

# EL ÍBERÁ

¿ EN PELIGRO ?

Por Juan José Neiff



FUNDACIÓN  
VIDA SILVESTRE  
ARGENTINA

NEIFF, JUAN JOSÉ

EL IBERÁ...¿EN PELIGRO?. - 1ª ED. - BUENOS AIRES : FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA, 2004.

100 P., 30X21 CM.

ISBN 950-9427-10-1

I. ECOLOGÍA I. TÍTULO

CDD 304.23

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS POR LA FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA S.A.

DEFENSA 250, 6º "K", BUENOS AIRES C1065AAC - ARGENTINA

TÉL. (54-11) 4331-3636/4343/4086 - [www.vidasilvestre.org.ar](http://www.vidasilvestre.org.ar)

QUEDA HECHO EL DEPÓSITO QUE MARCA LA LEY 11.723

I.S.B.N.: 950-9427-10-1

# EL IBERÁ ¿EN PELIGRO?

Por Juan José Neiff



**FUNDACIÓN  
VIDA SILVESTRE  
ARGENTINA**

## EDICIÓN:

SILVIA G. GONZÁLEZ

## REVISIÓN CRÍTICA:

JORGE H. MORELLO, ROSANA FERRATI N. INDIANA BASTERRA CHIOZZI, MARCELO H. ACERBI.

## FOTO DE TAPA:

“ACUARELA MÓVIL” DE LUIS A. GURDIEL

## FOTOS DEL INTERIOR:

JUAN JOSÉ NEIFF, EXCEPTO LA FIGURA I (DONACIÓN DE ANÍBAL PARERA AL AUTOR).

## DISEÑO:

LIEBRE DE MARZO | DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL | ALEJANDRO CÁCHARO - JORGE MAC LENNAN

ESTA PUBLICACIÓN CUENTA CON EL AUSPICIO DE:

---



Centro de Ecología Aplicada del Litoral  
CECOAL - CONICET



Ciencia y Tecnología para el Desarrollo,  
Aprovechamiento y Gestión  
de los Recursos Hídricos  
CYTED XXI



Universidad Nacional del Nordeste  
UNNE



Instituto Nacional de Limnología  
INALI - CONICET

HA RECIBIDO EL RECONOCIMIENTO DE RAMSAR, CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES  
Y HA SIDO DECLARADO DE INTERÉS PARLAMENTARIO POR  
LA HONORABLE CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN,  
SEGÚN RESOLUCIÓN N° 1249-D-04



CONVENTION ON WETLANDS  
CONVENCIÓN SUR LES ZONES HUMIDES  
CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES  
(Ramsar, 1988, 1971)

Gland, 15 de junio de 2004

La Convención Ramsar destaca la importancia de los humedales como centros de gran productividad y diversidad biológica y sistemas de sustento de la vida de poblaciones humanas. Vemos con preocupación la pérdida y degradación continua de humedales en muchas partes del mundo.

Según el párrafo 2 del artículo 2 de la Convención los sitios incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional deben ser importantes en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos.

La Convención promueve prácticas que pueden garantizar que todos los humedales y, sobre todo los designados como sitios Ramsar, mantengan sus funciones ecológicas y valores al servicio de las generaciones venideras, así como de la conservación de la diversidad biológica. La designación de un sitio es sólo un primer paso en el camino de la conservación y el uso - racional, con la finalidad de lograr su uso sostenible a largo plazo

- Laguna del Iberá, es el sitio Ramsar No. 1162, designado el 18 de enero de 2002 teniendo en cuenta que este tipo de humedal sólo se encuentra en la provincia de Corrientes (Argentina) y en los departamentos limítrofes del sudeste de la República de Paraguay (Esteros de Neembucú), y que sustenta un ensamble de especies de fauna - vulnerable, de singular valor, algunas amenazadas, como el yacaré overo (*Caiman latirostris*), el yacaré negro (*C. Yacare*), la anaconda amarilla o curiyú (*Eunectes notaeus*), el pato crestado (*Sarkidiornis melanotos*), el lobito de río (*Lontra longicaudis*) y el ciervo de los pantanos (*Blastoceros dichotomus*).

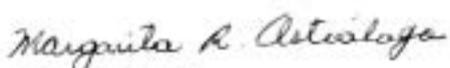
Igualmente es un sitio con alta diversidad biológica que sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonos como - *Salminus maxillosus*.

El texto de la Convención estipula que "cada Parte Contratante tomará las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales situados en su territorio e incluidos en la Lista, y que se hayan producido o puedan producirse". Las características ecológicas son el resultado de la interacción de los componentes biológicos, físicos y químicos del humedal, que mantiene su estabilidad,- sus productos, funciones y atributos y, es por ello que el trabajo realizado se considera de -muchísima utilidad para entender mejor el funcionamiento ecológico y las posibles amenazas a las que se ve expuesto el sitio 1162.

Las Partes Contratantes han sido instadas a elaborar planes de manejo de los sitios tomando en consideración cuestiones como el impacto de las actividades humanas en las características ecológicas del humedal, los valores económicos y socioeconómicos del sitio (sobre todo para las comunidades locales) y los valores culturales relacionados y se ha solicitado que incluyan también en dichos planes un régimen de control periódico riguroso para detectar cambios en las características ecológicas (Resolución VII.10, COP7 de Ramsar)

La Secretaría de la Convención tiene certeza de que este trabajo brinda una perspectiva útil para el manejo y conservación de este macrohumedal en el mediano y largo plazo, y quiere felicitar a su autor y patrocinadores por este gran esfuerzo.

Cordialmente,



Margarita Astrálago  
Consejera Principal para las Américas  
Secretaría de la Convención Ramsar



P R Ó L O G O

---

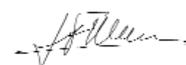
El Iberá es un sistema complejo, con múltiples interrelaciones ecológicas y humanas. Para comprender mejor cualquier impacto sobre este humedal -el mayor de nuestro país- debemos ayudar a generar conocimientos sobre su funcionamiento.

En este sentido, el aporte del Prof. Juan José Neiff -conocedor de los humedales de Sudamérica y del Iberá- es sumamente valioso.

Neiff, un científico ampliamente reconocido por sus trabajos sobre el Iberá, nos ofrece un análisis de la evolución de esta región que vincula los procesos de colonización de la vegetación con la dinámica del paisaje y el almacenamiento de agua. Sobre esta base, presenta luego los principales disturbios ocasionados por la actividad humana y sus posibles implicancias. Entre ellas están los cambios en los niveles de agua del Iberá, cuyo origen está aún en discusión.

Debemos reconocer que no es una tarea fácil. De hecho, es la primera vez que alguien lo intenta y, como cualquier proyección hacia el futuro, implica el uso de herramientas lógicas para presentar escenarios posibles. Las reflexiones y las hipótesis planteadas por Neiff nos sitúan frente a la complejidad del Iberá en toda su dimensión. Nos proveen de elementos para comprender mejor su dinámica y para saber cómo abordar y controlar tempranamente los impactos y riesgos que puedan derivar de la acción humana en uno de los sitios más hermosos y salvajes que atesora la Argentina.

La Fundación Vida Silvestre Argentina se enorgullece de auspiciar esta evaluación ecológica del Iberá. Consideramos este aporte como otra prueba más de nuestro compromiso con esta ecorregión. Y esperamos que ayude a compatibilizar mejor su desarrollo con su conservación.



Lic. Javier Corcuera  
Director General  
Fundación Vida Silvestre Argentina

Hace unos treinta años fuimos por primera vez a trabajar al Iberá, con mucha curiosidad como motivación y con pocos medios materiales para concretarlo.

Para entonces, se habían escrito proyectos temerarios y contradictorios. Algunos proponían bajar el nivel del agua para “sanear esas tierras y ponerlas en producción...”. Otros, subir el nivel del agua y “hacer un embalse para satisfacer las demandas energéticas...”. Otros aún: “convertir al Iberá en un parque nacional por su peculiar flora y fauna...”.

Mientras tanto, dentro de los esteros, el mariscador, sin conocer estas propuestas, sabía que su vida dependía de su habilidad y suerte en la caza y en la pesca, consciente de la necesidad de que “hay que conocer cómo funciona todo”, al decir de uno de ellos, para asegurar el éxito de su jornada.

Afortunadamente, la falta de continuidad en las políticas de gobierno determinó que ninguno de los proyectos pasara de los papeles y el Iberá siguiera siendo tal.

Sin embargo, las transformaciones geopolíticas, el MERCOSUR, la expansión de las políticas neoliberales, la globalización, el avance de tecnologías -increíbles tres décadas atrás- que permiten apropiarse de los recursos del ambiente con gran eficacia y, fundamentalmente, el papel cada vez más prescindente de quienes tienen el compromiso cívico de salvaguardar los recursos naturales cuidándolos para las generaciones futuras, han generado escenarios de conflicto entre los deseos y derechos de los que conocen y defienden al Iberá y la presunción, casi soberbia, de personas que creen que “... todo es posible con tecnologías adecuadas...” o que “el Iberá es de nadie...”.

Por suerte la sociedad está tomando cuenta de sus derechos y responsabilidades, valorizando, con una perspectiva humanista, su acervo natural y ahora tiene una visión suficientemente amplia de la necesidad de cuidar estos recursos.

En ese contexto, nace la idea de colaborar con una breve descripción del funcionamiento del Iberá, para luego dejar planteados impactos y riesgos de actividades del hombre que pueden comprometerlo.

Sin dudas, estas pocas páginas dejarán a medias el tratamiento de muchos temas, pero es muy probable que permitan convencer al lector en la necesidad de revalorizar este humedal como medio más eficiente para conservarlo a perpetuidad.

En la primera parte del libro se realiza una descripción sinóptica de sus aspectos más relevantes y se presenta el funciona-

miento del sistema desde una visión retrospectiva. En este capítulo I, se presenta al Iberá dentro del contexto de los grandes humedales de Sudamérica, se fundamenta la Región del Iberá-Ñeembucú y se describe con más detalle al Macrosistema Iberá como parte de esta región de tierras húmedas.

El capítulo II está dedicado a la ecología evolutiva del Iberá, a discutir el origen del paisaje actual utilizando como indicadores la dinámica climática y geológica, la formación de suelos orgánicos, la estratificación del polen en los suelos orgánicos y algunas dataciones mediante radioisótopos, que permiten estimar la edad de los esteros.

Se ha dedicado el capítulo III a describir la vegetación acuática y palustre, dado su papel preponderante en la génesis del paisaje actual y como controlador de muchos procesos de estos humedales. Se ha colocado especial atención en explicar la influencia de la vegetación en la economía del agua del sistema.

El capítulo IV está referido a la influencia de distintos disturbios sobre la dinámica y estabilidad de estos humedales. Se describen algunos impactos que han ya sido documentados y también situaciones de riesgo ambiental que podrían ocurrir en caso que se alterara el régimen de pulsos hidrológicos que mantiene actualmente al sistema. Se analizan los efectos de algunas formas de manejo para, finalmente tratar de contestar a la pregunta: **el Iberá... ¿en peligro?**

Mucho se ha escrito sobre el Iberá, sin embargo sigue vigente la necesidad de responder responsablemente a esta cuestión, como base para generar modelos de gestión ambiental que aseguren la perpetuidad del humedal.

Esta monografía está dirigida a un público amplio. No requiere conocimientos especiales, sino la misma curiosidad que nos movió, hace tiempo, a involucrarnos en el tema. Que quizás mañana inducirá al lector a volcar su experiencia y su criterio, en una obra que nazca con la misma intención que ésta: conocer mejor al Iberá para manejarlo con sabiduría.

Prof. Juan José Neiff  
CECOAL - CONICET  
Enero de 2004

A G R A D E C I M I E N T O S

---

Un amplio reconocimiento al Gobierno de la Provincia de Corrientes, al Instituto Correntino del Agua y el Ambiente, que apoyó los antecedentes de este estudio. Muy especialmente al Sr. José A. Arbo y a la Sra. Adriana R. Treviño, que han promovido constantemente los estudios sobre el Iberá. Al CONICET, que nos dio los medios disponibles en estos años. A los Colegas del Proyecto Iberá de la Universidad Nacional del Nordeste, por las fecundas discusiones, en especial al Sr. Alejandro Giraudo por compartir sus conocimientos y aportar importantes ideas. Al Sr. Adolfo D. Torres, al Sr. Oscar M. Valdez y al Sr. Jorge R. Avanza por promover los estudios en el marco del Proyecto Iberá.

A la Fundación Vida Silvestre Argentina por su interés en el tema y por promover una discusión responsable en el ámbito de la sociedad respecto del presente y futuro del Iberá. A los Colegas del Foro Iberá-Yacyretá. A los Sres. Javier Corcuera y Marcelo Acerbi por haberme distinguido con su confianza y comprensión. A los Sres. Nicolás T. Roberto, Pablo F. Bertoni y Luis A. Benetti, compañeros de mateadas, de tormentas con granizo, de jornadas de trabajo de mosquitos y calor. A los Sres. Alicia Susana Guadalupe Poi, Oscar Orfeo y Carlos Patiño por sus sugerencias. Al Sr. Silvano Sánchez por el procesamiento de información. A los Sres. Alejandro Cácharo y Silvina L. Casco que mejoraron mi manuscrito y le dieron un formato conveniente y agradable al texto, figuras y tablas. A los colegas del Instituto de Botánica del Nordeste, que identificaron gran parte de las plantas mencionadas en este trabajo y al Sr. Antonio Krapovickas, que me brindó generosamente su experiencia en varios temas aquí tratados.

De gran ayuda ha sido la revisión del manuscrito por los Sres. Rosana Ferrati; N. Indiana Bastera Chiozzi; Silvia González; Jorge H. Morello y Marcelo Acerbi, que me han favorecido con sus ideas y experiencia. Sin embargo, reconozco que no siempre me fue posible satisfacer los requerimientos de los revisores del manuscrito, por lo que dejo al lector mis disculpas.

A todos y a los que seguramente habré omitido, gracias.

Juan José Neiff

## El Iberá... ¿En peligro?

El paisaje actual del IBERÁ fue originado por el río Paraná durante el Plioceno-Pleistoceno. Actualmente se halla aislado de la dinámica de inundaciones del Paraná, aunque se presume mantiene conexión subterránea con el río. El paisaje incluye áreas temporal y permanentemente anegadas, de aguas quietas y de aguas corrientes, constituyendo un macro paisaje que combina bosques, pajonales, pastizales, lagunas, bañados y turberas. La diferente proporción que ocupan estos elementos en la región del Iberá permite reconocer tres modelos de paisaje de características estructurales y funcionales distintas: el de las grandes lagunas del sector oriental (modelo *Iberá*); el de valles fluviales (modelo *río Corriente*) y el de lagunas pequeñas rodeadas de bañados y esteros en lomadas arenosas (modelo *Iberá-Ñeembucú*). El paisaje actual está integrado por elementos de linaje paranaense, no habiéndose encontrado flora o fauna fósiles en el humedal.

El Iberá es uno de los humedales más diversificados de la biosfera en clima cálido, habiéndose mencionado 1.659 especies de plantas vasculares, más de un millar de especies planctónicas y unas trescientas especies de vertebrados. La mayor complejidad se encuentra en el sector húmedo y sub-húmedo del gradiente topográfico, no habiéndose registrado especies endémicas.

Sobre esta base y, en consideración de su posición geográfica, distribución política, tenencia de la tierra, idiosincrasia de sus pobladores y otros atributos y al funcionamiento de los ecosistemas, se propone la redefinición ecológica del Iberá, extendiendo sus límites a todo el paleoabánico fluvial que comprende a los esteros del Iberá, Batel-Batelito, Santa Lucía, Riachuelo, río Paraná y esteros del Ñeembucú (éstos últimos, en Paraguay). El macrohumedal así definido constituye la Región del Iberá y ocupa una extensión casi cuatro veces mayor que la de los esteros del Iberá, que forman el núcleo principal de esta ecorregión.

Estos humedales son de gran importancia actual y futura por la singularidad de sus recursos naturales y por la potencialidad para generar un proyecto de desarrollo sostenible basado en la revalorización y conservación de la rica biodiversidad, en la utilización de sus recursos escénicos, en la cría de ganado y de animales silvestres, en una agricultura racional que utilice tecnologías y criterios apropiados, en el turismo natural y otras numerosas opciones compatibles con el mantenimiento de la estabilidad.

Se presenta una caracterización ecológica del Iberá basada en atributos climáticos, geológicos, geomorfológicos, edáficos, hidrográficos, químicos, de su vegetación y de su fauna, con énfasis en los aspectos funcionales del paisaje y en la dinámica ocurrida desde el Pleistoceno al presente.

El desconocimiento del valor ecológico de estos ecosistemas, los defectos de la normativa sobre el manejo de recursos naturales o de su aplicación y vigilancia de las actividades humanas, constituyen una amenaza para la conservación del humedal, como se presenta en este estudio. Algunos impactos y riesgos ecológicos, derivados de la fragmentación del paisaje, las forestaciones, el drenaje, la modificación del régimen de pulsos hidrológicos y la posible afectación por el embalse de Yacyretá, son analizados como base para la conservación sostenible.

## The Iberá... In danger?

Iberá's current landscape was originated by the Paraná River during the Pliocene-Pleistocene. It is currently isolated from flood dynamics of this river although it is presumed that it maintains an underground connection with the river. The landscape includes temporal and permanently waterlogged areas, of lentic and running waters, constituting a macro landscape that combines forests, scrublands, grasslands, pastures, lakes, wetlands and peatlands. Due to the different proportion that these elements occupy in the Iberá region we can recognize three landscape patterns of different structural and functional characteristics: that of the great lakes in the east sector (*Iberá* model), that of the fluvial valleys (*Corriente River* model) and that of the small lakes, surrounded by wetlands and swamps in sandy bars (*Iberá-Ñeembucú* model). The current landscape is composed by elements of the Paraná lineage, with no evidence of fossil flora or fauna in the wetland.

The Iberá is one of the most diversified wetlands of the warm climate biosphere, with 1659 species of vascular plants, more than a thousand planktonic species and 300 vertebrate species. The highest complexity is found in the humid and sub-humid zone of the system, with no endemic species registered.

The ecological redefinition of the Iberá is posed based on these facts and considering its geographical position, political distribution, land use, inhabitants' idiosyncrasy and other attributes and the functioning of the ecosystems, extending its limits to all the paleoaluvial fan, including the Iberá swamps, Batel-Batelito, Santa Lucía, Riachuelo, the Paraná River and the Ñeembucú swamps (the latter, in Paraguay). The new macro wetland constitutes the Iberá Region and occupies an extension almost four times larger than that of the Iberá swamps, which constitute the main nucleus of this ecoregion.

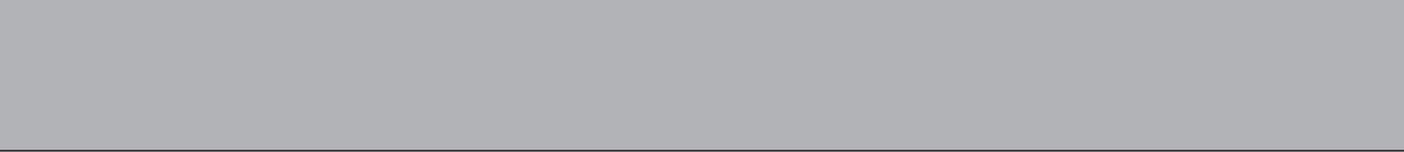
These wetlands are very important now and also in the future because of the singularity of their natural resources and the potentiality to generate a project of sustainable development based on the revaluation and conservation of the rich biodiversity, on the use of its scenic resources, on cattle and wild animal raising, on a rational agriculture, using technologies and appropriate criteria, on natural tourism and other numerous options compatible with the maintenance of stability.

An ecological characterization of the Iberá is presented based on climatic, geological, geomorphological, edaphic, hydrographic and chemical characteristics and also on its flora and fauna, emphasizing the functional aspects of the landscape and the dynamics from the Pleistocene until the present time.

The lack of knowledge on the ecological value of these ecosystems, the defects of regulations on management of natural resources or of their application and vigilance of human activities constitute a threat for wetland conservation, as shown in this study. Some environmental impacts and ecological risks, derived from landscape fragmentation, the forests, the drainage, the modification of the hydrological pulses' regime and the possible disturbance caused by the Yacyretá reservoir are analyzed as a discussion for a sustainable conservation.

1	<b>Prólogo</b>
2	<b>Prefacio</b>
3	<b>Agradecimientos</b>
4	<b>Resúmen</b>
9	<b>Capítulo I: El Iberá en pocas palabras</b>
9	1. Los grandes humedales de Sudamérica
10	2. Principales tipos de humedales continentales en Sudamérica
12	3. El Macrosistema de Iberá y la Región del Iberá: Definición
13	4. Potencialidad del Iberá, posibilidades de un proceso de desarrollo sostenible
13	5. Caracterización ecológica del macrosistema
13	5.1. Clima
14	5.2. Origen, geomorfología, geología y suelos de la Región del Iberá
15	5.3. Los ambientes acuáticos de la Región del Iberá
17	5.4. Calidad del agua en la Región del Iberá
17	5.5. Vegetación y fauna de la Región del Iberá
18	5.5.1. Especies exóticas en la región del Iberá
19	5.6. Dinámica del ecosistema
19	6. Caracterización socioeconómica
19	6.1. Población
21	6.2. Propiedades privadas en la Región del Iberá
21	6.3. Turismo y recreación
21	7. Singularidad de la Región del Iberá
23	<b>Capítulo II: Ecología evolutiva</b>
23	1. Ecología evolutiva del Iberá
23	2. Herramientas de análisis
24	3. Consideraciones geológicas
25	4. Consideraciones paleoclimáticas
26	5. Suelos orgánicos
26	5.1. Análisis polínico
27	5.2. Análisis isotópico
27	6. Dinámica de la vegetación acuática y anfibia y su influencia en la evolución del Iberá
31	7. Algunas tendencias en la organización de la vegetación
37	<b>Capítulo III: La vegetación y el agua en Iberá</b>
37	1. Influencia de la vegetación de los esteros en la economía del agua del sistema
37	1.1. La vegetación acuática y palustre como factor de cambio.
38	2. Dinámica del agua superficial en distintos tipos de vegetación del Iberá
39	3. Procedimiento y equipo utilizado
40	4. El microclima de los Esteros y lagos de Iberá
42	5. Influencia de la superficie foliar en la evapotranspiración
43	6. ¿Qué paisaje "gasta" más agua?

