservación tanto dentro como fuera de sus entornos. Un déficit adicional de todas las áreas protegidas de la región es que no suelen incorporar pautas de manejo propias para paisajes de humedales, tales como las recomendadas por la convención Ramsar.

Bibliografía citada

- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26:32-46.
- Baigún, C. 2010. Evaluación de riesgos de extinción aplicados a especies de interés pesquero de la baja Cuenca del Plata. En J. Cappato, V. de la Balze, J. Petean y J. Liotta (Eds.) *Conservación de los peces de la Cuenca del Plata en Argentina: Enfoques metodológicos para su evaluación y manejo*. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales-Wetlands International – LAC, 37-50.
- Baigún, C., P. Minotti, P. Kandus, R. Quintana, R. Vicari, A. Puig, N. Oldani y J. M. Nestler. 2008. Resource use in the Parana River Delta (Argentina): moving away from an ecohydrological approach? *Ecohydrology & Hydrobiology* 8: 245-262.
- Baigún, C., S. Sverlij y H. L. López. 2003. Recursos pesqueros y pesquerías del Río de la Plata interior y medio (margen argentino). *Informe final FREPLATA PNUD/GEF/RLA799/G31*, 1-66, accesible en <http://www.freplata.org/documentos>.
- Barros, V., R. Clarke y P. Silva Dias (Eds.). 2006. *El cambio climático en la Cuenca del Plata*. CIMA, Buenos Aires, 230 pp.
- Cronk, J. K. y M. S. Fennessy. 2001. *Wetland plants. Biology and ecology*. Lewis Publishers, CRC Press, 470 pp.
- Espinach Ros A., S. Sverlij, F. Amestoy y M. Spinetti. 1998. Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 26:2234-2236.
- Grings, F., M. Salvia, M., H. Karszenbaum, P. Ferrazzoli, P. Kandus y P. Perna. 2009. Exploring the capacity of radar to estimate Wetland Marshes Water Storage. *Journal of Environmental Management*, 90: 2189–2198.
- Hejný, S. y S. Segal. 1998. General ecology of wetlands. En D. F. Westlake, J. Kv t, y A. Szcepa ski (Eds.), *The Production Ecology of Wetlands: the IBP synthesis*. Cambridge University Press, 1–77.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. IPCC WGI Fourth Assessment Report. 18 pp.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X., Ferreira, L.G., 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment* 83, 195-213.
- Junk, W.J.; P. Bayley y R.E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. En: Dodge, D.P. (Ed.). *Proc. of the Internat. Large River. Symp. Canad. Spec. Publ. Fish Aquatic. Sci.*, pp: 101-127.
- Kandus, P, M. Salvia, D. Ceballos, N. Madanes, V. Capello, M. García Capello y Marisa Morais. 2009. Evaluación del efecto de los incendios masivos en áreas del delta bonaerense en las islas frente a los Municipios de Baradero y Zárate. Municipio de San Pedro, Baradero y Zárate, INTA. Informe técnico en elaboración conjunta con la Estación Experimental INTA Delta y la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de Buenos Aires.
- Kandus, P. 1997. Análisis de Patrones de vegetación a escala regional en el Bajo Delta del Río Paraná (Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires., Buenos Aires.
- Malvárez, A. I. 1997. Las comunidades vegetales del Delta del Río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones de paisaje. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Malvárez, A. I., y R. F. Bó. 1995. Diagnóstico de vegetación y fauna silvestre en el área de influencia de la Hidrovía de la Región del Delta del Río Paraná. Informe de avance.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and water. Synthesis*. 80pp. (<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>).

- Minotti, P. G. y A. I. Malvarez. 1992. Newspaper information retrieval to assess the movements of sport-fishing valuable stocks in the Paraná River Lower Delta (Argentina). En I. Cowx (Ed.) *Catch effort sampling strategies: Their application in Freshwater Fisheries Management*, Fishing News Books Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford, England, 177-183.
- Neiff, J. J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26:167-180
- Pratolongo, P., P. Kandus. y M. Brinson. 2008. Net aboveground primary production and biomass dynamics of *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae) marshes growing under different hydrological conditions. *Darwiniana* 46(2): 258-269.
- Quintana, R. D., N. Madanes, A. I. Malvárez, y F. A. Kalesnik. 2005. Análisis de la vegetación en tres tipos de hábitat de Carpinchos en la baja cuenca del Río Paraná, Argentina. *INSUGEO, Miscelánea* 14:183-200.
- Salvia, M., M. Franco, F. Grings, P. Perna, R. Martino, H. Karszenbaum y P. Ferrazzoli. 2009. Estimating flow resistance of wetlands using SAR images and interaction models Remote Sensing, 1: 992-1008.
- Segura, G. y R. Delfino. 1991. Research on the Argentine artisanal fisheries of the Plata basin. The example of the lower Paraná fisheries. En J. R. Durand, J. Lemoalle y J. Weber (Eds.) *La recherche face a la Peche Artisanale*, Symp. Int. ORSTROM-IFREMER, Montpellier, France, 3-7 juillet 1989. Paris. ORSTOM, 1991, t. I: 467-474.
- Salvia Mercedes. 2010. Aporte de la teledetección al estudio del Funcionamiento del macrosistema delta del Paraná: análisis de series de tiempo y eventos Extremos. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Stamati M., J. Bono, M.G. Parmuchi, M. Salvia, M. Strada, C. Montenegro, P. Kandus y J. Menéndez. 2008. Evaluación de la superficie afectada por los incendios ocurridos en el Delta del río Paraná en abril de 2008. Reunión Argentina de Ecología.
- Sverlij, S., A. Espinach Ros y G. Ortí. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo. FAO, FIR/S 154.
- Weiher, E. y Keddy, P. A. 1995. The assembly of experimental wetland plant communities. *Oikos* 73: 323-335.
- Zóffoli, L., P. Kandus, N. Madanes y D. Calvo. 2008. Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA AVHRR-NDVI time series: The case of the Parana Delta Region. *Landscape Ecology*. H23(7): H 833-848.





PICT 1849 Agencia MINCyT (2008-2011)

ISBN 978-987-1435-35-7



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