44	7. Modificaciones en la dinámica del agua desde que el Iberá quedó desconectado superficialmente del Paraná
46	8. Procesos condicionados por la vegetación acuática y palustre.
49	<b>Capítulo IV: Impactos ambientales</b>
49	1. Impactos y riesgos ambientales en humedales
49	2. El régimen de pulsos como función controlante de los humedales
51	3. Acciones antrópicas sobre el Iberá
52	3.1. Impactos de la modificación del régimen hidrológico sobre la vida silvestre y el paisaje
52	3.1.1. Modificaciones actuales del régimen de pulsos de laguna Iberá
54	3.1.2. ¿Podrían existir otras causas de la elevación del nivel del agua en los esteros del Iberá?
56	3.1.3. Riesgos de la elevación del nivel hidrométrico en el Iberá
56	3.1.3.a Antecedentes
56	3.1.3.b Impactos ambientales
59	3.1.3.c Riesgos ambientales
61	3.1.4. Riesgos de bajar el nivel del Iberá
62	3.1.4.a Posibles consecuencias del desagüe de los esteros
64	3.1.4.b Impactos negativos del desagüe de los “malezales”
64	3.1.4.c Riesgos de la canalización del río Corriente
66	3.2. Impactos de la agricultura sobre el humedal de Iberá
67	3.3. Impactos de las forestaciones sobre el Iberá
67	3.3.1. Crecimiento de las forestaciones en Corrientes
68	3.3.2. ¿Las forestaciones producen efectos ambientalmente desfavorables sobre los humedales del Iberá?
68	3.3.3. Pérdida o reducción de la superficie de humedales
71	3.3.4. Impactos sobre la fauna
72	3.4. Impactos de la ganadería sobre el Iberá
75	3.5. Impactos del fuego
75	3.5.1. ¿El fuego produce efectos dañinos en los humedales del Iberá?
76	3.5.1.a Efectos del fuego sobre el microclima del ensayo
76	3.5.1.b Efectos del fuego sobre la vegetación
76	3.5.1.c Síntesis sobre los impactos del fuego
76	3.5.1.d Efectos del fuego sobre la fauna
77	3.6. ¿Qué efectos produce el turismo sobre el sistema natural del Iberá?
77	3.6.1. Contexto de la actividad turística en Corrientes
81	<b>Capítulo V: El Iberá...últimas palabras (y eternos deseos)</b>
81	1. El Iberá... últimas palabras y... eternos deseos
85	<b>Bibliografía</b>



### 1. Los grandes Humedales de Sudamérica

Para comprender el funcionamiento del Iberá y poder luego discutir la importancia de las acciones antrópicas es preciso conocer el contexto en que está incluida esta región.

Una de las características salientes de Sudamérica es la gran extensión que ocupan las tierras inundables y anegables que, individual y globalmente, son las más extensas de la biosfera, considerando el desarrollo de las masas continentales. Los humedales de mayor extensión se encuentran situados en las cuencas de drenaje de los grandes ríos y más del 80 % del área se ubica en clima tropical y subtropical.

El área y la persistencia de los humedales dependen de la disponibilidad de agua superficial cubriendo el suelo y de la periodicidad de las fases de anegamiento. En los períodos de mayores lluvias, el agua escurre hacia las partes bajas, se concentra en arroyos ríos y una parte, posiblemente menor del 20 %, llega al mar.

Si la geomorfología del paisaje tiene depresiones, esta agua se acumula formando lagos, lagunas y otros cuerpos de aguas permanentes. En las grandes llanuras húmedas de Sudamérica el agua cubre el suelo del 30 al 80 % del tiempo dentro de una centuria. Estas áreas son denominadas “humedales” o “pantanales” o, en lengua inglesa, “wetlands” (tierras húmedas). Debido a su forma triangular, con el vértice hacia el sur, Sudamérica tiene clima con gran influencia oceánica y, en consecuencia, más cálido que para una misma latitud situada en el hemisferio norte.

Orográficamente, los humedales de Sudamérica están influenciados por una cadena montañosa continua, los Andes, y por dos escudos sobreelevados, el de Guayana y el de Brasilia. La superficie remanente corresponde a enormes llanuras con superficies levemente cóncavas, excepto en la Patagonia, donde hay lagos profundos, de origen glacial, situados hoy en clima templado.

Una cantidad menor de agua escurre con dirección predominante N-S (ríos Paraguay, Paraná y Uruguay), con aguas neutras a ligeramente ácidas y con sedimentos poco seleccionados -desde arcillas hasta arenas gruesas o cantos rodados-, producto de la erosión generada en el escudo de Brasil.

Según su origen y las transformaciones bióticas que ocurren en los extensos humedales, las aguas que llevan los ríos pueden ser “aguas blancas”, con gran cantidad de sedimentos are-

nosos finos y limosos provenientes de los Andes; “aguas negras”, con pocos sedimentos suspendidos y alto contenido de materia orgánica particulada y disuelta, o bien “aguas claras” con características intermedias (Sioli, 1975). Además, los grandes humedales difieren según la fuente de origen del agua (lluvias locales, inundación por los ríos, alimentación subterránea, flujo y reflujo de agua marina).

La mayoría de estos humedales no son *ecotonos* (áreas transicionales) entre ecosistemas acuáticos y terrestres, debido a que tienen patrones estructurales y funcionales propios (Neiff *et al.*, 1994), que reflejan especialmente el régimen de fluctuación del agua, gobernado por la oferta de lluvias y la capacidad del paisaje para retenerlas, acumularlas o bien cederlas hacia el mar y hacia la atmósfera. La definición que se tome para estos humedales es muy importante, porque según se adopte una u otra será el área que los mismos ocupan y también las alternativas de manejo posibles.

La definición de humedales tomada por UICN para el inventario de tierras húmedas de Brasil determina que ocupan 1.082.466 km<sup>2</sup> solamente en aquel país (Diegues, 1990, 1994). En Argentina se ha utilizado la definición propuesta por RAMSAR (Canevari *et al.*, 1998), según la cual las tierras húmedas cubrirían 180.000 km<sup>2</sup>. Si esta definición fuera aplicada a toda Sudamérica, la superficie de los humedales se aproximaría a los 2.400.000 km<sup>2</sup>; esto llevaría a sobrestimar la extensión. A su vez, algunas características de los humedales, como la diversidad ecológica, están estrechamente relacionadas con la extensión.

Los grandes humedales de Sudamérica son “*sistemas de extensión sub-regional en los cuales la variabilidad espacial y temporal de una lámina de agua condiciona flujos biogeoquímicos, suelos con acentuado hidromorfismo y una biota cuya estructura y dinámica está bien adaptada a un amplio rango de disponibilidad de agua. Ellos pueden ser considerados macrosistemas en los que la complejidad crece con la variabilidad hidrosedimentológica y con la extensión geográfica*” (Neiff *et al.*, 1994).

De acuerdo a la definición empleada en este trabajo, los humedales de Sudamérica ocuparían aproximadamente un millón de kilómetros cuadrados de extensión. Es casi imposible disponer de una estimación precisa debido a la variabilidad temporal y espacial de la lámina de agua, que es diferente en cada humedal. Hemos propuesto un índice de elasticidad, que es el cociente entre el área ocupada en el período de

mayor inundación y aquella que corresponde al período de máxima sequía (Neiff *et al.*, 1994). Este valor es un indicador simple y sintético de la variabilidad que deben superar los organismos para habitar en estos ambientes.

## 2. Principales tipos de Humedales Continentales de Sudamérica

Hay diferencias fisonómicas, estructurales y funcionales en la escala de análisis de paisaje, que permiten distinguir al menos dos familias de humedales:

### ● HUMEDALES DE ANEGAMIENTO (“PANTANALES”)

Son extensas áreas con suelos arenosos, de origen eólico o pseudokárstico, levemente cóncavas, con muy poca declividad. Algunos son típicos campos de dunas. Están preponderantemente alimentados por lluvias locales. No hay una clara red de drenaje permanente y en el período de aguas bajas quedan definidos numerosos cuerpos de agua, separados por bañados herbáceos (*marshes*, en lengua inglesa). Todo el paisaje queda cubierto por una sola lámina de agua al fin de la estación de lluvias, sobresaliendo pocas lomadas cubiertas de bosques o matorrales.

La capa impermeable puede encontrarse a menos de un metro de la superficie o a varias decenas de metros de profundidad. Dependiendo de la posición de estas capas pueden distinguirse dos fases:

- a) de acumulación (o de saturación);
- b) de anegamiento, cuando las lluvias exceden la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. En aguas altas, los suelos pueden quedar cubiertos por dos metros de agua. El exceso de agua en el paisaje es causado por lluvias locales, si bien puede haber también aportes menores de origen freático o de desborde de ríos. El agua escurre lentamente hacia los sitios más bajos, llenando los suelos de las dunas fosilizadas e infiltrando por varias semanas (Neiff *et al.*, 1994).

La escasez de nutrientes es provocada por la disminución de arcillas en el sistema y el origen del agua (lluvias directas). Algunos de estos humedales tienen características oligotróficas durante la fase seca y se tornan eutróficos durante la estación de lluvias, debido al transporte y circulación de materiales provenientes del agua en escurrimiento y a la descomposición y mineralización de la vegetación, localmente.

### ● PLANICIES DE INUNDACIÓN (“HUMEDALES ALUVIALES”)

En este tipo de humedales, la saturación del suelo es consecuencia del influjo de agua del río, que contiene excedentes de lluvias que se producen con anterioridad en otras regiones (generalmente meses).

La fase de acumulación es más corta y el suelo queda cubierto

por 2 a 4 m de agua, constituyendo lo que se denomina fase de inundación. La inundación se produce con lluvias, nutrientes y sedimentos de los tramos superiores de la cuenca hidrográfica; esto implica que suceda lo mismo varios meses después en los humedales del tramo bajo. Este tipo de humedales está caracterizado por la predominancia de formas tanto viejas como nuevas: albardones aluviales, madrejones de origen meándrico, etc. El relieve está más organizado que en los pantanales y el agua tiende a formar redes de canales anastomosados, tendiendo a reunirse en un curso aguas abajo.

Los sedimentos son predominantemente finos (arenas muy finas, limos y arcillas); esto resulta favorable para el almacenamiento de nutrientes y de iones mayores.

La inundación implica influjo así como también translocación de minerales disueltos y suspendidos, materia orgánica (coloidal o particulada) e *información biótica* (semillas, huevos, organismos).

En los humedales aluviales (*floodplains*, en lengua inglesa) se observan gradientes geomorfológicos, diferencias bióticas, físicas y químicas que pueden ser encontradas desde el canal de escurrimiento hasta el borde de la planicie inundable (Marchese y Ezcurra de Drago, 1992). En la clasificación de Ramsar (2002) las planicies inundables no son consideradas como un “tipo” de humedal, posiblemente por tratarse de un complejo de humedales. En esta clasificación de humedales de Ramsar (2002) se encuentran los nueve tipos presentes en el Iberá:

- **M: Ríos/arroyos permanentes;** incluye cascadas y cataratas.
- **N: Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.**
- **O: Lagos permanentes de agua dulce** (de más de 8 ha); incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río).
- **P: Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce** (de más de 8 ha); incluye lagos en llanuras de inundación.
- **Tp: Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce;** charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.
- **Ts: Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos;** incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), “potholes”, praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.
- **Xf: Humedales boscosos de agua dulce;** incluye bosques pantanosos de agua dulce, bosques inundados estacionalmente, pantanos arbolados; sobre suelos inorgánicos.
- **Xp: Turberas arboladas;** bosques inundados turbosos.
- **Y: Manantiales de agua dulce, oasis.**

El Iberá constituye un complejo de humedales de agua dulce, con régimen de anegamiento de alta recurrencia estacional e interanual. En su condición actual pasó de ser un sistema inundable (Pleistoceno) a un sistema anegable.

Cada uno de estos tipos de humedales (Tabla 1) tiene patrones característicos de paisaje, que combinan parches de diferente forma y tamaño, lo que determina una *ecodiversidad* característica en cada lugar y tiempo.

**Tabla 1 . Principales tipos de humedales continentales de Sudamérica**

Nº de orden	Sistema	Área(*)	Área(+)	Fuente	Anegamiento/inundación (Frecuencia)
1	Pantanal de Mato Grosso (Brasil)	138	?	Adámoli, 1995	A + I = anual
2	Mar de arena pampeano (Argentina)	100	2	Iriondo, 1994	A = secular
3	Planicies del Orinoco (Venezuela)	90	?	Welcomme, 1985	A + I = anual
4	Pantanal de Rio Branco-Negro (Brasil)	80	?	Iriondo, 1990	I = anual
5	Central Amazonia (Brasil)	75	?	Sioli, 1975	A + I = anual-estacional
6	Bañados de Jurúa/Solimoes	58.3	?	Diegues, 1990	I = estacional-anual
7	Isla Bananal (Brasil)	50	?	Iriondo, 1990	A = anual
8	Chaco Oriental (Argentina)	42	3.4	Neiff <i>et al.</i> , 1994	A + I = anual
9	Planicie inundable del Paraná (Argentina)	38	5	Neiff <i>et al.</i> , 1994	I = estacional-anual
10	Bañados de Roraima y Rupupumi (Brasil)	33	?	Klinge <i>et al.</i> , 1990.	I = anual
11	Tierras bajas de Ucamara (Ecuador)	30	?	Iriondo, 1990	I = anual
12	Bañados de Napo (Ecuador)	30	?	Iriondo, 1990	I = anual
13	Bañados y lagunas costeras (Brasil)	30	?	Klampt, 1982	A + I + F = anual
14	Planicie inundable del río Purus (Brasil)	26.7	?	Diegues, 1990	I + A = anual
15	Bañados del río Guaporé (Brasil)	26.2	7	Diegues, 1990	I + A = anual
16	Planicie inundable del río Magdalena (Colombia)	20	?	García Lozano and Dister, 1990	A + I = anual
17	Planicie inundable del río Mamore (Colombia)	15	2.5	Iriondo, 1990	A + I = anual
18	Región del Iberá (Argentina)	35,5	27,4	Este estudio.	A = anual
19	Bañados de la Región Occidental (Paraguay)	10	1	Mereles <i>et al.</i> , 1992	A = anual
20	Bañados de Beni (Bolivia)	10	1.5	Neiff, 2000	A = anual
21	Bañados de Isozog (Bolivia)	9	1	Neiff, 2000	A = anual
22	Esteros de Ñeembucú (Paraguay)	8	4	Mereles <i>et al.</i> , 1992/Neiff, 2000	A = anual
23	Bajo valle de Guayas (Ecuador)	7.5	?	Iriondo, 1990	A + I = quinquenal
24	Bañados del Poopó (Bolivia)	6	?	Iriondo, 1990	A + I = anual
25	Bañados de Mar Chiquita (Argentina)	6	2	Iriondo, 1991	A + F = decenal
26	Bañados de los ríos Uruguay/Ibicuí (Brasil/Uruguay/Argentina)	5.5	1.3	Neiff, 2000	A + I = anual
27	Atrato valley (Colombia)	5	?	Welcomme, 1985	A + I = anual
28	Catumbo	5	?	Welcomme, 1985	?
29	Chaco Húmedo (Paraguay)	4.5	?	Mereles <i>et al.</i> , 1992	A = anual

**Notas:**

(\*) Área máxima en km<sup>2</sup> x 10<sup>3</sup> (+) Área mínima en km<sup>2</sup> x 10<sup>3</sup> A = Acumulación de lluvias I = inundación F = agua freática surgente

La combinación de unidades de paisaje o parches depende principalmente de la geomorfología y de la distribución de los períodos de exceso y de deficiencia de agua en series de tiempo menores que una centuria.

Las condiciones físicas y químicas de los suelos y la frecuencia e intensidad del fuego son también factores importantes pero subordinados, en gran medida, a la dinámica del agua en el paisaje a lo largo de milenios. Humedales de características fisonómicas similares representan un *tipo funcional*, con semejante riqueza de especies y producción de biomasa. En gran medida, las características de los nichos ecológicos resultan equivalentes, aún cuando los ecosistemas se encuentren separados por miles de kilómetros.

Por ejemplo, los “*mallines*” (Iriondo *et al.*, 1974), también llamados “*vegas*” (praderas acuáticas) en el extremo sur de Sudamérica (Collantes y Faggi, 1999), tienen gran similitud fisonómica y ecológica con los “*esteros*” (*marshes*) y *cañadas* del Chaco Húmedo Subtropical (Neiff, 1986a) y con algunos “*banhados rasos*” o “*vasantes*” (*flat marshlands*) del Pantanal de Mato Grosso en el trópico húmedo:

- tienen suelos limo-arenosos asentados en un horizonte impermeable a 1-1,5 m de profundidad;
- son alimentados por aguas con un contenido de sales extremadamente bajo y son de tendencia neutra a ligeramente ácida;
- la riqueza de especies y el espectro biológico se encuentran fuertemente condicionados por la presencia temporal de una lámina fina de agua sobre el suelo;
- tienen una fuerte estacionalidad hídrica y biótica;
- son sistemas muy productivos, comparados con sistemas adyacentes en la misma latitud;
- no acumulan turba en la superficie del suelo. Los sedimentos orgánicos tienen pocos centímetros;
- tienen una alta riqueza de aves, con algunas especies migratorias.

### 3. El Macrosistema de Iberá y la Región del Iberá: Definición

El macrohumedal del Iberá/Ñeembucú, se encuentra en el *corazón de Sudamérica*, en la paleoplanicie del río Paraná, antes que éste junte sus aguas con el Paraguay, en las adyacencias del embalse Yacyretá (Figura 1 - Anexo).

El patrón de paisaje de este humedal, el origen, la química de sus aguas, la elevada riqueza de especies vegetales y animales, su estado prístino y su posición biogeográfica lo hacen un sistema único en América. Algunos de sus paisajes tienen equivalentes ecológicos en Sudamérica (alta cuenca del Paraguay, cuenca media y baja del Amazonas; planicies del Orinoco y del Magdalena); en África (cuenca del Nilo) y en Europa

(cuenca del Danubio).

*IBERA* (“agua que brilla”), es la palabra del idioma guaraní con que los aborígenes designaron a las enormes lagunas comprendidas en un extenso paisaje palustre. Iberá (o, más antiguamente, YVERA) es el nombre con que hoy se conoce a una de las principales lagunas, situadas en la margen E. Esta laguna era llamada por los conquistadores españoles *Laguna de los Carácará* en alusión a los aborígenes que moraban ese lugar en el 1600 (Figueredo, 1929).

El macrosistema Iberá ocupa 12.300 km<sup>2</sup> en el NE de Argentina, e integra un sistema más amplio de humedales definido aquí como Región del Iberá y que ocupa un paleoabanico fluvial del río Paraná, comprendiendo unos 45.000 km<sup>2</sup> en la latitud de 27°40' S y 29° 20' S y longitud de 56°38' O y 59°25' O (Figura 1 - Anexo).

La Región del Iberá comprende un complejo de ecosistemas con predominio de los ambientes palustres (esteros y bañados) que interconectan extensos lagos poco profundos, unidos por cursos de agua de distinto orden. Es una de las principales fuentes superficiales de agua limpia de la Argentina (Gálvez *et al.*, 2003; Lancelle, 2003; Poi de Neiff, 2003), donde viven más de 4.000 especies vegetales y animales (Arbo y Tressens, 2002; Alvarez, 2003; Frutos, 2003; Poi de Neiff, 2003; Zalocar, 2003), de linaje Brasílico y de hábito palustre-fluvial (Neiff, 1997; Almirón *et al.*, 2003).

Hasta hoy es un paisaje poco alterado, a pesar de los variados proyectos formulados. Ello se debe, en parte, a la escasez de tierras emergentes en forma prolongada, a la enorme dificultad para construir y mantener vías de acceso en el interior del Iberá y, en parte, ha sido la consecuencia de la falta de continuidad en las políticas de manejo de los recursos naturales. El Iberá constituye la alta cuenca del río Corriente, por el que evacua sus aguas al Paraná en las proximidades de la localidad de Esquina. Originalmente, constituía una cuenca lacustre con predominio areal de los espejos de agua permanente. En estas condiciones funcionaban arroyos típicos (como el Carambolas, el Perdido, etc.) que unían las grandes lagunas hasta desaguar al Paraná.

La colonización de las lagunas por la vegetación condujo a un incremento de las áreas palustres que hoy ocupan más del 70 % de la superficie total.

Otro fenómeno importante es el aumento en el volumen anual de lluvias, pasando de una media histórica de 1.300 mm/año a 1.700-1.800 mm/año debido al cambio climático que se produce a comienzos de los años setenta. Con ello, se produjeron cambios importantes en el escurrimiento, que se tornó difuso en tramos progresivamente mayores, con alto efecto disipador de la vegetación.

La red de conducción hidrográfica está “tallada” en una masa turbosa de distinto espesor y resistencia, de comportamiento

dinámico en función de la cantidad de lluvias y del estado del sistema, reflejado por la altura hidrométrica. Su comportamiento es diferente de lo que ocurre en los ríos y arroyos de tierras no inundadas.

El Iberá es un Macrosistema único en América del Sur, no sólo por su posición en el contexto biogeográfico, por la extensa superficie palustre que circunda a complejos lacustres que pueden ser considerados entre los mayores de América Neotropical, sino también por constituir uno de los más importantes corredores de aves migratorias (Giraud *et al.* 2003), que visitan los humedales de los ríos Paraná, Paraguay y los humedales del sistema de lagunas litoráneas de Río Grande do Sul (Brasil).

Su posición geográfica cercana a la represa de Yacyretá, su desagüe superficial natural al río Paraná (a través del Corriente), su cercanía al río Uruguay, “el escaso valor actual de las tierras y la necesidad de amortiguar los efectos de inundaciones del Paraná”, indujo a formular varios proyectos basados en la posibilidad de conectar al Iberá con el río Uruguay (por intermedio del Miriñay y del Aguapeí), constituyendo al Iberá en uno de los paisajes más amenazados por proyectos que sólo se interesaban en los mejores rendimientos económicos.

En los últimos años se ha producido el aumento del nivel del agua del sistema de Iberá, en un 60 % respecto de los registros históricos, lo que podría estar relacionado con el llenado del embalse de Yacyretá. El proyecto de Paraguay y Argentina para elevar 7 m más el nivel del embalse, genera mucha incertidumbre respecto de posibles impactos ecológicos sobre el humedal.

#### 4. Potencialidad de la Región del Iberá, posibilidades de un proceso de desarrollo sostenible

El Iberá es uno de los enclaves naturales del área subtropical, con mayores posibilidades actuales y futuras.

Desde la segunda mitad del siglo XX, el Iberá ha corrido peligro de ser alterado para fines tales como la generación hidroeléctrica o la expansión de fronteras agropecuarias y forestales (Neiff, 1977). En la actualidad se saca agua del Iberá para alimentar los cultivos de arroz. A pesar de los esfuerzos de la Provincia, resulta difícil controlar la caza furtiva y otras actividades que comprometen la estabilidad de uno de los más importantes humedales del mundo.

En 1994-95 la Provincia de Corrientes, con asesoramiento del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL) propuso un sistema de Unidades de Conservación dentro del Proyecto de Yacyretá. Su instalación obedece a la necesidad de cuidar y mejorar la calidad ambiental del sistema (Neiff *et al.*,

1994). Una fase complementaria comprende el rescate y revalorización de los valores culturales del Iberá.

Algunas actividades compatibles podrían incluir:

- **Aprovechamiento paisajístico:** los valores escénicos del Iberá podrían generar un importante rédito social, a través de un mejor conocimiento de los ecosistemas con criterios conservacionistas. Una estrategia de multipropósito para el Iberá puede dar rendimientos progresivamente superiores a los de otras formas de uso, llegando a los 20 años a una cifra próxima a los 30 millones de dólares.
- **Investigación aplicada:** destinada al conocimiento de áreas turbosas subtropicales, sus mecanismos de estabilidad y límites de tolerancia a distintas formas de utilización, forma de manejo hídrico más adecuado a la relación productividad/acumulación-respiración.
- **Cría de animales autóctonos de interés comercial:** incluyendo carpincho, yacaré, nutria, ñandú y otras especies con valor agregado y rápido crecimiento.
- **Actividades pesqueras:** en las cabeceras del río Corriente se puede generar investigación aplicada sobre movimientos migratorios y aprovechar localmente el recurso.
- **Artesanías:** incentivar una actividad ya existente generando un flujo de producción-consumo; artesanías en cuero, paja, hueso y otras.
- **Aprovechamiento de bañados:** sistematización hídrica para mejorar la carga ganadera con menor deterioro del ambiente. Los rendimientos provenientes de la actividad ganadera actual en los campos de la periferia del Iberá pueden dar anualmente 1,2 millones de dólares.
- **Producción de arroz:** en la alta cuenca del Corriente mediante la regulación del agua. Los rendimientos que pueden obtenerse hoy en un buen año de cosecha de arroz en los bañados de la periferia del Iberá pueden significar un monto que llega a los 2,7 millones de dólares.

Es más rentable preservar el Iberá que destruirlo o alterarlo, con un enorme valor agregado que significa el mantenimiento de la riqueza genética y de sus ecosistemas y de la preservación de una de las fuentes de agua limpia más importantes de la Argentina y la más extensa del Nordeste.

### 5. Caracterización ecológica del macrosistema

#### 5.1. Clima

El clima del Iberá es mal conocido, debido a que no existen registros confiables en las áreas centrales del sistema. Los datos que se mencionan seguidamente provienen de estaciones meteorológicas ubicadas en su periferia.

El clima es subtropical húmedo y puede tener diferencias al

confrontar localidades extremas N-S. En series estadísticas de 50 años, la temperatura media anual es de 21-22 °C, con medias mensuales extremas de 16-17 °C en junio-julio y de 27-28 °C en enero-febrero; las máximas absolutas llegan a 44 °C y las mínimas absolutas a -2 °C. La frecuencia de heladas es de 0,5 en el año.

La humedad relativa es siempre elevada, con medias de 60 % en verano y superiores a 75 % en invierno. En las áreas centrales de lagunas y esteros, la humedad es siempre mayor y la amplitud térmica diaria y estacional es menor.

Los vientos son suaves durante todo el año, con una media de 5-9 km/hora, con mayor frecuencia de ráfagas durante la primavera. Han ocurrido tormentas de más de 100 km/h aunque con muy baja frecuencia.

Las medias pluviométricas son de 1.200 a 1.800 mm/año, con frecuencia y concentración superior en el verano y otoño. Los meses más secos son junio y julio. Esta distribución se modifica (longitud de los períodos secos y húmedos) durante los eventos El Niño/La Niña.

Las lluvias son de origen frontal y se producen por el encuentro de masas de aire húmedo y cálido del anticiclón del Atlántico Sur con frentes fríos y secos provenientes del Sur. A partir de la segunda mitad del siglo XX y, especialmente a partir de 1972, se identifica un período más húmedo registrándose un aumento de hasta 200 mm anuales en las isohietas de localidades que se encuentran en el centro y sur del Iberá, debido en gran medida a la mayor frecuencia de lluvias convectivas, localizadas, de gran torrencialidad, que pueden acumular más de 200 mm/día, como ocurriera durante el período de El Niño 1997-98.

La evapotranspiración es mayor entre noviembre y febrero, pudiendo encontrarse balance hídrico negativo en el mes de diciembre de algunos años. Sin embargo, el balance anual es siempre positivo con un saldo de 200-600 mm/año.

## 5.2. Origen, geomorfología, geología y suelos de la Región del Iberá

Varios autores se han ocupado del tema, con criterios no siempre coincidentes (Castellanos, 1965; Herbst y Santa Cruz, 1985; Popolizio, 1981; Chebli *et al.*, 1989; Iriondo, 1987 y 1991; Ramos, 1999). Recientemente Orfeo (2003) ha revisado esta rica bibliografía, en su mayor parte de escala regional, efectuando una valiosa síntesis focalizada en el Iberá. El paleoabánico fluvial con vértice en el río Paraná, algo más al sur de Posadas (Misiones), que ocupa la Región del Iberá-Ñeembucú, se habría originado unos 10.000-15.000 años atrás. Se han encontrado restos arqueológicos al pie de la represa de Yacyretá, cuya datación cronológica indica 11.000 años (H. Micelli, com. pers.), lo que indica quizás, el origen de un paisaje anterior al actual.

Sin embargo, el basamento de la Región del Iberá tiene un origen mucho más antiguo, relacionado con los movimientos tectónicos que se produjeron en el Terciario, cuando se levantó la cordillera de Los Andes, habiéndose sucedido varios ciclos sedimentarios (Chebli *et al.*, *op. cit.*). Se habrían depositado primeramente lavas básicas, basaltos (que conforman el derrame superficial más extenso del planeta), compuesto por sedimentos microcristalinos que, al enfriarse, dejaron oquedades que corresponden a burbujas. Durante los movimientos tectónicos, estos sedimentos rígidos se han fracturado formando fallas, como una que atraviesa el Iberá según su eje mayor (Iriondo, 1991) o la que hoy forma el cauce del alto Paraná, en la zona de Iberá/Yacyretá. Como consecuencia de estos movimientos, también se habrían producido numerosas fracturas y microfracturas conocidas como *diaclasas* que transforman a una masa sólida en un medio poroso, que permite la circulación subterránea del agua (Fulquet, 2003).

Estos sedimentos basálticos hoy no se ven (excepto en algunos puntos del cauce del Alto Paraná), porque se encuentran enterrados debajo de una capa de arenas que, en el paleoalbardón que separa superficialmente al Paraná del Iberá, tiene un espesor del orden de los 40 m y que, en algunos sectores del conoide aluvial alcanzan a 60 m de espesor (Santa Cruz, com. pers.).

Este "piso" basáltico quedó enterrado al levantarse las montañas de Los Andes (en el Terciario inferior) lo que habría producido la elevación del triángulo NO de Corrientes y la subsidencia del plano central de la provincia, dejando una depresión longitudinal en sentido NE-SO que ocupa el actual sistema de esteros de Iberá. El plano central de la provincia de Corrientes se inclinó hacia el O-SO, originando los principales ejes de escurrimiento de la provincia: ríos San Lorenzo, Santa Lucía, Corriente.

En tanto en las grandes lagunas (Luna, Galarza, Iberá, etc.) del sector oriental se miden profundidades de 2 a 4 m, en el sector occidental la depresión dejada por aquella falla no es evidente.

La depresión tectónica del Iberá tiene fondo regular, si bien en el borde NO afloran lomadas arenosas con su eje en el sentido NE-SO. Estas lomadas son relictos del modelado fluvial que ha dejado también ondulaciones suaves (hoy sumergidas bajo la vegetación) e islotes emergentes de pocas hectáreas, ocupados por bosques hidrófilos con especies de linaje paranaense.

Es decir que la cubeta de los esteros de Iberá es asimétrica en el sentido transversal; la mayor depresión se registra en el límite oriental, en el que se ubica la mayor parte de las grandes lagunas (Conte, Galarza, Naranjito, Iberá, Fernandez, Trin, Medina). Este límite oriental del Macrosistema es bien definido y constituye la divisoria de aguas de la provincia de

Corrientes, hacia los ríos Paraná y Uruguay. El límite occidental es muy suave, difuso, en forma de extensos bañados. Sin embargo, la lámina de agua tiene continuidad en sentido E-O y N-S. De manera que los registros hidrométricos tomados en laguna Iberá (en Carlos Pellegrini) son expresivos de la dinámica hidrológica de todo el sistema de esteros del Iberá, en tanto se efectúe la corrección altimétrica en distintos puntos del terreno. Las imágenes satelitales Landsat TM tomadas en 1998, en condición de máximo anegamiento del terreno, muestran que los esteros de Iberá, de Carambolas, Batel-Batelito, de Santa Lucía y cabeceras del San Lorenzo, se encontraban conectados por numerosas transfluencias. La separación de “cuencas” o “sistemas hidrográficos” usada con frecuencia, es un procedimiento solamente convencional (las aguas son las mismas), existiendo conexión superficial y freática (INCYTH, 1978).

No hay dudas que el Paraná pasó a través del Iberá dejando sedimentos y un modelado fluvial característico (Castellanos, *op. cit.*; Herbst y Santa Cruz, *op. cit.*; Iriondo, 1987 y 1991; Ramos, *op. cit.*; Fulquet, *et al.*, 2002; Fulquet, 2003; Orfeo, 2000 y 2003). Iberá y Ñeembucú son parte del mismo conoide aluvial, con características homólogas. En esta contribución se agregarán características de la química del agua y de la biota, así como los indicadores de la ecología del paisaje, que han podido extraerse preliminarmente de las imágenes satelitales y que justifican el tratamiento de la Región del Iberá como unidad de análisis.

Los suelos del Iberá se encuentran dentro de los “suelos jóvenes” (materiales poco transformados) y aún reflejan la litología de los materiales sedimentarios, arenas silíceas de textura media y fina, cuyo origen se remonta al Plioceno Superior y Pleistoceno de la Formación Ituzaingó (en el O y N de la Región del Iberá, incluyendo a los esteros de Ñeembucú). En la margen oriental, los horizontes superficiales de la cubeta corresponden a la fracción limo-arcilla, materiales degradados de la formación Toropí-Yupoí (Herbst y Santa Cruz, *op. cit.*). Estos suelos tienen alto grado de hidromorfismo (por la permanencia del agua de anegamiento), con predominio areal de los entisoles y alfisoles en la periferia del Macrosistema. Los esteros que circundan las grandes lagunas tienen un tipo particular de suelo: los histosoles, frecuentes en turberas, pero de escasa ocurrencia en Sudamérica cálida, conformados por una matriz orgánica (más del 60 %) originada por el entrelazado de las raíces y deposición de sucesivas capas de materia vegetal, derivada de la renovación de las plantas del estero. Estos restos se depositan en la superficie anegada del suelo, donde la tasa de descomposición es muy baja por la presencia de abundante materia orgánica rica en lignina y otras sustancias que hacen más lento el proceso de mineralización de los restos vegetales.

Estos histosoles son de formación reciente (3.000 años), como se discute en otro capítulo, y se originaron a partir de que se interrumpe la conexión superficial del Paraná con el Iberá (Neiff, 1997). Esto habría ocurrido en el período Ipsitermal, unos 8.000 a 3.000 años AP (Orfeo, 2003), luego que el río Paraná (desde Posadas) girara hacia el N, mediante sucesivas avulsiones que han dejado albardones o lomadas arenosas (Castellanos, *op. cit.*).

Estos suelos turbosos de origen vegetal difieren de los de turberas frías que se forman por la acumulación de capas de musgos (*Sphagnum*). Constituyen una verdadera trampa de nutrientes que son cedidos lentamente a los cuerpos y cursos de agua. A la vez, modifican gradualmente el metabolismo del agua del sistema: bloqueo de la radiación solar y del escurrimiento, capacidad de almacenaje, evapo-transpiración y otros efectos. En los últimos 3000 años, el Iberá habría pasado por un período climáticamente homogéneo, lo que ha favorecido el crecimiento de los embalsados sobre los antiguos lagos y cursos de agua, acentuando el proceso de senescencia de los lagos.

### 5.3. Los ambientes acuáticos de la Región del Iberá

La Región del Iberá corresponde al abanico fluvial de 45.000 km<sup>2</sup>, en los que se encuentran representados los nueve tipos de humedales que caracterizan a los sistemas de anegamiento y de inundación en Sudamérica. El Iberá integra un enorme corredor de grandes humedales que tiene su límite al sur del Río de la Plata y llega prácticamente hasta el Mar del Caribe en el extremo norte de Sudamérica.

Buena parte de las plantas y animales registrados en la Región del Iberá se encuentran en las lagunas del litoral marítimo de Brasil, desde Tramandaí hasta Río de Janeiro, conformando una macrounidad de humedales de agua dulce. A nivel de la avifauna, algunas especies avistadas en el Iberá llegan en sus migraciones hasta el hemisferio norte (Giraud *et al.*, *op. cit.*). En el Iberá no han sido descritos endemismos a nivel de la flora ni de la fauna de Sudamérica.

En una sinopsis limnológica del Iberá, publicada recientemente (Neiff, 2003) se resumen las características más salientes de los cuerpos y cursos de agua (Figura 2). De estos humedales los esteros y bañados ocupan la mayor extensión y, paradójicamente, son los menos conocidos.

#### ● GRANDES LAGUNAS

Son en realidad lagos polimícticos, con la particularidad que la masa de agua está en un intercambio muy dinámico con el agua contenida en los esteros adyacentes. Al producirse fluctuaciones en la lámina de agua del sistema, estas oscilaciones, que hasta 1989 ocurrían estacionalmente, determinan flujos horizontales lago/estero y viceversa.

Las grandes lagunas tienen forma desde subredondeada o irre-

gular (lagunas Galarza, Luna, Trin, Naranjito, etc.), o elongadas con su eje mayor paralelo al eje de mayor escurrimiento de agua (lagunas Fernández, Medina, Iberá, Paraná).

Estos cuerpos de agua se encuentran enmarcados en formaciones de vegetación anfibia propia de los esteros, que presentan tendencia a crecer sobre las lagunas. El límite que se aprecia en imágenes tomadas desde el aire corresponde a vegetación palustre que crece sobre suelos turbosos. Este proceso es controlado en cierta medida por el viento, que desprende los embalsados marginales y, al transportarlo, tiende a producir su desagregación e incorporación a los sedimentos. Las características de estos ambientes se encuentran en trabajos anteriores (Frutos, 2003; Gálvez *et al.*, *op. cit.*; Gantes *et al.* 2003; Lancelle, *op. cit.*; Neiff, 2003; Poi de Neiff, 2003a; Zalocar, 2003).

● **ESTEROS Y CAÑADAS**

Los términos “estero” y “cañada” han sido acuñados por el lenguaje vernáculo sin que existan mayores diferencias para su distinguo ecológico. Generalmente se prefiere el término “estero” para grandes extensiones que no ofrecen delimitación visual, anegadas en forma permanente, aunque con fluctuaciones de nivel que pueden ocasionalmente dejar el suelo descubierto de agua.

Puede definirse a los esteros como:

*Extensos paisajes densamente vegetados con dominancia de plantas palustres (geófitos), de pendiente muy escasa, que presentan depresiones de agua estancada en forma permanente o semi-permanente y hasta lagunas densamente vegetadas, con alta producción de plantas acuáticas, que se descomponen lentamente, dando origen a la formación de suelos con horizonte orgánico superficial. En los sitios deprimidos del paisaje hay tendencia a la for-*

*mación de turba con la peculiaridad de estar originada en la senescencia de plantas vasculares (y no musgos). Hay permanente deficiencia de oxígeno disuelto y abundante materia orgánica particulada y disuelta. El agua tiene permanente carácter ácido, transparencia alta, color castaño y carece de materiales inorgánicos suspendidos.*

● **BAÑADOS**

Ocupan menor superficie respecto de los esteros, pero revisiten particular significación por la calidad de hábitat que poseen, con mayores diferencias espaciales y temporales en la productividad primaria que sustentan y por tener mayor transferencia de energía que los esteros. Ocupan la mayor extensión en el límite occidental y en las márgenes del río Corriente, encontrándoselos también en las tierras periféricas del Iberá en el N y en el E (adyacencia de las rutas 12 y 41 respectivamente).

Estos bañados:

*Son planicies con cuerpos de agua semipermanentes, situados en terrenos bajos de pendiente suave, con fondo arenoso o arenoso-arcilloso y horizonte orgánico superficial de pocos centímetros de espesor. En los bañados reconocidos hasta el presente, el agua tiene bajo contenido de electrolitos y el pH se encuentra próximo al punto neutro. En los estiajes suelen quedar sin agua, generándose cambios apreciables en la vegetación, pasando de una etapa dominada por las plantas acuáticas (*Nymphoides indica*, *Pontederia rotundifolia*, *Ludwigia peploides*, entre otras), a una fase en la que gradualmente se incrementa la dominancia de las plantas anfibias (*Polygonum spp.*, *Eleocharis spp.*, *Enhydra anagallis*, etc.).*

*A pesar de la existencia de una fase de suelo descubierto de agua, la misma suele ser de menor duración que la fase acuática y ello*

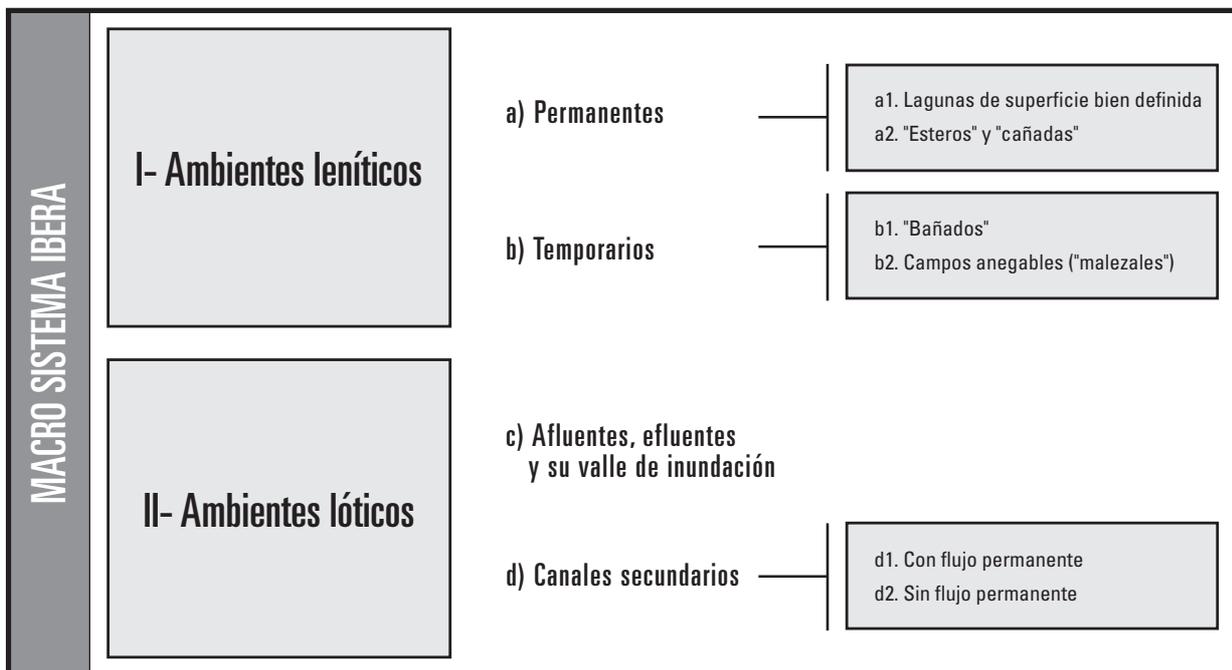


Figura 2. Características más salientes de cursos y cuerpos de agua en el Iberá

posibilita que existan en esta última algas filamentosas, diatomeas, desmidiáceas, estadios ninfales de insectos (especialmente efemerópteros y quironómidos) y otras entidades propias del ambiente acuático entre los que se destacan tecamebianos, oligoquetos y nematodos, copépodos y algunos bivalvos.

Los “bañados” resultan de reconocido interés ganadero, dado que en ellos alcanzan notable desarrollo las pasturas hidrófilas, con especies de valor forrajero como *Leersia hexandra*,

*Oplismenopsis najada* y algunas especies del género *Eleocharis*.

La gran mayoría de los bañados en el Iberá son alimentados por lluvias locales que producen el encharcamiento temporal del suelo. No hay aportes alóctonos de nutrientes ni de sedimentos. Esta condición determina que estos bañados de anegamiento tengan una fisonomía muy diferente de aquellos que, en la misma latitud, se encuentran ligados a la dinámica de las inundaciones del Paraná (Neiff, 1990a y 1996; Carignan y Neiff, 1992; Neiff *et al.*, 1994).

Los bañados son interfases entre las áreas palustres de estero y la tierra firme. Cronológicamente son paisajes muy recientes que se originan por la pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua debido a la colmatación progresiva de los lagos, lo que conduce al encharcamiento de nuevas áreas.

#### ● MALEZALES

Los **malezales** constituyen un tipo especial de bañados, donde al anegamiento estacional del suelo por lluvias locales, se le suma el efecto de procesos erosivos locales, fuego y la actividad de agentes biológicos (hormigas y vacas) que pueden originar cambios direccionales (tendencia sucesional) por transformación de los paisajes prístinos en sistemas de menor capacidad de soporte biótico.

Los “malezales” se encuentran topográficamente algo más elevados que los bañados anteriormente descriptos. Alcanzan su mayor extensión en el límite oriental del Iberá, desde la Ruta Nacional N° 12 hasta el S de la localidad de Galarza y en el extremo N, en las proximidades de la misma ruta.

Ocupan terrenos con suelos pesados, mal drenados, generalmente llanos o con una morfología ligeramente cóncava, sin ondulaciones, aunque frecuentemente cubiertos por un microrrelieve de túmulos que les confieren una fisonomía característica, separados por distancias variables y alcanzando una altura de 20-60 cm. En los perfiles analizados, se advierte en los horizontes superiores un color castaño oscuro, que contrasta con el amarillo-rojizo o amarillo-grisáceo del horizonte subyacente, pudiendo ser arenoso o areno-arcilloso, según variaciones locales.

### 5.4. Calidad del agua en la Región del Iberá

Baja concentración de sales, altos tenores de materia orgánica (disuelta y suspendida), concentración de nutrientes baja a moderada, elevada transparencia, bajo “tamponamiento”, son

las características comunes a las aguas de las grandes lagunas del sistema (Galvez *et al.*, *op. cit.*; Lancelle, *op. cit.*). Las concentraciones de biocidas y metales pesados se encuentran por debajo de los niveles peligrosos. La comparación de las características físicas y químicas de estas aguas con las de las cuencas hidrográficas de Batel-Batelito, Santa Lucía, Riachuelo, río Paraná y esteros de Ñeembucú, no acusaron diferencias significativas (Neiff y Casco, en prep.) lo que ratifica que todos estos sistemas integran la Región del Iberá.

Existe una fuerte diferenciación entre la dinámica físico-química de las aguas limnéticas de las grandes lagunas y la propia de los esteros marginales de las mismas (Figura 3).

El agua de las áreas turbosas de los esteros permanece bajo la sombra en forma permanente (la radiación que reciben es menor del 10 % de la incidente); la circulación es imperceptible, hay menor variación térmica diaria y estacional; permanente deficiencia de oxígeno (próximo a cero todo el año); pH siempre en el rango ácido (5,3-6,0); saturación de materia orgánica disuelta y baja disponibilidad de nitrógeno. Son suelos largamente lixiviados, que dependen de la dinámica de la vegetación.

Si bien por las concentraciones de nutrientes podría asignárseles a estas aguas el estado de “oligotrofia” a “eutrofia” (de las clasificaciones para lagos europeos) es más propio acordarles características de “saprotrofia” por la creciente concentración de compuestos orgánicos derivados de la vegetación y porque hay una deficiente circulación de la energía, que aparece bloqueada a nivel de la vegetación de los embalsados, con escasa transferencia a otros niveles tróficos.

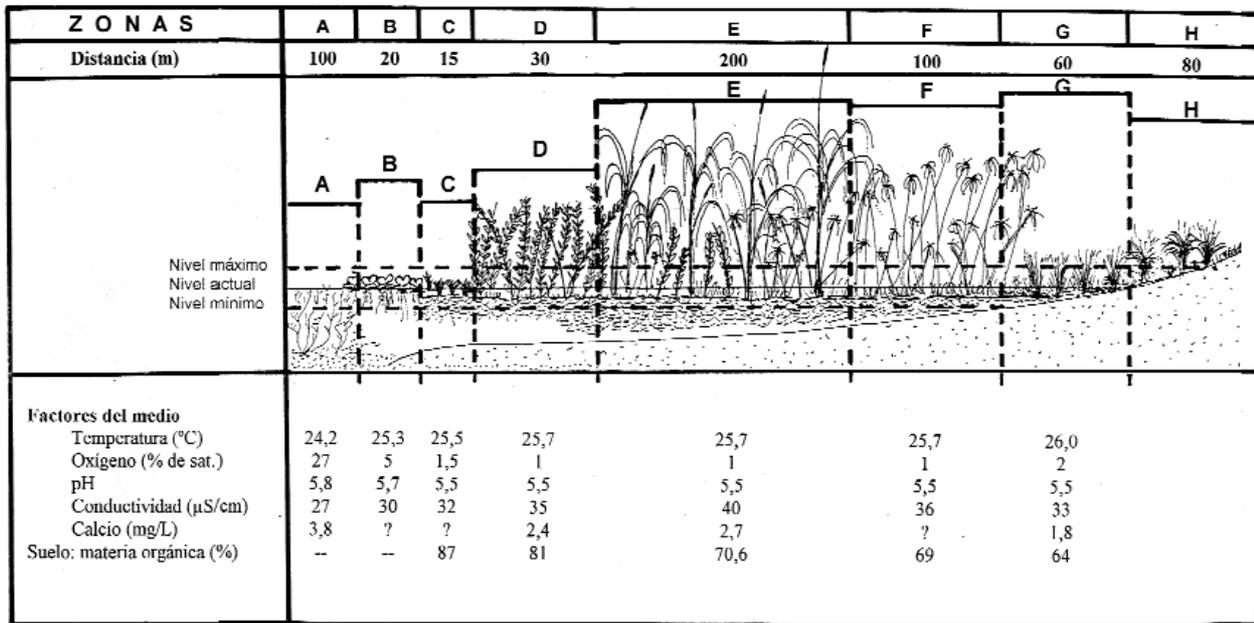
Estas aguas poseen una rica y diversificada biota que, sólo a nivel del plancton, concentra más de 1000 especies (Frutos, *op. cit.*; Poi de Neiff, 2003b; Zalocar, *op. cit.*). La fauna de peces tiene más de 120 especies registradas (Almirón *et al.*, *op. cit.*).

### 5.5. Vegetación y fauna de la Región del Iberá

Como se dijera, fitogeográficamente el Iberá se halla en contacto con elementos de linaje paranaense que, ingresan por el N y se manifiestan en islotes emergentes interiores, poblados por bosques hidrófilos de *Nectandra fulcifolia*, *Erythrina crista-galli*, *Cecropia adenopus*, *Sapium haematospermum* y otras especies típicas de los bosques de ribera del río Paraná adaptados a largos períodos de anegamiento.

La vegetación del humedal se caracteriza por un alto predominio de las bioformas hidrófitas y helófitas con más de 250 especies coexistentes. Se han registrado 1.659 especies de plantas macroscópicas (Arbo y Tressens, *op. cit.*) y 796 especies planctónicas (Zalocar, *op. cit.*) lo que da cuenta de la alta diversidad florística.

La alta productividad de las plantas palustres (*Typha* spp.,



Referencias: A = Vegetación sumergida B = Vegetación flotante C = Embalsado incipiente D = Embalsado de *Fuirena robusta*  
E = Embalsado de *Typha latifolia* F = Embalsado de *Cyperus giganteus* G = Juncal (*S. c. californicus*) H = Bañado con pajonal de *Rhynchospora*

Fig. 3. Perfil esquemático de los esteros de Santa Lucía: tipos de vegetación, características físicas y químicas (Modificado de Neiff, 1981). La colonización de los lagos por plantas acuáticas conduce a la formación de esteros marginales, con embalsados (islas flotantes que, en las etapas más avanzadas se convierten en suelos turbosos asentados sobre la matriz mineral). Este proceso conlleva el aumento de sustancias orgánicas disueltas, acidificación del agua y fuerte reducción del oxígeno disuelto.

*Claudium jamaicense*, *Zizaniopsis bonariensis*, etc.), próxima a las 20 tn/ha/año, produce un constante aporte de materia orgánica al suelo, por lo que los horizontes superficiales son ricos en restos fibrosos (recientes), no visibles en los horizontes inferiores y más antiguos de estos suelos, debido a que la materia orgánica se encuentra principalmente en forma particulada.

Los cambios aludidos conllevan a la formación de verdaderas islas flotantes (Neiff, 1981, 1982) que, en sus etapas más evolucionadas, pueden sustentar bosques de *Nectandra falcifolia*, *Sapium haemospermum*, *Erythrina crista-galli* sobre suelos turbosos de más de 3 m de espesor.

La fauna silvestre es todavía mal conocida. El relevamiento más completo fue realizado por la Universidad Nacional del Nordeste (Alvarez *et al.*, *op. cit.*), habiéndose diagramado, para algunas especies de mamíferos, estrategias de manejo, basadas en modelos de carga y para distintas opciones de extracción del recurso (Canziani *et al.*, 2003a y 2003b).

Giraud *et al.* (*op. cit.*) presentan una valiosa prospección de la avifauna del Iberá, en la cual citan 343 especies (el 70,5 % de las aves de Corrientes y el 34,5 % de las aves registradas en la Argentina). De estas 343 especies, 342 son autóctonas y de

ellas 88 % son de linaje paranense.

Los esteros del NE de Corrientes con sus grandes lagunas presentan poblaciones de aves ictiófagas como los cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*) y los macaes (*Podiceps* spp.).

Adquieren importancia los grandes vertebrados como el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), el yacaré (*Caiman latirostris*, *Caimán crocodylus*, *yacaré*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y el lobito de río (*Lutra platensis*).

En el ambiente considerado, al N de la Laguna Fernández, la fauna íctica es muy pobre y el nicho de los carnívoros está ocupado sólo por las pirañas (*Serrasalmus* spp.) y las tarariras (*Hoplias malabaricus*).

Las nacientes del río Corriente, al sur del Iberá, constituyen el área de mayor riqueza faunística de peces, registrándose una alta densidad de aves acuáticas que pueblan extensos bañados del valle de inundación del río. Cobran importancia los anátidos que forman bandadas de 100 o más individuos.

### 5.5.1. Especies exóticas en la Región del Iberá

El Iberá es un medio natural en el cual aún no se ha introducido especies exóticas en la fauna. Algunas especies, como el

gorrión (*Passer domesticus*) han sido registradas en Iberá aunque son de amplia dispersión en la Argentina (Giraudó *et al.*, *op. cit.*).

El mayor desequilibrio ambiental en relación a la fauna se debe al avance de una especie autóctona, la vizcacha, cuya expansión en la periferia SE del Macrosistema coadyuva a los procesos erosivos, relacionándose con el uso inadecuado de la tierra y otros factores. En provincias como Entre Ríos, la vizcacha ha sido controlada mediante su utilización para carne enlatada.

La otra alteración protagonizada por entidades autóctonas de la fauna se refiere al avance de hormigueros cupuliformes de hasta 0,80 m de alto y 0,40 a 0,50 m de diámetro, que generan un doble efecto: consumo activo de pastos tiernos y sobrecarga de escurrimiento de las lluvias. Estos efectos, potenciados por el manejo pastoril incorrecto y la práctica del fuego, han generado importantes zonas de erosión hídrica en los denominados bajos de Ibibai en la parte oriental y también en el N del Iberá.

## 5.6. Dinámica del ecosistema

El gran humedal del Iberá comenzó como un sistema fluvio-lacustre, transformándose gradualmente en esteros densamente vegetados, de aguas quietas.

Este proceso, que continúa actualmente con aceleración progresiva, determina:

- a) pérdida de capacidad de almacenamiento de agua por rellenamiento de la cubeta, con materia orgánica;
- b) menor evapotranspiración;
- c) mayor tiempo de permanencia del agua en el sistema;
- d) interferencia progresiva del escurrimiento;
- e) cambios en la calidad del hábitat;
- f) cambios en la relación productividad-consumo-respiración;
- g) colmatación con suelos turbosos por especies altamente dinámicas;
- h) modificación en el potencial de uso del espacio.

La mayor singularidad ecológica del Iberá, quizás, la constituye su condición de sistema acumulador de energía y elementos nutritivos con gran desproporción entre productores (vegetación) y consumidores, con un proceso muy poco eficaz de descomposición de la materia orgánica producida por las plantas.

El mayor tiempo de residencia del agua con nuevos encharcamientos en el sector occidental marca transformaciones ambientales que tienen implicancias socioeconómicas, por avance de los humedales sobre campos dedicados a la actividad agropecuaria. Este proceso natural se ha acelerado por causas exógenas a partir de abril de 1989, cuando el nivel promedio del sistema en la laguna Iberá (Carlos Pellegrini) se

incrementó en 80 cm al cabo de sólo 220 días, manteniéndose desde entonces en niveles semejantes o superiores.

Esto ha determinado el encharcamiento y pérdida de pastizales productivos en una superficie próxima a 100.000 ha y transformaciones negativas por anegamiento en una superficie cercana a las 150.000 ha. Esto representaría una pérdida equivalente a 50.000 cabezas de ganado (Fulquet, 2000a y 2000b).

## 6. Caracterización Socioeconómica

### 6.1. Población

El macrosistema Iberá puede considerarse un espacio vacío ya que en el seno de los esteros, en sectores emergentes de escasa superficie, habitan menos de 200 familias alejadas completamente de centros asistenciales, de medicamentos y aún de educación elemental. La periferia de los esteros del Iberá tiene asentamientos urbanos como Chavarría, Concepción, San Miguel, Loreto, Galarza, Carlos Pellegrini y otros, que tienen densidad de 3 a 9 hab/km<sup>2</sup>. Esta situación no es diferente en los esteros de Ñeembucú, registrándose densidad poblacional semejante en localidades como Ayolas, Santiago y otras.

Uno de los estudiosos que mayores aportes ha realizado a la antropología de la Región del Iberá es el Dr. Jorge Amilcar Rodríguez<sup>1</sup>. De una conferencia que ofreciera el 19 de julio de 2002, se pudo extraer la siguiente línea de tiempo:

- 12.000-13.000 años A.P.: llegan los primeros pobladores (época de los gliptodontes, megaterios y otros animales). No está claro el origen del hombre americano; pudo haber entrado por el estrecho de Bering (Alaska), aunque también pudo haber llegado desde Asia directamente por el Atlántico (controversia actual). Hoy se sabe que la civilización más antigua en Corrientes data de 12.000 años antes del presente, es decir, del período Pleistoceno-Holoceno.
- 12.000-9.000 años A.P.: vivió en la zona la cultura llamada Río Uruguay I, que habría venido desde Brasil, quizás desde la Cuenca Amazónica, en uno de los viajes desde aquel centro de dispersión. Se dispone de colecciones arqueológicas al pie de la represa de Yacyretá, que tendrían una antigüedad de 10.000 años (Lic. Humberto Micelli, com. pers.) y resulta difícil imaginar el origen de estos poblamientos.
- 9.000-8.000 años A.P.: habría ocurrido un cambio climático desfavorable (no se excluye el ingreso de cenizas volcánicas) que habrían producido la emigración de estos pueblos.
- 8.000 años A.P.: los pobladores habrían migrado hacia el N con el regreso de clima favorable formando lo que se conoce como cultura Humaitá (8.000-7.000 años AP) que

<sup>1</sup>Dr. J.A. Rodríguez: E.mail: jrrod@ari.fcad.uner.edu.ar

- habrían llegado al NE de Corrientes (no alcanzaron la Capital) asentándose en la zona de Yacyretá.
- 6.500-5.000 años A.P.: se forman núcleos que viven al borde de los ríos, especialmente en la zona de rápidos (Apipé, Salto Grande, rápidos de Misiones) que tienen otra forma de trabajar la piedra; se los conoce como cultura Ibaí.
  - 2.000 años A.P.: aparece en el área próxima al río Uruguay una cultura que hace cerámica, los que también bajaron por el río Paraná (zona de Yacyretá), apareciendo además en Salto Grande. Estas culturas ceramónicas construían herramientas de hueso y madera. Posiblemente las anteriores también sólo que no están conservados sus elementos.
  - 1500 años A.P.: llegan a esta zona los antecesores de los guaraníes. Estos pueblos eran cazadores-recolectores, consumían animales de los esteros, peces, almejas y formaban bancos (1,50 m de potencia y 40-300m<sup>2</sup>) por acumulación de los desperdicios, conchas restos de cacharros y otros objetos. Estas barras se encuentran también en los antiguos asentamientos guaraníes en el litoral de Brasil y Uruguay. La radicación de núcleos permanentes en el Iberá debió ser posterior a este período.
  - 800 años A.P. hasta 300 A.P.: se desarrolla una nueva cultura Rivereña Paranaense (llamada también cultura Goya-Malabrigo). Producen objetos cerámicos con formas de animales. Son antecesores de la cultura Chaná-Timbú.
  - Los Guaraníes, segregados de una etnia más compleja (Tupí-Guaraní), habrían venido desde la cuenca del Amazonas, en busca de la tierra sin mal (algo así como “el Paraíso”). Otros contingentes migraron hacia el Pacífico y regresaron. Otros bajaron hasta la costa atlántica. Es, entonces, la tercera columna migratoria la que bajó por la cuenca del Plata. Dataciones hechas en Brasil, dan cuenta que los Guaraníes del sur de Brasil vivieron entre 1800 y 2000 años A.P. Los guaraníes constituyen una etnia muy evolucionada; cultivaban la tierra y enterraban a sus muertos en urnas cerámicas de forma semejante a las actuales. Los colocaban -al parecer- primero en tierra y luego de unos años pasaban los huesos a urnas para enterrarlos definitivamente junto a ofrendas que les permitirían llegar hasta la tierra sin mal, lugar al que sólo llegaban pocos, por lo difícil del camino y porque debían sobrevivir al asedio de monstruos (malos espíritus) que bloqueaban su paso.
  - Los últimos Guaraníes en Corrientes son algo posteriores a los Jesuitas. Habrían huido hacia las tierras bajas (Iberá posiblemente). Cuando expulsaron a los Jesuitas, muchos habrían vuelto a sus villas.
  - 280 años A.P.: Guaraníes vivían en la cuenca del Batel (Santa Rosa).

Los guaraníes habrían estado compuestos por 12 culturas distintas, de las cuales los **Carácarás** se encontraban en la mayor parte del Iberá. Según su nombre lo indica, habrían sido muy astutos y diestros, con mayor concentración en las proximidades de Ituzaingó (Corrientes).

En sus “Lecciones de Historiografía de Corrientes”, Figueredo analiza distintos documentos y cita al Padre Muriel (Jesuita), quien relata que los carácará (“caranchos”) constituían un grupo que vivía en el lago de los Carácarás, conocido también como Yberá y se los llamaba así por su condición semejante al ave de rapaña. Asediaban a los antiguos asentamientos españoles recibiendo periódicas represiones. Al parecer, era la guarida de muchos aborígenes rebeldes de la misión de Santa Ana, creyéndose que allí se refugiaban los criminales que dieron muerte al Padre Pedro de Espinoza.

Según Alcides D’Orbigni, habrían sido personas de estatura baja, de contextura robusta, musculosa, con rasgos mongoloides, cabello negro lacio y abundante, cabeza redondeada y tez más bien clara. Vestían con poca ropa, vivían en núcleos de varias familias, cultivando algunas plantas (mandioca, batata, zapallo) y manteniendo en cautiverio animales (patos, chanchos del monte y otros), lo que les permitía disponer de medios para mantener asentamientos casi sedentarios.

Construían chozas circulares asentadas con barro, con techo de paja. Usaban armas para defensa y cacería, especialmente arcos, flechas, arpones y varios tipos de macanas.

El poblador actual del Iberá que conserva en parte la cultura de los primitivos guaraníes, mantiene su forma de sentir, su idioma, sus creencias y la sabiduría de aquellos aborígenes; vive en el interior de los esteros, con contactos esporádicos con la civilización de la periferia, regulados por las necesidades de algunos insumos. Estas personas son llamadas *mariscadores* y han sido muy estudiados por el antropólogo cultural Humberto Micelli, quien los define como “un ecotipo cultural específico que vive en el interior de las islas y en el borde de las lagunas del Iberá, cazadores, pescadores, recolectores, que mantienen un sistema cultural claramente definible por su forma de vida, por su interpretación de la naturaleza y por sus valores humanos”.

Viven en familias de ocho a quince personas. Los varones generalmente comparten jornadas de caza y pesca, que son más activas desde el atardecer hasta el alba. La apertura de picadas y los cercos de fuego (a fines del invierno) son recursos complementarios para cercar a los animales, aunque los mariscadores manejan con gran destreza el fuego, por lo que no producen daños mayores.

Las artes de caza son generalmente elementales: fijas, cebos y trampas, reservando una escopeta calibre 16 o 28 para los animales de porte y gran capacidad de desplazamiento (cierros, carpinchos, yacarés, etc.). El Lic. Micelli comenta que se

sienten orientados por *Caá Yara* (el “Señor del Monte”) quien con su sabiduría mitológica les indica el momento y el lugar indicados para cazar o pescar. La carne de las piezas cobradas (guazuncho, carpincho, lobito de río) es consumida inmediatamente o preparada en charque para consumo familiar. Con la carne del yacaré y otros animales se preparan también embutidos. Los cueros son estaqueados y secados con salmuera para ser vendidos a los acopiadores que pagan precios ínfimos, a veces trocando las pieles por mercaderías.

Tienen un gran conocimiento de la naturaleza a la que perciben por su colorido. Reconocen 24 colores en la gama de verdes y castaños, que les indican el estado de la vegetación y la posibilidad de encontrar animales, según cuenta el Lic.

Micelli, señalando que su cosmovisión está basada en la pertenencia y permanencia en el sistema natural.

Unas 700 personas son pobladores de la periferia del Iberá y su vida tiene que ver sólo circunstancialmente con los esteros, en jornadas aisladas de cacería. En su actividad central se desenvuelven como peones de estancias dedicadas principalmente a la ganadería; no dependen de los esteros para su supervivencia. Hablan la lengua guaraní pero sus costumbres, insumos y forma de vida poco se parece a la de los mariscadores.

Hay un índice de analfabetismo superior al 30 % y se aprecia una depresión en la densidad de población comprendida entre 12 y 30 años, porque muchas familias de la periferia mandan sus hijos a casas de parientes, amigos, o como empleados en familias que viven en ciudades, donde pueden tener escolaridad primaria y secundaria.

## 6.2. Propiedades privadas en el Macrosistema Iberá

Los antecedentes de la colonización se remontan a la ley del 4 de octubre de 1895 y a un decreto del mismo año.

Aproximadamente el 82 % de la superficie de Iberá pertenece al sector privado. La mayor parte de los establecimientos están dedicados a la ganadería extensiva. Las unidades productivas ocupan por lo general más de 5.000 ha y sólo una parte marginal de las mismas corresponde a “esteros”.

En el sector O, las unidades ganaderas combinan agricultura de subsistencia en pequeñas parcelas. El aprovechamiento forestal ocupa más de 50.000 ha plantadas con pinos y eucaliptos en el sector N-NO del sistema, en tierras adyacentes no anegables. La superficie restante del Iberá corresponde a tierras fiscales de la provincia de Corrientes, con mayor concentración en el área central.

## 6.3. Turismo y recreación

Existe una actividad medianamente organizada que intenta extenderse mediante las ventajas de Internet, combinando la

oferta de turismo natural (recorridos, safaris fotográficos, paseos en embarcaciones, pesca, caza), con el turismo rural, en el que los visitantes conocen la vida en estancias o establecimientos menores (yerra, doma, cría y cuidado de animales, ordeño, huertas orgánicas, etc.).

Muy pocas personas conocen el Iberá en su extensión. Se han escrito trabajos e informes, artículos de divulgación y otros que sólo evidencian el conocimiento puntual. Las determinantes del escaso aprovechamiento turístico y recreativo del Iberá son varias:

- a) costo superior al que representaría visitar sitios turísticos convencionales;
- b) desconocimiento de la singularidad del lugar, acompañado del temor generado por falsas historias y leyendas;
- c) falta de accesos adecuados hasta la periferia: desde las Rutas Nacionales N° 12 y 123 (pavimentadas) se deben tomar caminos de tierra poco transitados y mal mantenidos. Con ello, la llegada a la periferia del Sistema (localidades de Galarza, Pellegrini, Capivarí, Concepción) es azarosa y limitada al período de pocas lluvias. Los servicios de transporte son malos;
- d) no ha sido suficientemente fructífera la difusión realizada por organismos gubernamentales y privados respecto del Iberá.

## 7. Singularidad de la Región del Iberá

Ha quedado el diseño del paisaje fluvial en la morfología, en las redes de escurrimiento (Popolizio, 1981) y también en la vegetación y fauna, cuyos ensambles de especies, en la mayoría de los casos, han sido aportados por el río y corresponden, en su organización, al modelo fluvial.

Sin embargo, el régimen de fluctuación del agua se modificó marcadamente luego del encauzamiento del Paraná en su valle actual, que significó el aislamiento de la dinámica actual de este río (Neiff, 1997).

Lo llamativo es que gran parte de la vegetación y de la fauna tenga adaptaciones que le permitieron vivir en un sistema de anegamiento muy distinto de aquel primitivo curso fluvial que atravesaba el Iberá.

Debido a la presencia de un variado ensamble de paisajes que le acuerda al Iberá una alta ecodiversidad y a la extensión de sus humedales, puede afirmarse que es el área de turbera subtropical más importante de Sudamérica. Su elevada biodiversidad (Arbo y Tressens, *op. cit.*; Alvarez *et al.*, 2003; Giraud *et al.*, *op. cit.*; Neiff, 2003; Poi de Neiff, 2003b; Zalocar, *op. cit.*) y el ensamble de paisajes prístinos, con distinta conexión al río Paraná, le acuerdan características únicas. Las aguas limpias del Iberá, con muy bajo nivel de contaminación (Galvez *et al.*, *op. cit.*; Lancelle, *op. cit.*; Poi de Neiff, 2003b) le con-

fieren un valor estratégico para el desarrollo sostenible.

Los sistemas acuáticos continentales son generalmente más complejos y diversos<sup>2</sup> que los terrestres, con 10 % más de especies que los de tierra firme y 150 % más que los ambientes marinos (Mc Allister *et al.*, 2001). Se han mencionado cerca de 45.000 especies para ambientes acuáticos continentales del mundo. Para el sistema Iberá (12.300 km<sup>2</sup>), se han mencionado 4.000 especies de plantas y animales. Si se dispusiera del relevamiento de flora y fauna para la Región del Iberá (45.000 km<sup>2</sup>), seguramente la riqueza de especies se aproximaría al 10 % del total anotado para los ambientes acuáticos de la biosfera.

Por este motivo, el Iberá puede ser considerado un sitio clave de biodiversidad o “*hotspot*”. Esta alta complejidad no le está dada por la presencia de especies endémicas, como ocurre en las cuencas del Amazonas, el Congo y el Mekong, sino por el contacto de áreas biogeográficas muy complejas, como se discute en otro acápite.

En la *economía global*, la valorización de los insumos y servicios que precisa el hombre para su supervivencia se realiza en términos monetarios, lo que es siempre inadecuado, fragmentario y responde a la visión de un grupo limitado de personas con alguna capacidad para hacerlo. No entran en estas evaluaciones la belleza escénica de una puesta de sol o de un amanecer en el Iberá, ni tampoco el valor mitológico que tienen los montes “*donde vive Dios, el Señor del Monte*” como sienten los antiguos que aún moran en el Iberá.

Pero, es justo reconocer que, a la hora de definir la magnitud y efectos de una obra del hombre sobre un sistema, es comprensible para muchas personas si se habla en términos monetarios. A manera de ejemplo, las funciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos han sido estimadas en U\$S 33 trillones/año, algo así como U\$S 6.579 x 10<sup>9</sup>/ha-tipo/año, en los ecosistemas acuáticos continentales (Costanza *et al.*, 1989).

Las características de *hotspot* acuerdan al Iberá un valor seguramente mayor que el mencionado en esta evaluación global, lo que sustenta en parte la necesidad de cuidar este rico complejo de ecosistemas por los servicios que presta y que son poco conocidos.

La extensa cubierta de vegetación acuática y palustre captura en el proceso de la fotosíntesis una cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) superior a la que producen las emisiones de las industrias y automóviles de toda la provincia de Corrientes. Es por tanto, un verdadero *pulmón* de gran valor actual y futuro.

<sup>2</sup> La biodiversidad es un atributo sintético de los ecosistemas que permite tener una idea de la complejidad estructural y de la conectividad posible entre los elementos (especies) y los procesos que regulan el ecosistema (radiación solar, flujos de materiales, etc). No siempre la biodiversidad expresa la complejidad funcional de un sistema, algunos bancos de arena tienen diversidad muy baja, a pesar de lo cual poseen mecanismos que mantienen al sistema dentro de un entorno de variación finita.

### 1. Ecología evolutiva del Iberá

Desde la década del sesenta se han presentado varias contribuciones que tratan de explicar el origen del Iberá y su posible relación con el río Paraná. La mayor parte de estos aportes han tenido base geológica y geomorfológica, hasta los más recientes que incluyen análisis geoclimáticos sobre la variabilidad regional.

Aun cuando existen grandes coincidencias entre los autores respecto a una antigua conexión fluvial y a la existencia de fenómenos tectónicos previos, todavía hoy no queda claro el momento en que se produjo la separación de los grandes lagos del Iberá del sistema fluvial. Tampoco se cuenta con mayor información respecto de la importancia de las transformaciones bióticas en tiempos evolutivos y su influencia sobre la dinámica del sistema.

No se han arriesgado hipótesis sobre el efecto de la acumulación de materia orgánica muerta y la dinámica hidrológica. No se proporcionan detalles sobre la posible existencia de una flora fósil perteneciente a una condición climática diferente a la actual, ni respecto de posibles discontinuidades climáticas ocurridas durante la evolución de Iberá.

En este capítulo se comenta la información disponible sobre el origen y evolución del paisaje actual y se discuten algunos resultados obtenidos en este estudio que permitan producir algunas hipótesis respecto de la organización y funcionamiento del paisaje actual.

### 2. Herramientas de análisis

Las características geológicas y paleoclimáticas fueron analizadas a través de la compilación de la información publicada (Chebli *et al.*, *op. cit.*; Herbst y Santa Cruz, *op. cit.*; Iriondo, 1991; Iriondo y García, 1993; Orfeo, 2000 y 2003; Popolizio, 1977 y 1981; Ramos, *op. cit.*).

El reconocimiento y estudio de los suelos orgánicos fue tomado como un indicador de la actividad biológica (producción/descomposición) en el sistema. La potencia y textura de los suelos en distintos sectores del Iberá serían indicadores relativos para calificar la antigüedad relativa del paisaje. Un reconocimiento expeditivo fue realizado para cubrir gran parte de los humedales del Iberá pudiendo establecer el espesor y tipo de histosoles en cada zona. Para el análisis detallado

de los suelos orgánicos, fueron seleccionadas doce estaciones de muestreo dentro de los paisajes de humedales más diferentes del macrosistema Iberá, comprendiendo las islas más antiguas del Alto Paraná (isla Apipé Grande) y los embalsados existentes en el Iberá (Figura 4).

En ambos sistemas, el agua embebe permanentemente el suelo. En las islas del Paraná proviene de las aguas de este río (en crecientes extraordinarias) y del aporte de las lluvias, en tanto que en Iberá la fuente de alimentación principal han sido las lluvias locales.



Figura 4. Canal Isirí, entre laguna Galarza y Luna. Embalsados con bosques, asentados en suelos de 4 m de potencia, que forman una barra continua que constituye el límite entre ambas lagunas, sólo interrumpido por el Isirí. Ambas lagunas eran parte de un gran lago, que comprendía también a la laguna Iberá y a la Fernandez. El límite entre las lagunas Trin y Medina también está formado por barras de embalsados.

Se tomaron muestras verticales del perfil de suelo<sup>1</sup> (Figura 5), desde la superficie hasta los horizontes más profundos en segmentos seriados de 50 cm de profundidad. A este fin se utilizó un aparato de muestreo que permite tomar cilindros de 9 cm de diámetro y 45 cm de largo<sup>2</sup> con escaso disturbio de la estratificación vertical de los materiales. La separación de alícuotas para análisis de la densidad aparente de la muestra<sup>3</sup>, el peso húmedo o de campo, el peso seco<sup>4</sup> del contenido de materia orgánica<sup>5</sup>, el color<sup>6</sup>, la potencia del suelo<sup>7</sup> y la parti-

<sup>1</sup> Tres perfiles por cada estación de muestreo.

<sup>2</sup> Los métodos de muestreos se describe al referirse al análisis polínico de los suelos orgánicos.

<sup>3</sup> Expresado como cociente entre el volumen y el peso de la muestra.

<sup>4</sup> Peso seco constante de las muestras, obtenido en estufa a 105°C.

<sup>5</sup> Obtenido por ascenzación de las muestras de peso seco a 550°C, expresando el contenido de materia orgánica como diferencia entre ambas medidas.

<sup>6</sup> Utilizando el sistema triaxial de colores establecido por Munsell.

<sup>7</sup> Como profundidad del perfil desde superficie hasta el horizonte mineral (limo-arenoso; arenoso; o acuoso).



Figura 5. Extracción de muestras en un perfil vertical de embalsados (Histosol). El aparato fue diseñado especialmente para estos suelos, a partir de un sistema-válvula utilizado en las perforaciones para extraer agua con molino de viento. Por dentro lleva una camisa (caño de PVC) partido longitudinalmente, como se muestra en la Figura 9

culometría de los materiales a cada profundidad<sup>8</sup> fueron realizados en laboratorio por procedimientos convencionales (Jackson, 1970).

El análisis palinológico fue tomado como otro indicador de los sucesos ocurridos en el paisaje. La distribución y abundancia de polen, así como la determinación de los grupos sistemáticos, proporciona una idea de la relación de la flora actual con floras fósiles y la actividad de los factores del ambiente, especialmente el tipo de clima y sus fluctuaciones. Para el análisis de polen se tomaron 30 g de suelo en forma secuencial de cada uno de los cilindros, desde la superficie hasta la base del suelo y que fueron denominados A, B, C, etc., correspondiendo la letra A al horizonte superficial. Las muestras fueron transportadas en condiciones anaeróbicas al laboratorio donde fueron tratadas con bromoformo para la separación física del polen y con acetólisis posteriormente (Erdtman, 1960). Los resultados del estudio palinológico del Iberá han sido publicados por Cuadrado y Neiff (1993), por lo que sólo corresponde presentar algunos resultados y conclusiones de mayor interés.

La cronología con  $C^{14}$  ha mostrado su utilidad para datar la antigüedad de materiales orgánicos. Una de las limitaciones de uso en la Argentina deriva del costo para el análisis de las muestras.

<sup>8</sup> Separando los materiales sobre batería de tamices de: 1000, 500, 250, 125 y 55  $\mu$  de abertura de malla. La fracción fina fue estimada por diferencia entre el peso inicial de la muestra y los pesos parciales de las fracciones mencionadas.

Por este motivo se seleccionaron sitios que -por las características del perfil de suelos y por tener una profundidad de 3 ó 4 metros- permite suponer que son los más antiguos de los suelos orgánicos del Iberá, un histosol hémico poblado por bosque hidrófilo pluriespecífico. El análisis de las muestras fue realizado en el GEOTOP, laboratorio de Geocronología Isotópica de la Universidad de Montreal, Canadá.

### 3. Consideraciones geológicas

La estructura geológica del paisaje actual (Figura 6) puede ser historiada tomando distintos procesos y grado de detalle. A los fines evolutivos se puede reconocer un período muy antiguo, que probablemente se remonta al Triásico, donde los movimientos tectónicos habrían originado la extensa depresión donde se encuentran situadas las grandes lagunas del E del Macrosistema Iberá y un período mucho más activo de modelado geomorfológico a partir del Plioceno (Castellanos, *op. cit.*).

A partir del Plioceno hasta la actualidad, el río Paraná ha construido un modelo sedimentario caracterizado por la formación de fajas aluviales controladas por fracturas y finalmente abandonadas por avulsión (Iriondo, 1987, Castellanos, *op. cit.*).

La excelente preservación de rasgos morfológicos típicamente fluviales permite suponer que la última faja ocupada por el río Paraná antes de la actual fue la línea Iberá-río Corriente-Bajo de los Saladillos, éste último exento de depósitos loésicos (Iriondo, 1991).

Durante el Holoceno inferior y medio, la región estuvo sometida a clima húmedo, el cual queda representado en el Bajo de los Saladillos y áreas vecinas por sedimentos lacustres y palustres de 2 a 3 m de espesor. Dichos depósitos fueron fuertemente erodados durante el clima seco del Holoceno superior, originándose por deflación grandes depresiones elípticas de hasta 10 km de diámetro, indicando dirección SSE-NNO para los vientos dominantes.

En Corrientes el viento formó campos de dunas con orientación principal SSE-NNO, removiendo las arenas parcialmente edafizadas durante el Holoceno inferior y medio. La superficie de la arena es modificada por numerosas depresiones elípticas formadas por deflación (Iriondo, 1991). En el área de Itatí, depresiones como las mencionadas son muy frecuentes y miden unos 500 m de diámetro con el eje mayor orientado en sentido ESE-ONO.

La época actual está caracterizada por clima húmedo, en una fase que comenzó alrededor del año 1000 AP. Debido al exceso de agua en el paisaje y a la inexistencia de redes fluviales con capacidad para evacuar los excesos, en el O de Corrientes se formaron grandes extensiones anegables (denominadas



Figura 6. Vista aérea del canal Caengué, que conecta los esteros con la laguna Luna. Se aprecia la estructura inconsolidada de los embalsados, que deja numerosos microlagos de aguas ácidas (pH 4-5,8). Las aguas "negras" dan cuenta de la exigua cantidad de minerales suspendidos en el agua. Las barras del cauce son embalsados orgánicos, fijados lábilmente al fondo.

localmente "esteros") y lagunas.

El caso más notable lo constituye el sistema Iberá, donde las áreas anegables ocupan un área de 200 km de longitud y 60 km de ancho máximo. En este ambiente se forma turba tropical desde el comienzo del período húmedo.

Desde el sistema Iberá hasta el río Paraná, se extiende una sucesión de lomadas arenosas cribadas de lagunas y con algunos valles intercalados. Esta fisonomía que atraviesa toda la provincia de Corrientes con una dirección general NE-SO, está indicando cauces antiguos del río Paraná (Iriondo, 1981). Esta región fue posteriormente sometida a la influencia generalizada de vientos del SE que redistribuyeron las arenas durante el clima seco, alteraron la antigua morfología y transformaron la zona en un paisaje típicamente eólico.

Se observan, en general, dunas parabólicas que habrían migrado desde las lomadas arenosas fluviales hacia el NO. Son frecuentes las hoyas de deflación entre las dunas y en lo alto de las lomadas o cordones arenosos, que poseen formas circulares y elípticas. Estas últimas (Figura 7 - Anexo) se habrían producido por efecto directo del viento dominante, mientras que las primeras estarían originadas por la acción de remolinos verticales, característicos de las regiones semiáridas en épocas estivales.

Los procesos de edafización se observan sólo en algunos sectores de la región, sugiriendo la existencia de dos períodos secos, de los cuales el último es muy reciente (Iriondo y Krohling, 1995).

Las antiguas fajas deprimidas del paisaje eólico (que probablemente fueron valles de arroyos intermitentes anchos y someros, o bien fajas de erosión eólica generalizada) se han transformado en grandes esteros con muy escasa pendiente y abundante vegetación, por los que escurren lentamente las aguas superficiales (Figura 8 - Anexo).

Los principales afluentes del río Paraná en la provincia de Corrientes (ríos Corriente, Santa Lucía, Batel, entre otros) tienen cuencas poco definidas en sus nacientes debido al esca-

so declive del paisaje, lo que determina también frecuentes transfluencias, mostrando amplias zonas anegadizas que no funcionan como ambientes fluviales del paisaje sino como complejo de humedales. Los cauces propiamente dichos sólo están bien definidos en la última parte de su recorrido sin alcanzar el perfil de equilibrio, mostrando mayor pendiente en el tramo inferior debido a la fácil erodabilidad del sustrato y al mayor caudal de agua que conducen luego de las lluvias. La escasa pendiente del curso determina que en la proximidad a la desembocadura -y aun hacia el tramo medio- se genere un remanso hidrodinámico cuando el Paraná (receptor) se encuentra en aguas altas. Como consecuencia estos ríos pueden correr en sentido inverso a lo largo de muchos kilómetros, o formar un extenso abanico de derrames laterales. Geomorfológica y ecológicamente no hay diferencias claras de zonas y los cambios entre las cabeceras y desembocadura se manifiestan en forma gradual.

#### 4. Consideraciones paleoclimáticas

El análisis de formas y depósitos descriptos con anterioridad permite ensayar la caracterización climática de un período anterior al presente. En primer lugar es evidente el dominio de vientos del SE, ya que tanto los corredores de deflación como los trenes de dunas parabólicas indican esa dirección. No es posible precisar el grado de aridez, pero el probable carácter endorreico de los Bajos Submeridionales en el Chaco y la presencia de dunas de arcilla indican aridez pronunciada durante un largo período. Los vientos del SE debieron ser más fuertes y necesariamente más secos que los actuales, para producir la movilización de sedimentos arenosos. Según Iriondo (1997; ver también Iriondo y García, 1993) durante el Holoceno superior un centro anticiclónico estacional produjo condiciones climáticas semiáridas y vientos secos en la llanura argentina y regiones vecinas, erodando el loess del pleistoceno y sedimentando una capa delgada de loess en una superficie próxima a 1.600.000 km<sup>2</sup> y varios campos de arena. Esta conclusión de Iriondo ratifica la importancia de la actividad eólica en tiempos muy recientes.

Tal como señala Iriondo (1981, 1994), la corriente de las Malvinas habría tenido un carácter frío más acentuado durante todo el período seco, cuya duración probable fue de unos 2000 años. Además, como los ríos Paraná y Uruguay llevan un importante caudal de aguas cálidas hacia el océano Atlántico, cediendo calor a la atmósfera, probablemente habrían tenido un caudal mucho menor. Durante esa época, el actual Río de la Plata habría sido un estuario ocupado por agua marina (Iriondo y Scotta, 1978; Iriondo, 1979), posiblemente proveniente de la corriente fría de las Malvinas.

## 5. Suelos orgánicos

De acuerdo a Soil Taxonomy (1985), los suelos orgánicos pueden ser categorizados de acuerdo a la degradación de los tejidos orgánicos originarios. Los de particulometría más fina son los más antiguos, correspondiendo al tipo Hemist (o hémicos); los de formación más reciente permiten distinguir aún los tejidos vegetales y se los llama Fibríst (o fíbricos, Figura 9). Una condición intermedia entre ambos es la que corresponde a los Saprist (o sápricos, Figura 10).

En algunos sectores de la margen NO de las lagunas Galarza, Luna e Iberá se encuentran suelos de 3 a 4 m de potencia, con un horizonte fíbrico de 50-80 cm superficiales, muy liviano (densidad de 0,60-0,70), de color castaño (10YR/3/2 a 10YR/5/1) con abundantes raíces vivas y muertas, restos de hojas y de rizomas. El contenido de materia orgánica es de 60 a 87% y el pH es de 5-6 unidades. Entre 100 y 150 cm, el perfil tiene abundancia de materiales finos, si bien es posible distinguir restos de tejidos entremezclados en forma heterogénea. El color es pardo oscuro (10YR3/1-2) a negro (10YR/2/1), con menor volumen de poros, con 45 a 70% de materia orgánica y pH 4,5-5,0. Hasta los 3 a 4 m de profundidad, la base del suelo orgánico tiene predominancia de materiales finos a muy finos y no se reconocen estructuras, si bien hay restos de epidermis y polen. El contenido de materia orgánica es más variable, generalmente entre 40 y 65% y el pH es frecuentemente de 4,5-5,0 unidades, con valores puntuales de 3,8. El color es gris muy oscuro (10YR/2,5/1) a gris oscuro (10YR/4/1), con valores de densidad de 0,95-1,03. Los embalsados que están situados en el borde de los grandes lagos del Iberá son poco evolucionados, con una potencia generalmente no mayor de 1,20 m, con mayor frecuencia de los suelos laxos, de 70-95 cm de profundidad. El horizonte fíbrico ocupa los primeros 70-90 cm superficiales del perfil y la base del suelo tiene características sápricas. El color es castaño claro (10YR8/3) a castaño grisáceo muy oscuro (10YR/3/2) en superficie y a pardo grisáceo oscuro (10YR/4/2) en la base del perfil. El contenido de materia orgánica es de 70-85% en superficie y de 68-80% en el horizonte sáprico basal. El pH en todo el perfil es de 5 a 6 unidades y la densidad del suelo húmedo es de 0,75 a 0,94.

Cualitativamente, los suelos de los esteros situados en el margen de la laguna Conte no difieren demasiado respecto de la estructura de los suelos ya mencionados (distribución vertical de los materiales, pH, color). Sin embargo, tienen un espesor de 1,3 a 2,4 m. Los materiales orgánicos son más seleccionados por su tamaño, con participación variable de horizontes sápricos y fíbricos. Están asentados sobre arenas finas y limos.



Figura 9. Estero perimetral de laguna Iberá, margen O. Sección de suelo orgánico de tipo fíbrico, a la profundidad de un metro. Se observan restos de tejidos vegetales sobre los que crece una formación de *Typha latifolia*. En la media caña de PVC que se observa en la parte superior de la imagen, se aprecian sólo restos vegetales, no hay materiales cohesivos. El agua intersticial tiene pH 5-6 y en la fracción fina predominan los ácidos fúlvicos.



Figura 10. Estero de la laguna de Luna, margen N. Sección de suelo orgánico de tipo sáprico. Se observan tejidos vegetales semi-descompuestos, de color castaño oscuro, con predominancia de sustancias húmicas y escasa cantidad de arena y limo. La fracción mineral está compuesta con predominancia de detritos de origen orgánico. El pH del agua intersticial se encuentra generalmente entre 5 y 5,5.

### 5.1. Análisis polínico

La abundancia y distribución de los granos de polen y la riqueza de formas encontradas tienen una reconocida utilidad para conocer la evolución del paisaje. No hay demasiada información para turberas tropicales, aún cuando las contribuciones publicadas para pantanos de clima templado frío (Moore y Bellamy, 1976) han demostrado la posibilidad de relacionar la presencia de polen con eventos físicos y bióticos. De los doce perfiles analizados, tres de las lagunas del Iberá y uno tomado en la Isla Apipé Grande (estero de la Laguna Sirena), cuatro no tuvieron polen. Esto no se puede explicar por condiciones ambientales desfavorables para la conservación del polen, debido a que las condiciones imperantes (pH de tendencia ácida y escaso oxígeno) favorecen la preservación de los granos. Otras muestras tomadas en los mismos ambientes contenían abundante polen.

De las 8 muestras restantes, cuya flora polínica se presenta en

las Tablas 3 y 4, no es posible deducir las tendencias evolutivas propias de las turberas templadas (More y Bellamy, 1976) a partir de la distribución y abundancia de los granos:

De las 8 muestras restantes, cuya flora polínica se presenta en las tablas 2 y 3, no es posible deducir las tendencias evolutivas propias de las turberas templadas (More y Bellamy, *op. cit.*) a partir de la distribución y abundancia de los granos:

- El polen tiene mayor concentración en los primeros 50 a 100 cm de profundidad, con una brusca caída de la abundancia a partir del primer metro. La presencia de polen en los segmentos inferiores del suelo turboso, es poco frecuente. Es posible pensar que la caída abrupta en la densidad de granos esté relacionada con la mayor permanencia del suelo saturado a partir de 80-100 cm, lo que generaría una “frontera de mayor densidad” representada por el suelo completamente embebido de agua;
- No hay tendencias claras en la concentración de polen aún dentro de ambientes cercanos, en los que la estructura florística y condiciones microclimáticas pudieron ser semejantes;
- Los tipos polínicos y las esporas encontradas en las muestras pertenecen a la flora que actualmente crece en el Iberá y a otras plantas de territorios de tierra firme que rodean al sistema. No hay indicios de floras relictuales ni de plantas que no sean las actuales.

## 5.2. Análisis isotópico

Los resultados del análisis geoisotópico indican una antigüedad de 3000 años AP (con una desviación de 152 años) para los materiales de grandes lagunas del E. Los suelos tienen, generalmente, una granulometría más fina hacia la base. Sin embargo, se encuentran sectores de texturas más gruesas intercalados en el perfil a manera de sandwich.

Evidencias recogidas en el sector occidental de las lagunas muestran que el viento es, aún hoy, un factor importante en



Figura 11. Margen O de Laguna Iberá. Bosque hidrófilo de laurel (*Nectandra membranacea*) sobre Histosol hémico de 4 metros de profundidad. El viento derriba la vegetación del borde y la parte superior del suelo orgánico. Estos bosques tienen una gran riqueza de bioformas y de especies vegetales, pudiendo coexistir cerca de un centenar de especies en el sitio (Neiff, 2003).

el remodelado de los suelos (Figura 11). Durante las grandes tormentas, el viento produce oleaje de suficiente magnitud y duración para movilizar hojarasca del fondo, de extensos sectores de la costa y también materia más gruesa como pequeños troncos, acumulándolos sobre los suelos turbosos ya existentes. A partir de la deposición de estos materiales en capas orgánicas, se produce una colonización por vegetación palustre que fija los materiales depositados e incrementa la cantidad de materia orgánica que se acumula por producción anual de la vegetación (Figura 12).

Es posible que estos estratos orgánicos depositados por el oleaje tengan poco o nada de polen ya que al ser transportados por el agua, el polen se puede haber desprendido y pasado al fondo de las lagunas. Las muestras provenientes de sitios situados a pocos cientos de metros del borde de las grandes lagunas, no tenían polen en sus suelos.

La vegetación que compone el paisaje de Iberá tiene la edad de los lagos (no hay formas fósiles ni relictuales).

En estos lagos no existe la típica estratificación vertical de las turberas muy antiguas situadas en clima templado. Todo lleva a pensar que los movimientos horizontales de los materiales orgánicos (erosión y depositación) son casi tan importantes como la migración vertical de los materiales más finos hacia la base del suelo turboso.

El viento del SE habría tenido una gran importancia en la acumulación de materiales orgánicos en los suelos situados en el sector O y NO de las lagunas del Iberá, al considerar una serie larga de tiempo.

## 6. Dinámica de la vegetación acuática y anfibia y su influencia de la evolución del Iberá

Luego de interrumpida la relación del Iberá con el curso del río, el sistema pasó a estar controlado por los fenómenos relacionados con el clima local, de tendencia estacional, más predecible que las fluctuaciones del régimen fluvial, adquiriendo



Figura 12. Margen NO de la laguna Luna. Banco de resaca, acumulada por el viento. Comienza a ser colonizado por las plantas helófitas del embalsado marginal. El suelo alcanza una potencia de 2-3 m. Los embalsados están débilmente anclados al fondo, formando el límite perimetral del lago.

Tabla 2. Composición de la flora palinológica de los embalsados (Modificado de Cuadrado y Neiff, 1993)

SITIOS	5				6				7				8			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Espeor del Suelo																
Especies																
BRIOPHYTA																
PTERIDOPHYTA																
<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (SW.) Fée									45							
<i>Anemia</i> sp.																
<i>Blechnum brasiliense</i>																
<i>Dicksonia sellowiana</i> (Pr.) Hook																
<i>Doryopteris</i> sp.																
<i>Gymnogramma</i> sp.					45											
<i>Osmunda</i> sp.					24								18	9	+	+
<i>Polypodium</i> sp.													30	21		
<i>Thelypteris</i> sp.					21											
MAGNOLYOPHYTA																
Liliopsida																
<i>Cyperaceae</i>	84		+		30				105				18	15		
<i>Poaceae</i>	96				90				45				45	36		
Magnoliopsida																
<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.																
<i>Acacia precox</i> Gris.																
<i>Alternanthera</i> sp.	42		+						30				21	24		
<i>Ambrosia</i> sp.									5				9			
<i>Bacharis</i> sp.																
<i>Cecropia pachytachya</i> Trecul.																
<i>Commelina</i> sp.													9			
<i>Croton</i> sp.																
<i>Erythrina crista-galli</i> L.					21											
<i>Hibiscus</i> sp.					24											
<i>Schinus</i> sp.																
<i>Ludwigia</i> sp.	78		+		45				15							
<i>Mimosa</i> sp.													30	45		
<i>Myriophyllum</i> sp.																
<i>Polygonum</i> sp.									15				60	75		
<i>Prosopis algarrobilla</i> Gris.																
<i>Prosopis nigra</i> (Gris.) Hieron																
<i>Rumex</i> sp.													30	15		
<i>Ruprechtia</i> sp.													30	60		
<i>Sapium haematospermum</i> Mull.Arg.																
Tricolporado tipo 1																
Tricolporado tipo 2																
Tipos de polen/espeor	4		3		8	-	-		8				11	9	22	
Número total de tipos de polen p/embalsado					8				8						11	
Número de granos por estrato	300	-	20	-	300	-	-	-	300				300	300	20	15

1 = Laguna Galarza (bosque de embalsado). 2 = Laguna Iberá (bosque de embalsado). 3 = Labuna Iberá (bosque de laurel). 4 = O Lag. Iberá (embalsado de carrizo). 5 = Laguna Iberá (embalsado de *Typha latifolia*). 6 = Laguna Iberá (embalsado mixto de carrizos). 7 = Laguna Trin (juncales de *Cladium jamaicense*). 8 = Laguna Sirena (embalsado de carrizo). Espeor del suelo: A = 0,50 m B = 1 m C = 1,50 m D = 2 m + = presencia

En la Tabla 3 se aprecia una mayor abundancia y constancia de polen correspondientes a ciperáceas y a gramíneas, lo que indica condiciones muy similares a las que actualmente se registran en esteros de formación reciente.

Tabla 3. Perfiles de suelo y composición polínica.

Especies registradas en el sistema Iberá e isla Apipé Grande en los sitios de muestreo (Modificado de Cuadrado y Neiff, 1993)

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Pteridophyta</b>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (SO) Fée	x	x	-	-	-	-	-	-
<i>Blechnum</i> aff. <i>brasiliensis</i> Desv.	x	x	X	-	-	x	-	x
<i>Osmunda regalis</i> L.	x	x	X	-	-	-	-	x
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	-	-	X	-	-	x	x	x
<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) Iwatsuki	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Angiospermae (Monocotyledoneae)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladium jamaicense</i> Crantz	-	-	-	-	-	-	x	-
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	x	x	X	-	-	x	-	-
<i>Cyperus haspan</i> L.	-	-	-	-	-	x	x	x
<i>Cyperus odoratus</i> L.	-	-	-	-	-	x	x	x
<i>Cyperus giganteus</i> Vahl.	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Echinodorus longiscapus</i> Arech.	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Eleocharis</i> cf. <i>contracta</i> Maury	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Eleocharis minima</i> Kunth	-	-	-	-	X	x	-	-
<i>Fuirena robusta</i> Kunth	-	-	-	-	-	x	x	x
<i>Habernaria paucifolia</i> Lindl.	-	-	-	x	-	x	-	-
<i>Panicum grumosum</i> Nees	-	-	-	x	-	-	-	x
<i>Thalia multiflora</i> Horkel	-	-	-	x	X	x	-	-
<i>Zizaniopsis bonariensis</i> (Balansa et Poitr.) Speg.	-	-	-	-	X	x	-	-
<b>Angiospermae (Dicotyledoneae)</b>								
<i>Aeschynomene montevidensis</i> Vog.	-	-	-	x	X	x	-	x
<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	x	-	-	x	X	-	x	x
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	x	x	X	-	-	-	x	x
<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul.	x	x	X	-	-	-	-	-
<i>Cephalanthus glabratus</i> (Spreng.) K. Schum.	-	-	-	-	-	x	x	x
<i>Croton urucurana</i> Baillon	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Eriocaulon magnum</i> Abbiatti	x	x	X	-	-	x	-	-
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	x	x	X	-	-	x	-	-
<i>Hibiscus lambertianus</i> H.B.K.	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Hibiscus sonoriensis</i> L.	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Hyptis lappacea</i> Benth.	-	-	X	x	-	-	-	-
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) Hara	-	-	-	x	-	x	-	x
<i>Ludwigia uruguayensis</i> (Camb.) Hara	-	-	-	-	X	x	x	x
<i>Mikania periplocifolia</i> Hook. et Arnott	-	-	-	x	X	x	-	x
<i>Nectandra microcarpa</i> Meissn.	x	x	X	-	-	-	-	-
<i>Vigna adenantha</i> (G.F. Meyer) Mar. Masch. et Stain.	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Polygonum stelligerum</i> Cham.	-	-	-	x	-	-	x	X
<i>Sapium haematospermum</i> Mull. Arg.	x	x	X	-	-	-	-	-
<i>Rhabdadenia ragonesei</i> Woods.	-	-	-	-	-	-	x	X
<i>Urera aurantiaca</i> Wedd.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Xyris jupicai</i> L.C. Rich.	-	-	-	x	-	x	x	-

1 = Laguna Galarza (bosque de embalsado). 2 = Laguna Iberá (bosque de embalsado). 3 = Laguna Iberá (bosque de laurel). 4 = 0 Lag. Iberá (embalsado de carrizo). 5 = Laguna Iberá (embalsado de *Typha latifolia*). 6 = Laguna Iberá (embalsado mixto de carrizos). 7 = Laguna Trín (juncales de *Cladium jamaicense*). 8 = Laguna Sirena (embalsado de carrizo)  
X = abundante; x = presencia. ∅ = ausencia

En la Tabla 4 se aprecia la presencia de esporas de varias especies de helechos. Algunas de ellas como *Osmunda regalis* fueron encontradas en embalsados poblados por bosques, al igual que *Urera aurantiaca*, otra planta del sotobosque.

El polen de especies arbóreas (laurel, curupí, ceibo), sólo fue encontrado en los sitios donde actualmente crecen estas plantas (sitios 1 a 3 en la Tabla 4), lo que indica un corto radio de dispersión.

mayor importancia el efecto de la vegetación (especialmente la producción de biomasa) como generador de cambios en la dinámica global del paisaje. Las condiciones “abióticas” y los patrones de organización de la vegetación tienen hoy numerosos procesos de *feedback* que ajustan y regulan la dinámica del paisaje. En esta sección se tratan de explicar los cambios temporales de la vegetación y su relación con algunos factores condicionantes.

Como se ha expresado antes, existe un saldo de materia orgánica producida por la vegetación que se acumula en el fondo de los lagos como detritos y en los embalsados o suelos orgánicos que los rodean actualmente ocupando gran extensión. Como consecuencia, los lagos del macrosistema Iberá van perdiendo tamaño respecto de las áreas palustres.

El borde actual de los grandes lagos no corresponde al límite o control geomorfológico del Iberá, formado por suelos minerales, sino a una “pared de suelos orgánicos” formados por actividad de la vegetación.

En las transecciones realizadas, el espesor de la masa turbosa crece desde la “línea de costa actual” hacia el borde del estero. De tal manera, los cuerpos de agua que presentan un espejo libre de vegetación representan actualmente menos del 20% de la superficie total del Iberá, en tanto que el área vegetada por los esteros supera al 70%. Esto indica el activo papel de las plantas acuáticas y palustres en la dinámica general del sistema Iberá y justifica el estudio estructural de la vegetación y de los procesos que condicionan su dinámica.

Como es sabido, la vegetación tiene patrones de fluctuación diferentes en una serie de tiempo. Así como las plantas nacen, crecen, se reproducen y mueren, tienen sus períodos estacionales de crecimiento, floración, fructificación, que son *de tendencia cíclica* y que significan cambios en la oferta de hábitat para muchos organismos del humedal. Estos procesos configuran ritmos cuya regularidad depende, en parte, de la dinámica climática (termofotoperíodo, lluvias) y, en parte, de patrones biológicos (ritmos endógenos de las poblaciones, acciones interespecíficas).

Estos procesos están, a su vez, comprendidos en cambios de largo término, generalmente direccionales, como son los reemplazos de un tipo de vegetación por otro, la acumulación de materia orgánica muerta y modificaciones en la relación de almacenamiento/flujo de sustancias químicas, entre otros. A estos cambios que ocurren en series de 10 a 1.000 años, se los suele llamar *sucesión primaria* (Clements, 1905). En el Iberá corresponderían al proceso de ocupación por la vegetación desde la etapa lacustre, comprendiendo las distintas etapas que conducen finalmente a la ocupación de los lagos por una masa de suelos orgánicos producidos por la vegetación (Figura 13 - Anexo).

Un tercer patrón de modificaciones involucra una serie de

procesos de cambio direccional que ocurren luego de incendios u otras alteraciones del medio de origen antrópico, que dan lugar a lo que se conoce como *sucesión secundaria*.

Han cambiado mucho las ideas Clementsianas sobre la sucesión (Grime, 1979; Colimbaum, 1980; Luken, 1990) y los cambios sucesionales son entendidos como procesos no determinísticos que modifican el estado de base de sucesivas etapas de los ecosistemas. En general, se refieren a cambios de tipo acumulativo, como por ejemplo, la colmatación de los lagos con sedimentos orgánicos provenientes de la vegetación.

Para comprender la función de la vegetación en el macrosistema Iberá y definir en alguna medida su papel preponderante en la evolución natural del mismo, es necesario conocer las distintas etapas que culminan con la colmatación de los ambientes acuáticos, los factores ambientales que determinan las fluctuaciones y las modificaciones que sobre el ambiente determina la vegetación.

El término “etapa” utilizado para referirse a sucesivos estadios evolutivos de la vegetación, será usado aquí sólo operativamente, dado que los cambios que experimenta la vegetación en el tiempo son por lo general graduales y cualquier delimitación de etapas, es puramente convencional. La sucesión involucra un período largo de tiempo. Aquí la escala de tiempo es corta, próxima al milenio.

Los métodos corrientes (estudio de cuadrados permanentes, cuadrados denudados, análisis estratigráfico, etc.) resultan de escasa utilidad en las condiciones de los esteros del Iberá por su acceso dificultoso y escapan a las posibilidades de tiempo en que se desarrolló la presente investigación (período 1976-1980).

Se escogieron los procedimientos de reconocimiento integrado (Christian y Stewart, 1947; FEARO 1973; González Bernaldez, 1981) del mayor número de estaciones posibles, comparando la complejidad y mecanismos que regulan la estabilidad en las distintas condiciones de ambiente, con énfasis en un indicador: la vegetación y los factores que podrían influir en su estabilidad y tasa de cambio.

Los parámetros escogidos fueron: riqueza florística, frecuencia, vitalidad de la vegetación, espesor de los suelos y textura de los materiales, pH, y otras características del agua intersticial retenida.

La distribución de la biomasa vegetal en el perfil vertical fue estimada desagregando las muestras tomadas con un aro de 62 cm de diámetro en cuatro fracciones: verde, seco en pie, marcescente y raíces. El objetivo central de esta estima fue construir las curvas anuales de biomasa para las especies dominantes, e inferir sobre la productividad primaria neta y su comportamiento estacional y en distintas unidades de paisaje. Las observaciones y censos fueron realizados con periodicidad generalmente estacional, si bien limitaciones económicas y, en

algunos casos, de fuerza mayor (como la inaccesibilidad de los caminos) impidieron contar con una secuencia regular de muestreos.

Los parámetros poblacionales comentados, a la vez que otros relativos a las características generales del ambiente (pH, conductividad, oxígeno disuelto, nutrientes, permeabilidad lumínica, profundidad, fluctuación del nivel hidrométrico, condiciones de escorrentía, presencia de factores de disturbio como fuego y otros), fueron registrados en transectas representativas, desde el centro de los lagos atravesando el estero.

## 7. Algunas tendencias en la organización de la vegetación

En la actualidad, la etapa pionera de la colonización vegetal es iniciada por los juncales de *Schoenoplectus californicus* (Figura 14), cuyo límite en la distribución se sitúa en los lagos, por lo común a una profundidad de 1,2 a 1,8 m respecto del nivel de aguas medias y ocupan en las lagunas un anillo concéntrico de 100 a 600 m de ancho en su margen.

Se asientan sobre fondo arenoso al que se van incorporando detritos orgánicos provenientes de la actividad de las plantas y del arrastre y resuspensión de detrito orgánico. Como se expresara, el juncal tiene una importancia decisiva como modificador de las condiciones del ambiente, principalmente por atenuar el efecto del oleaje y acrecentar la evolución del fondo de los cuerpos de agua. La especie tiene una elevada tasa de renovación anual. Alrededor de la mitad de las hojas aparecen muertas durante el invierno o comienzos de primavera, principalmente en relación con la actividad de parásitos. A pesar de las condiciones críticas del medio, los juncales son muy poco variables en su posición, a juzgar por los escasos cambios que se advierten en el área que ocupan en las lagunas. En la medida que se hace más efectiva la atenuación del oleaje por los juncales, se inicia otra etapa caracterizada por la presencia de vegetación sumergida arraigada con poblaciones



Figura 14. Laguna Galarza. Juncal de *S. californicus* que atenúa el oleaje. Los juncales crecen sobre fondo arenoso, hasta una profundidad no mayor de 1,8 m. Forman franjas de hasta 500 m de ancho.

de una o dos especies (generalmente *Cabomba caroliniana* y/o *Egeria najas*), cuya densidad y cobertura crecen hacia los sitios más resguardados, próximos a la línea de costa, donde también la densidad del juncal es mayor. Esta etapa, en lagunas como la Fernández, Trin y Medina, tiene lugar sin haber pasado por la etapa comentada antes. Ello se justifica en razón que en estos ambientes la exposición al viento es menor y por tal causa la vegetación sumergida se extiende hasta la proximidad del centro de las lagunas (Figura 15 - Anexo). La tercera etapa se definiría por la colonización de plantas sumergidas libres (*Utricularia* spp.), que contribuyen a consolidar la pradera sumergida que se desarrolla entre el juncal. En esta etapa la vegetación sumergida genera un microclima al modificar algunos parámetros físicos y químicos de las aguas, lo que favorece al asentamiento de una rica y variada micro y mesofauna (Poi de Neiff, 2003a). En este ambiente de microclima más favorable, se incrementa el número de especies, pudiendo llegar a doce diferentes plantas acuáticas sumergidas en la laguna Trin. Estas poblaciones tienden a la distribución en mosaicos uniespecíficos que se acomodan en relación a variables locales, tales como exposición al viento, insolación y al desigual espesor del horizonte orgánico que recubre el fondo. Sólo *Cabomba caroliniana*, *Egeria najas* y *Utricularia foliosa* comparten el territorio con otras especies. Por este motivo y por su mayor plasticidad ambiental, estas plantas tienen elevados valores de frecuencia y, a menudo, se comportan como dominantes o codominantes del grupo ecológico. La presencia de algunas hojas de *Nymphoides* indica señala el comienzo de una nueva etapa de la sucesión. La presencia de plantas arraigadas de hojas flotantes (*Nymphaea amazonica*, *Ottelia brasiliensis*, etc.), se halla asociada a la evolución del fondo de las lagunas, con un horizonte superficial más rico en materiales finos y también a la reducción de la circulación del agua y del efecto del oleaje (Figura 16).



Figura 16. Formación de juncal con pradera incipiente de *Nymphaea amazonica*. En esta condición la circulación horizontal del agua es menor, acrecentándose el flujo de nutrientes agua / sedimentos. Numerosas especies de peces viven en forma permanente o temporaria en este hábitat, que les proporciona refugio y un amplio espectro de alimentos (Poi de Neiff, 2003b)

La culminación de esta etapa corresponde a la ocupación total de la superficie por las láminas de estas plantas, circunstancia que determina una severa interferencia en la penetración de la luz y el reemplazo gradual de la vegetación sumergida.

En este proceso pueden apreciarse algunas tendencias cíclicas en los sitios en que compiten ambas bioformas. La más manifiesta consiste en el incremento de la importancia de la vegetación sumergida durante fines de invierno y comienzos de primavera, en favor de la caída estacional que en esta época registran las poblaciones de *Nymphoides indica* y otras plantas similares (Figura 17 - Anexo).

Puede darse la colonización por plantas euritípicas<sup>9</sup> como *Ludwigia peploides*, *Panicum grumosum* y *Zizaniopsis bonariensis*, que forman poblaciones equivalentes por su función. La presencia de *Ludwigia* se asocia generalmente a los sitios con flujo moderado de corriente, como ocurre en la desembocadura del canal Miriñay y otros.

En ambas fases, la permanencia de plantas cuyo cuerpo flota parcialmente en superficie, constituye el soporte adecuado para bioformas estoloníferas especializadas en colonizar sobre otros sustratos vegetales. Las más frecuentes son *Oxycarium cubensis* var. *paraguayensis*, *Oxycarium cubensis* var. *gracilis* e *Hydrocotyle ranunculoides*. Estas plantas colonizan sobre un variado espectro de bioformas vegetales (Figura 18), incluyendo los ápices de las plantas sumergidas que afloran en superficie en la época de floración (primavera-verano) y que coincide con la época de mayor crecimiento de la invasora.

*Oxycarium cubensis* var. *paraguayensis* forma consorcios muy especializados con las plantas que actúan como soporte, que han sido estudiadas por Tur (1965) quien catalogó a esta unión como una relación de *epifitismo*, es decir, una unión con beneficio unilateral para *Oxycarium*, sin detrimento de las condiciones de vida del soporte.

Otra especie con nicho equivalente a *Oxycarium cubensis* en el sistema Iberá es *Hydrocotyle ranunculoides*, que coloniza sobre vegetación flotante. El status del consorcio constituido por las poblaciones de esta especie con las de vegetación flotante ha sido asignado a "hemiepifitismo" (Lallana, 1978) en relación a que la planta germina sobre hidrófitos flotantes y luego sumerge sus raíces en el agua. La condición de hemiepífito al igual que la de epífito no debe resultar en relaciones de antagonismo o de parasitismo y esto no ocurre en razón que el huésped termina por ahogar completamente al soporte que deja de ser el patrón del consorcio.

En esta etapa de la sucesión primaria el asentamiento de *Oxycarium cubensis* puede realizarse también sobre *Hydrocotyle ranunculoides* desplazándola en la competencia.

En esta etapa sucesional, las raíces y rizomas de las plantas forman un denso entretejido en el que quedan retenidas plantas muertas en el proceso de competencia, detritos vegetales originarios de la renovación de las plantas de *Oxycarium cubensis*, a la vez que restos orgánicos suspendidos en el agua. Como resultado se origina un "suelo" flotante muy laxo, integrado por materiales fibricos que sustenta a un número creciente de especies vegetales. En estas condiciones tiene lugar la formación de los denominados "embalsados", mediante el incremento gradual del espesor del suelo flotante.

Por lo común, el proceso de colonización de *Oxycarium cubensis* tiene lugar sobre el margen de las lagunas y, en tal caso, determina el crecimiento del estero sobre los espejos de agua. Se advierte que la densidad y altura de las plantas de *Oxycarium* se incrementan gradualmente al acercarse al borde, a la vez que las flotantes pierden vitalidad.

En el Iberá, durante el período de aguas bajas, el flujo de la corriente tiene menor velocidad y permite el crecimiento masivo de la vegetación sumergida que funciona como soporte. Cabe destacar que el período de aguas bajas ocurre por lo común hasta mediados de primavera, época en que *Oxycarium* tiene crecimiento exponencial y, por lo tanto, la ocupación de la superficie es muy rápida, pudiendo restar un área mayor del 10% del ancho del canal.

La colonización de las plantas está condicionada por tres procesos limitantes para el crecimiento del embalsado: la velocidad erosiva de la corriente, la acción desarticulante directa e indirecta del viento y la falta de un soporte adecuado (suelo) para sustentar plantas de porte. Estos factores actúan frenando o retardando el crecimiento de los embalsados.

La acción de "barrera" que deriva de la presencia de las poblaciones de *Oxycarium cubensis* en los canales de flujo permanente, permite el crecimiento rápido y extensivo de poblacio-



Figura 18. Formación de un embalsado. *Oxycarium cubensis* colonizando sobre vegetación sumergida. Estas plantas atrapan en la superficie del agua a las de *Egerianaias* (foto), iniciándose un rápido proceso de sustitución de formas sumergidas por plantas palustres. Las plantas sumergidas pasan a formar la necromasa y la producción orgánica ocurre entonces, en el ambiente aéreo, donde la captación de la luz es más eficiente.

<sup>9</sup> Euritipia es la condición de plantas que tienen nichos amplios, es decir, gran plasticidad ecológica. Se las llama también anfiterolantes.

nes de *Eichhornia azurea*, *Ludwigia peploides*, *Paspalum repens* y otras plantas que coadyuvan a la acción de *Oxycarium* y consolidan el sustrato flotante, que luego será colonizado por aquella planta.

Si este embalsado incipiente no es destruido por el viento, la actividad de *Oxycarium* determina el incremento del espesor del suelo orgánico suspendido y permite el asentamiento de otras especies (*Fuirena robusta*, *F. incompleta* y *Cyperus megapotamicus*), cuya densidad y cobertura crece en función de la consolidación del embalsado.

Dado que se trata de plantas de mayor porte, mejor adaptadas a vivir en sustrato ácido y no requieren obligadamente que sus raíces estén sumergidas en agua, se hallan en mejores condiciones competitivas que *Oxycarium cubensis*, la cual termina siendo desplazada, quedando retenida en la superficie del embalsado una importante cantidad de biomasa que en este momento puede ser del orden de las tres toneladas por hectárea, o más. La etapa dominada por *Fuirena robusta* produce una mayor consolidación del suelo flotante, a la vez que genera un microclima particular en estos embalsados.

Como respuesta al sombreado que realizan las plantas sobre el piso, se genera un estrato -aún más laxo- de plantas umbrófilas como *Thelypteris cf. gongiloides*, *Begonia cucullata* y otras. Cuando el espesor del suelo flotante alcanza a los 60-90 cm., se produce la colonización de plantas de mayor porte, generalmente *Typha latifolia* (Figura 19), cuyas plantas llegan a formar una canopia continua que se eleva unos 2-3 m sobre el piso flotante.

Los rizomas de esta planta, al igual que los de otras que se asientan luego en el embalsado (*Thalia multiflora*, *Cladium jamaicense*), se caracterizan por su robustez, por poseer un importante número de ramificaciones laterales y abundantes raíces y tejidos aerenquimáticos, lo que determina la consolidación definitiva del embalsado. Estos rizomas y raíces cumplirían una función análoga al emparrillado de hierro que llevan las estructuras de hormigón de un edificio.

Las raíces y rizomas de estas poblaciones alcanzan su mayor densidad y biomasa a unos 20 cm. por debajo de la superficie del agua, si bien las raíces exploran una profundidad a veces mayor de 50 cm. en el suelo orgánico. Al parecer, esta estratificación en profundidad se relaciona principalmente con la necesidad de salvar las fluctuaciones del nivel hídrico de los esteros, que puede descender estacionalmente hasta 50 cm. En esta etapa las condiciones del ambiente son más favorables para las plantas, dado que no están expuestas al efecto del viento y la desecación; la temperatura del aire y del agua guarda menor variabilidad durante el día y el suelo permite un asentamiento permanente. Ello lleva a un aumento importante en la riqueza específica y en la variedad de bioformas que conviven en el embalsado.

El crecimiento del espesor del suelo continúa hasta que termina por quedar anclado al fondo inorgánico de la cubeta de las lagunas (generalmente este punto se halla entre 30-500 m de la "línea de costa" del espejo de agua). Cuando esto ocurre, aumenta significativamente la capacidad de soporte del suelo orgánico y determina la colonización de algunos arbustos como *Cephalanthus glabratus*, *Aeschynomene montevidense* y *Sesbania punicea*, que le confieren mayor complejidad al grupo ecológico.

En la actualidad, la etapa más avanzada es el bosque de embalsado. La estabilidad mecánica del embalsado en estos puntos es muy grande, tanto, que permite establecer campamentos temporarios a los cazadores y constituyen apeaderos para los lugareños que transitan en canoa entre lagunas. En las fotografías aéreas la identidad de estos bosques puede llegar a confundirse con la de aquellos asentados en isletas arenosas aisladas, de forma irregular, en el centro de los esteros de las lagunas Luna, Fernández y Trin. Sin embargo están sustentados por suelos diferentes. En estos núcleos el suelo es mineral, arenoso a areno-limoso.

Algunos elementos florísticos de estas isletas indican las diferencias edáficas: la presencia de tacuaras (*Bambusa* sp.) y un estrato bajo de cardo (*Bromelia* sp.) en el perímetro del bosque.



Figura 19. Embalsado de *Typha latifolia*, durante el verano (enero) en la margen oriental de laguna Naranjito, asentado en un histosol de 1,8 m de potencia. Al fondo se aprecia un bosque de embalsados, donde el embalsado alcanza a 3 m de profundidad, anclado sobre el fondo mineral de la laguna. La riqueza de especies de plantas en esta etapa se relaciona con la frecuencia magnitud de los eventos de fuego. La canopia llega a formar un estrato superior de 2,5 m, manteniendo una biomasa próxima a las dos toneladas por hectárea.

Estas isletas pueden evolucionar quedando cubiertas por suelo orgánico, como se ve en algunos sectores donde la elevación del pelo de agua de los esteros ha favorecido el crecimiento del embalsado que recubre a estos núcleos arenosos.

A diferencia de aquéllos, los bosques de embalsado generalmente se encuentran formando una orla perimetral a los espejos de agua, más o menos continua, cuyo ancho puede llegar a los 200 m. Se advierte fácilmente la presencia de 3 ó 4 estratos: inferior; cespitoso, compuesto por plantas altamente hidrófilas como *Macaya sellowiana*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Heleocharis* spp., pudiendo existir incluso plantas flotantes en pequeños charcos (*Spirodella intermedia*); un segundo estrato de 40-70 cm de altura, compuesto por helechos (*Osmunda regalis*, *Blechnum brasiliense*, *Thelypteris*, etc.); el tercer estrato generalmente es ocupado por *Leandra cf. australis* que suele ser dominante absoluta, pudiendo integrar el mismo los renovales de plantas arbóreas; el cuarto estrato se encuentra integrado por árboles cuyo porte llega a los 4-7 m, con troncos de hasta 20-30 cm de grosor, separados por 4-8 m, en forma más o menos uniforme. Las poblaciones de mayor frecuencia son *Sapium haematospermum* y *Ocotea acutifolia*, aunque puede encontrarse *Nectandra membranacea*, *Cecropia pachystachya* y *Erythrina crista-galli*.

Todos estos árboles constituyen un grupo ecológico que posee adaptaciones morfoanatómicas y funcionales características. Sus sistemas radiculares se distribuyen en los primeros 30-50 cm en forma de plato, lo que les permite aumentar la precaria sustentación que les brindan estos suelos orgánicos. El alto que alcanzan los árboles es, en este caso, indicador de las condiciones de soporte, ya que las mismas especies pueden superar los 7-8 m cuando crecen en bancos de arena.

Sin duda la absorción del oxígeno en suelos anegados configura un fuerte condicionante para la vegetación que, en estas plantas, se resuelve a través de la translocación del mismo desde las partes emergentes hacia los sistemas radiculares (Neff *et al.*, 1985).

El desarrollo de la flora arbórea de estos bosques es de corta edad. Estudios dendrocronológicos realizados sobre muestras obtenidas en las lagunas Iberá y Galarza, dan cuenta que la edad de los árboles actuales es inferior a los 50 años.

El fuego suele originarse cuando la descomposición anaeróbica de la vegetación determina la presencia de abundante cantidad de metano en los esteros, cuya circulación es mínima por las características de la vegetación. La presencia de este gas altamente combustible y la de abundante material seco en el "piso" del estero en los períodos de estiaje, posibilitan que el mismo se inflame con facilidad durante las tormentas eléctricas.

Los "mariscadores" (cazadores) hacen uso del fuego a fines de invierno y comienzos de primavera, para "limpiar" los esteros y poder circular en busca de sus presas (lobitos, guazunchos,

carpinchos, etc.). Cuando el fuego encuentra el horizonte superficial seco puede quemarse no sólo la vegetación del embalsado, sino también los primeros centímetros del suelo determinando un "rejuvenecimiento" en el proceso de formación del embalsado.

La presencia de algunas plantas adaptadas a los incendios periódicos (*Cladium jamaicense*, *Typha* spp., *Cyperus giganteus*, *Thalia multiflora*, *Zizaniopsis bonariensis*, entre otras), permite recuperar el equilibrio a la vegetación del embalsado. Estas plantas, por tener sus rizomas y raíces sumergidos a más de 20 cm de profundidad, han sido favorecidas por la selección natural y sólo son afectadas las partes emergentes de su cuerpo vegetativo.

Los rizomas tienen alta capacidad gemífera y el desarrollo de las yemas en profundidad es un hecho casi inmediato a los incendios. De tal manera, en menos de un mes (en períodos de primavera) ya se encuentran las primeras hojas en superficie y el desarrollo total de las plantas suele completarse dentro del ciclo anual o en dos años. Estas plantas se ven favorecidas por los incendios, ya que el fuego elimina a otras que actúan como competidoras y también a las partes marcescentes de las especies pirófilas, determinando un efecto similar al de una poda. Al cabo de dos años no se encuentran señales del fuego en el embalsado, excepto por la composición florística muy simplificada, existiendo una neta dominancia de los geófitos con órganos de renuevo hundidos en el suelo.

El fuego es también el responsable del avance progresivo de *Cladium jamaicense* en algunos sitios del Iberá. Su acción invasora se vería favorecida por un rebrote más rápido que el de otras plantas pirófilas y por su mayor agresividad en algunos lugares sometidos a fuegos recurrentes.

La evolución del embalsado en la sucesión secundaria puede ser diferente cuando, luego de un incendio, se produce el anegamiento inmediato del terreno por las lluvias. En tal caso las plantas pirófilas mencionadas (*Cladium*, *Typha*, etc.) sufren considerables bajas poblacionales en razón que el embalsado queda tapado por una capa continua de agua y la rizósfera muere por asfixia al carecer las plantas de tejidos verdes emergentes, que les permitan captar el oxígeno atmosférico y translocarlo a las raíces. En estas condiciones se desarrolla un "gramillar" hidrófilo de embalsado con poblaciones de *Leersia hexandra*, *Luziola peruviana*, *Pontederia lanceolata* y otras, que alcanzan cobertura continua en poco tiempo constituyendo la primera etapa de la serie secundaria.

Al descender el nivel hídrico tiene lugar el rebrote de los geófitos y la muerte del "gramillar" con lo que tiende a recuperarse la dominancia de *Typha* o de bioformas semejantes.

El primer indicio de las áreas encharcadas del estero es la transformación del pastizal de *Andropogon lateralis*, *Sorghastrum agrostoides*, *Heimia salicifolia* y especies relaciona-

das, en un pastizal o “gramillar” hidrófilo dominado por poblaciones que sólo se desarrollan en lugares donde el agua permanece cubriendo el suelo durante un período más prolongado del año. Con el transcurso del tiempo y a medida que progresa el proceso de colmatación del sistema, se produce el aumento gradual en el nivel del agua del Iberá, con consecuencia de encharcamiento más manifiesto en los sectores marginales.

Este aumento de nivel general del sistema, se debe a dos complejos de factores interactuantes: la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua y la resistencia mecánica al escurrimiento del agua (rugosidad) como consecuencia del desarrollo de la vegetación de las áreas de estero.

Con el incremento del tiempo de permanencia del agua en las áreas marginales y mediante reemplazos sucesivos, la vegetación acuática se convierte en dominante en estos sitios. El gramillar hidrófilo de bañado da lugar a la vegetación flotante (*Salvinia* spp., *Limnobium*, etc.) que configura un grupo ecológico diferente en el cual las condiciones de anaerobiosis aparecen con mayor claridad y el proceso de descomposición de la materia orgánica se torna más lento.

En una “etapa” posterior *Oxycarium cubensis* var. *paraguayensis* coloniza sobre la vegetación flotante, acordándole mayor complejidad a la carpeta de vegetación flotante y acrecentando el proceso de acumulación de materia orgánica.

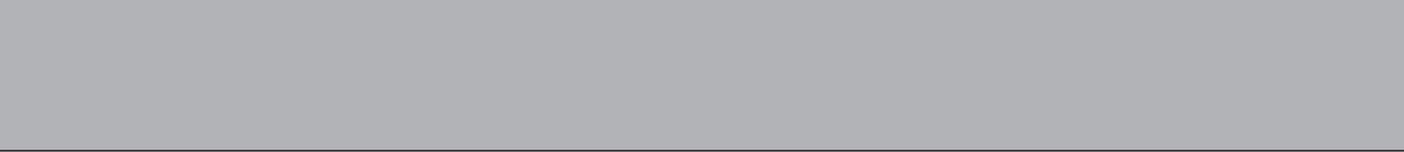
Con el aumento del tiempo de permanencia del agua en el suelo, coloniza *Schoenoplectus californicus* acompañada de una docena de especies que gradualmente reducen su frecuencia al aumentar la densidad del juncal. Al igual que en los juncales que colonizan las áreas limnéticas, *S. californicus* presenta una elevada tasa de renovación a consecuencia del comportamiento estacional de sus poblaciones, lo que conduce a la gradual acumulación de materia orgánica sobre el fondo.

Cuando la actividad del juncal ha desarrollado un horizonte orgánico con espesor de 30-50 cm, ocurre la colonización masiva de *Fuirena robusta* y especies afines que desplazan progresivamente al juncal. Merecería investigarse la respuesta de *S. californicus* a un suelo gradualmente más ácido. Otra causa del proceso de reemplazo es la pérdida de vitalidad observada en los juncales más antiguos. La misma parece relacionarse con la actividad de fitófagos muy especializados que constituyen consorcios de gran afinidad por esta planta.

La consolidación del “zainal” (grupo ecológico con dominancia de *Fuirena robusta*) tiene lugar cuando el agua permanece saturando el suelo durante todo el año. En estas condiciones de anegamiento, encuentran un medio favorable otras especies tales como *Cyperus giganteus*, *Zizaniopsis bonariensis* y *Typha angustifolia*, con lo que se manifiesta el proceso de competencia motivado por la adaptación al sitio. Las especies nombradas tienen mejores posibilidades de subsistencia y ter-

minan por desplazar a *Fuirena robusta*. En efecto, el mayor porte de sus partes emergentes, el desarrollo de rizomas sumergidos a mayor profundidad, la ubicación de las yemas de renuevo y otras características de estas plantas, las definen como mejor adaptadas para la supervivencia en un sistema sujeto a fluctuaciones hidrométricas y a las frecuentes pulsaciones del fuego.

La dominancia de *Cyperus giganteus*, *Typha angustifolia*, *Zizaniopsis bonariensis* o *Thalia multiflora*, constituyen variantes de la misma etapa sucesional. La más frecuente es la dominancia de la primera, que está mejor adaptada a la variabilidad del medio.



# CAPÍTULO III: LA VEGETACIÓN Y EL AGUA EN IBERÁ

EXPLICACIÓN DE LO QUE OCURRE CON LA ECONOMÍA DEL AGUA LUEGO QUE EL HUMEDAL ES COLONIZADO POR LA VEGETACIÓN Y LOS EFECTOS SOBRE LA DINÁMICA DEL SISTEMA

## 1. Influencia de la vegetación de los esteros en la economía del agua del sistema

### 1.1. La vegetación acuática y palustre como factor de cambio

Desde que el Iberá quedó aislado del escurrimiento superficial del río Paraná, pasó por una fase lacustre con mayor cantidad y extensión de lagos que en la actualidad. Estos lagos estaban conectados por una red de escurrimiento dejada por el Paraná. Posteriormente, los lagos fueron colonizados por vegetación, formándose los actuales “esteros”, que ocupan más del 70% de la superficie total y que tienen suelos orgánicos densamente vegetados con plantas palustres. Este proceso, que se ha acelerado en tiempos recientes (Vasallo, 1976) puede denominarse genéricamente “proceso de esterización”.

¿Qué consecuencias en el balance hídrico y en el escurrimiento han tenido estos cambios? Este capítulo aporta elementos para interpretar la influencia de la vegetación acuática y palustre en el paisaje.

Desde la formación de los grandes lagos de Iberá, se ha producido la colonización progresiva de vegetación que, a su vez, dio origen a una enorme masa de sedimentos orgánicos que forman los suelos de los esteros, que ocupan hoy más del 65% del macrosistema Iberá (Figura 20).

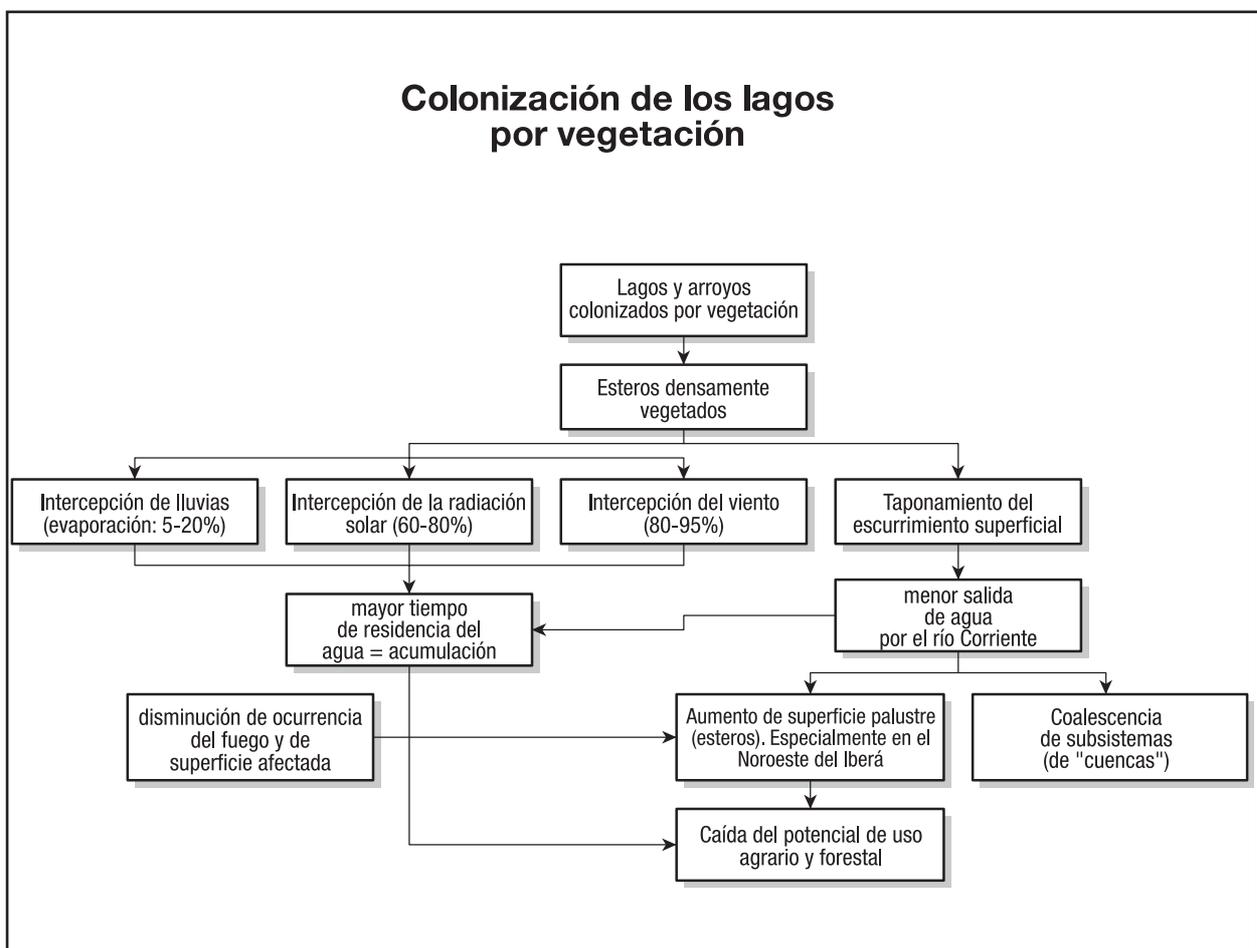


Figura 20. Resumen de las transformaciones ocurridas en la economía del agua del Iberá, a partir que los lagos y cursos de agua son colonizados por la vegetación de los esteros.

La superficie de aquellos espejos de agua ahora se encuentra ocupada por un manto de vegetación cuyo espesor puede ser de 0,80 a 5 m de alto, lo que disipa la acción del viento y amortigua el calentamiento directo de la película del agua. Estos materiales producen varios efectos en la organización biótica y en las características químicas de las aguas.

Entre los efectos más notorios puede citarse:

- pérdida gradual de la eficiencia del escurrimiento libre del agua superficial, por aumento de la *rugosidad* del terreno;
- mayor tiempo de permanencia de agua de lluvias en el sistema;
- aumento del almacenamiento de sustancias (materia orgánica, nutrientes) en la cubeta y gradual decrecimiento de la exportación de nutrientes, sedimentos orgánicos e inorgánicos;
- colmatación progresiva de los lagos con sedimentos orgánicos y disminución de la capacidad de almacenamiento de agua;
- modificaciones en el microclima local y en la economía del agua.

El Iberá es una extensa área de contacto entre áreas climáticas heterogéneas. Si se comparan los registros anuales de lluvias en Posadas (Misiones) con los de Mercedes (Corrientes) en los últimos 25 años, se encuentra que en Posadas hubo un crecimiento de 200 mm en las isoyetas anuales, en tanto que en Mercedes, de sólo 25 mm para el mismo período (EVARSA, 2002).

Los datos hidrológicos son insuficientes. Sólo se dispone de registros hidrométricos diarios, continuados, en la laguna Iberá (Carlos Pellegrini), desde 1968. Este registro permite conocer sintéticamente la variabilidad del almacenamiento de agua en el sistema e inferir sobre la periodicidad climática estacional e interanual. A pesar de esto, no se conoce si estos datos expresan la fluctuación del agua en todo el Iberá y en qué medida el flujo subterráneo del agua contribuye en el régimen de pulsos que refleja la curva hidrométrica interanual. Poco se ha cuantificado en forma directa debido a limitaciones instrumentales, operativas y a la complejidad del sistema. No hay registros meteorológicos históricos tomados dentro del sistema palustre. Recientemente, la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) ha puesto en funcionamiento una red hidrometeorológica en la periferia del Iberá. El balance hídrico ha sido realizado utilizando datos tomados en estaciones perimetrales alejadas entre 100 y 300 km del Iberá (Ferrati *et al.*, 2003; EVARSA, 2002).

Los parámetros principales del balance hídrico (temperatura, lluvia, evapotranspiración e infiltración) no pueden ser valorados, entonces, con ajuste a las condiciones locales, por lo cual el balance hídrico no representa necesariamente lo que ocurre dentro del humedal.

En las ecuaciones que representan el balance hídrico de un área determinada, la evapotranspiración es un término relativamente fijo, proporcional a la cantidad de energía recibida y, por lo tanto, proporcional a la temperatura del aire.

Esta relación no simplifica el problema, debido a que la temperatura del aire y del agua, la cantidad de radiación que llega al agua y la circulación del viento se modifican mucho en tanto se trate de un espejo de agua libre (lagos), o de superficies embebidas en agua pero completamente cubiertas por vegetación acuática, palustre, arbustiva o bosques, como son los distintos esteros que rodean a los lagos y que ocupan la mayor parte del sistema.

Si bien sería difícil corregir el valor de la evapotranspiración potencial aplicando un coeficiente específico para cada una de las áreas vegetadas debido a la multiplicidad de estructuras de vegetación, es incorrecto realizar el balance hídrico sin efectuar alguna corrección para los sitios más conspicuos de los esteros. En este capítulo sólo se explican los cambios que se producen en la temperatura, radiación y, especialmente, en la evapotranspiración, cuando los cuerpos de agua son ocupados por la vegetación de los esteros.

## 2. Dinámica del agua superficial en distintos tipos de vegetación del Iberá

Los antecedentes relativos a la economía del agua en los ecosistemas acuáticos vegetados y a la influencia de los hidrófitos en la evaporación son contradictorios y no permiten explicar las consecuencias de la colonización de los grandes lagos en los últimos 3.000 años.

Si el volumen de la evapotranspiración en el estero resultase mayor al de los espejos de agua libre de vegetación, el caudal de salida hacia el río Corriente (colector del sistema), sería gradualmente menor, originándose simultáneamente períodos más prolongados de suelo emergente, lo que llevaría al retroceso de las áreas acuáticas y palustres.

Si la evapotranspiración en el estero fuera menor que la evaporación en los cuerpos de agua existiría un excedente que no podría ocupar totalmente la cubeta del Iberá, por encontrarse ésta colmada de suelos turbosos generados por la actividad de las plantas del embalsado. Tal pérdida de la capacidad de almacenamiento del macrosistema no podría ser completamente evacuada por el escurrimiento a través del río Corriente, porque a los bajos valores de la pendiente general del sistema se adicionaría un retardo sensible en el escurrimiento causado por la alta densidad de la vegetación en el estero. Esta resistencia al escurrimiento no tendría lugar en un punto (a manera de "tapón"), sino que estaría distribuida en toda la superficie vegetada.

La tercera hipótesis postula que los valores de evapotranspira-

ción (aguas densamente vegetadas) y los de evaporación (agua no vegetada) en estos ambientes están próximos al equilibrio, con lo cual el área de lagunas y esteros podría mantenerse en relación aproximadamente constante.

Penfound y Earle (1948); Little (1967); Timmer y Weldon (1967); Mitchell (1969) y otros investigadores, dan cuenta de valores uno a cuatro veces más altos de evapotranspiración por las superficies vegetadas con plantas flotantes respecto de las aguas no vegetadas. Sin embargo, no hay acuerdo para la relación entre superficies vegetadas con plantas anfibias (*Typha*, *Cyperus*, *Phragmites*, etc.) y las aguas no vegetadas. Algunos investigadores (Guscio *et al.*, 1965; Haslam, 1970) concuerdan en que este tipo de vegetación posee mayor capacidad evaporante que las de aguas libres. Contrariamente, otras investigaciones (Rudescu *et al.*, 1965; Rijks, 1969; Linacre *et al.*, 1970; Burian, 1971) dan cuenta de valores de hasta 50% más bajos de transferencia de agua a la atmósfera por este tipo de vegetación (Linacre *et al.*, *op. cit.*; Rijks, *op. cit.*; Smid, 1975) que, a su vez, tendrían importantes diferencias estacionales en función del estado fisiológico de las poblaciones vegetales (Smid, *op. cit.*).

Existen numerosas dificultades para medir la evapotranspiración en áreas anegables. Esta situación ha llevado a desarrollar variados procedimientos de medición directa (tales como los lisímetros), incluyendo aquellos de corte fisiológico relacionados con la pérdida de peso de las plantas.

Se han utilizado, también, métodos de medición indirecta que consisten en deducir la evapotranspiración a través de medición de temperatura, radiación, viento y humedad relativa a través de distintas fórmulas de cálculo que han sido revisadas en el clásico trabajo de Penman (1963).

Burian (*op. cit.*) encontró una correlación estrecha entre la evapotranspiración, la temperatura y la humedad, habiendo desarrollado un ábaco para el cálculo indirecto.

Smid (*op. cit.*) realizó un estudio amplio del microclima de áreas palustres encontrando importantes diferencias de temperatura y humedad relativa en perfiles verticales tomados dentro de la vegetación.

### 3. Procedimiento y equipo utilizado

Antes de pasar de lleno al análisis, es preciso comentar brevemente cómo fueron realizadas las mediciones en los esteros del Iberá, para que el lector conozca los alcances y limitaciones del trabajo.

Con el avance de la tecnología, hoy se dispone de sondas neutrónicas, micro computadoras para registro continuo de variables en campo y otros medios de alta precisión que simplifican la tarea de medición en los estudios de microclima. Los resultados que se presentarán seguidamente fueron toma-

dos a fines de la década del setenta, cuando estos medios no estaban disponibles.

Puede pensarse que la información obtenida entonces es menos válida que la que hoy se toma con medios modernos. Pero, en realidad, la gran ventaja está hoy en la simplificación del trabajo y en la posibilidad de tomar muchas mediciones, en gran cantidad de puntos y por un mismo operador que recoge los datos de equipos automáticos, antes que en la calidad de la información.

Para comparar la evapotranspiración en áreas vegetadas y en espejos de agua libre se realizaron muestreos aperiódicos en distintos puntos del macrosistema Iberá y en esteros de la cuenca del río Santa Lucía, teniendo en cuenta que se encuentran en la Región del Iberá, tienen fácil acceso y presentan formaciones vegetales y condiciones ambientales homólogas. En cada muestreo se realizaron uno o más ciclos diarios, siguiendo comparativamente los cambios de temperatura, humedad relativa, viento, radiación, evaporación y evapotranspiración.

En cada operación de campo se consideró una estación ubicada en aguas libres de vegetación (tomada como representativa de la fase lacustre) y varias estaciones en distintos tipos de vegetación; en éstas últimas se realizaron mediciones idénticas en sitios próximos entre sí, dentro de los esteros, en un radio de 1 km.

La temperatura del aire en "agua libre" fue medida a 50 y a 100 cm de la lámina de agua, en tanto que en los esteros fue registrada en perfiles verticales cada 50 cm, hasta 2 m de altura, utilizando teletermómetros con 6 canales de lectura.

La radiación solar total fue registrada con piranógrafo sobre el piso del embalsado y en áreas no vegetadas. La radiación espectral se midió con un espectrorradiómetro unido a un registrador gráfico programable, que posibilitó obtener un registro de invierno y otro de verano, durante un ciclo solar. La humedad relativa fue medida a 1 m sobre la lámina del agua en ambas estaciones, utilizando un psicrómetro ventilado. Para el registro de vientos, se instalaron anemómetros totalizadores, obteniéndose valores cada dos horas. La estima de evaporación y de transpiración se realizó de dos formas: mediante tanques de 65 cm de diámetro dotados de escala de lectura y por uso de atmómetros.

Los tanques fueron sumergidos sobresaliendo sólo 5 cm del nivel del agua (o del suelo del embalsado) y luego de nivelarlos se fijaron mediante estacas robustas. En aquellos colocados en las formaciones vegetales, se introdujo en el tanque una superficie vegetal equivalente a su diámetro; este círculo comprendía la vegetación incluida en el mismo y el suelo orgánico subyacente, hasta una profundidad de 50 cm (por ser el nivel hasta el que llegan las raíces) procurando no alterar la muestra al introducirla en el tanque.

Otro dato indicador de la evaporación se obtuvo mediante el uso de atmómetros a 50 y 100 cm de altura, colocados en las estaciones vegetadas y en agua libre. El uso de este instrumento como reflejo de la transpiración de las plantas ha sido largamente discutido y resulta de poca utilidad para el uso meteorológico convencional. Su utilidad en los estudios microclimáticos es mayor por la facilidad operativa y porque se trabaja en períodos cortos de medición.

Los valores obtenidos, si bien pueden ser referidos a la superficie evaporante del atmómetro, no son correlacionables con la superficie foliar de las plantas, debido a que las hojas siempre tienen distinta densidad y tamaño de poros. También porque las plantas pueden regular la salida del agua con el cierre de los estomas.

A pesar de estas limitaciones, los atmómetros permiten comparar el gasto de agua de una superficie evaporante que se encuentra en la superficie de un lago y otra que se encuentra colocada en medio de una formación vegetal.

Se ensayaron distintos atmómetros. Se compararon el de Piche, el de disco poroso (De Fina y Ravelo, 1973) y una variante del atmómetro de Livingstone, el "atmómetro de vela" de diseño y construcción propios. Consta de un tubo de porcelana porosa (bujía de Chamberlain) de 6,5 cm de perímetro y 20,5 cm de largo, que tiene un caño de 3 mm de luz interna en el extremo. El circuito (depósito, tubo capilar y bujía) se llenaba con agua y se lo conectaba a un tubo capilar, cuyo extremo inferior se introducía en una botella graduada (*depósito*). Horas antes de comenzar las mediciones el circuito se llenaba con agua y con 10 ppm de sulfato de cobre (alguicida).

Si el ambiente se encuentra saturado de humedad (lo cual suele ocurrir en la madrugada) no hay gasto de agua del depósito. Sin embargo, durante el día, el calentamiento solar y el viento determinan una deficiencia de tensión de vapor y el agua se evapora de la superficie de la bujía, que arrastra por capilaridad el agua del depósito, la que asciende hasta la superficie transpirante de aquella.

El gasto de agua del depósito es proporcional a la deficiencia de tensión de vapor en el sitio donde fue colocado el atmómetro. A mayor deficiencia de humedad en la atmósfera circundante, mayor consumo en el depósito del atmómetro.

Se decidió la utilización del "atmómetro de vela" en función de la mayor repetitividad de los resultados y su bajo costo de construcción y mantenimiento.

Los datos obtenidos de esta manera, entre dos o más atmómetros, pueden ser expresados en valores absolutos o, más frecuentemente, en magnitudes relativas a la de la superficie del espejo de agua de un lago en el mismo momento (que es tomado como 100%).

De la misma manera, los datos obtenidos para la evapotranspiración mediante los tanques -que se muestran en las Figuras

21 a 27- también son expresados como valores relativos, respecto de la situación testigo del tanque colocado en el área limnética del lago. Los valores absolutos pueden ser cuestionables, por no haber sido producidos con equipamiento homologado por el Servicio Meteorológico Nacional, aunque son válidos como valores comparativos de situaciones ambientales diferentes.

Estos datos son útiles para establecer qué tipo de humedad transfiere mayor cantidad de agua a la atmósfera y cuál es la magnitud de esta diferencia. En la instalación de las estaciones de medición se procuró evitar, en lo posible, el efecto de los bordes, para lo cual las experiencias fueron realizadas en las áreas centrales de los lagos y de los esteros perimetrales.

Los tanques colocados en el área limnética fueron incluidos en una grilla plana de madera, con paneles cuadrículados que actuaban como difusores de las ondas producidas por el viento e impedían el ingreso del agua por el oleaje a los tanques de medición. El nivel de agua en los tanques se mantenía a 5 cm del borde, con un dispositivo de enrase automático, de diseño propio.

#### 4. El microclima de los Esteros y de los lagos de Iberá

Si se comparan los datos de transpiración tomados simultáneamente con atmómetros en "agua libre" y en "estero" (Figura 21a), se advierte que en las estaciones correspondientes a la vegetación anfibia los valores son siempre menores, representando aproximadamente entre un 60% a un 80% de los alcanzados en igual condición en "agua libre" (área limnética). La relación de valores entre ambas estaciones fluctúa durante el día, pudiendo por lo general llegar a 1:1 en horas de la noche. Hacia el mediodía crece la diferencia entre ambas estaciones, presentando en días ventosos una relación de 1:2 entre "estero" y "agua libre", respectivamente (Figura 21a).

También pueden apreciarse diferencias en el perfil vertical, que son menos pronunciadas en "agua libre" que en el "estero" (Figura 21b y c). La proporcionalidad de los valores en el perfil vertical parece más estable en las áreas vegetadas (del orden de 0,7:1,0).

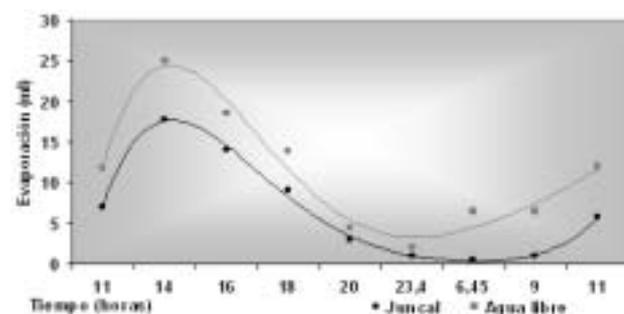


Figura 21a. Marcha diaria de la evapotranspiración en un juncal de *Scirpus californicus*. Laguna Trin: 16-17/02/1979

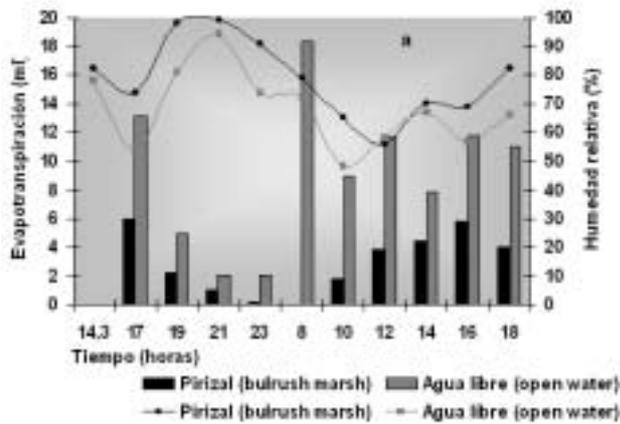


Figura 21b. Marcha diaria de la evaporación (en barras) y humedad (en líneas) en aguas no vegetadas (agua libre) y vegetadas a 50 cm. La evaporación corresponde al gasto registrado en atmómetros calibrados, con respuesta idéntica.

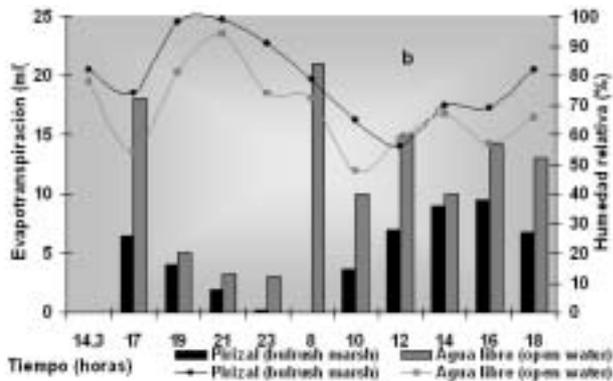


Figura 21c. Marcha diaria de la evaporación (en barras) y humedad (en líneas) en aguas no vegetadas (agua libre) y vegetadas a 100 cm.

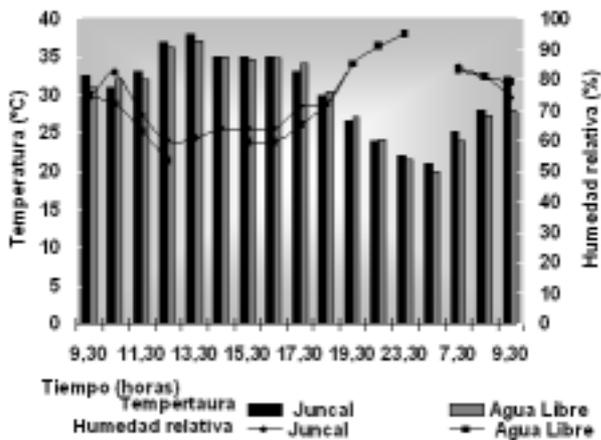


Figura 22. Marcha diaria de la temperatura (barras) y la humedad relativa (líneas) en un juncal de *Scirpus californicus*

La humedad relativa tiene una relación algo más variable entre “estero” y “agua libre”. En general, se aprecia una tendencia a la uniformidad de los valores hacia la noche y marcadamente mayores en el “estero” durante las horas de mayor insolación (Figuras 22 y 23). La temperatura del aire no registró diferencias significativas en ambientes vegetados y no vegetados, aunque se advierten valores más bajos en el “estero” que en “agua libre” durante buena parte del ciclo diario (Figuras 22 y 23). Hacia el mediodía superan hasta 4 °C a los valores del “agua libre”.

En el estero puede existir un gradiente térmico en el perfil vertical (Figuras 24 y 25), más frecuentemente entre las 8 y 12 horas y de las 15 a las 19 horas.

La temperatura del agua en el “estero” tiene generalmente pocas inflexiones diarias en superficie, aún cuando el espesor de la capa de agua sobre los embalsados suele ser de 30-60 cm.

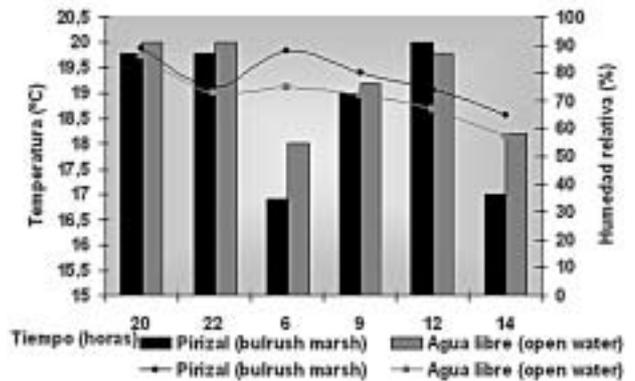


Figura 23. Marcha diaria de la temperatura (en barras) y la humedad relativa (en líneas) en un pirizal de *Cyperus giganteus* y *Scirpus californicus*.

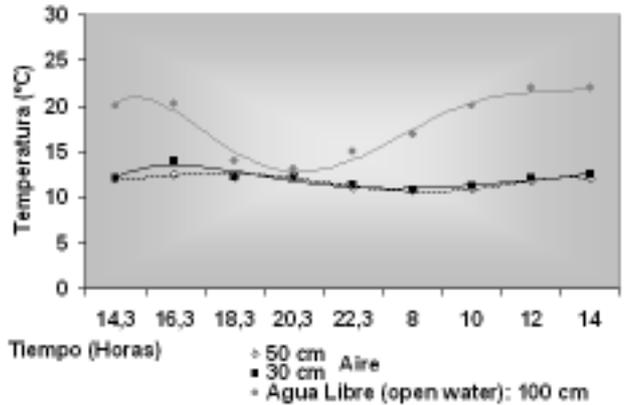


Figura 24. Marcha diaria de la temperatura en perfil vertical en un pirizal de *Cyperus giganteus* y en agua libre (100 cm). Esteros de la laguna Iberá: 10-11/09/1980

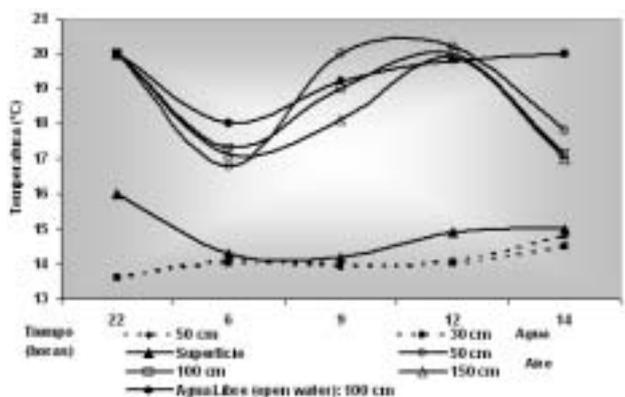


Figura 25. Marcha diaria de la temperatura en perfil vertical en un pirizal de *Cyperus giganteus* y *Scirpus californicus*. Esteros de la laguna Fernández: 1-12/09/1980

El termofotoperíodo es menor sobre el suelo del “estero” que en el “agua libre”, pudiendo encontrarse una diferencia de una hora en la insolación directa diaria que llega al agua. Sin duda, la presencia de una densa canopia de hasta 2,5 m de alto, impide la llegada de la radiación solar en el período en que la misma incide tangencialmente. Ello determina que el caudal calórico que recibe el suelo del “estero” sea un 20-30% menor, respecto del que incide en “agua libre”.

El mayor caudal de radiación que llega al suelo del “estero” se encuentra en el rango espectral de 475 a 600 mm de longitud. La reflexión es elevada especialmente en el rango rojo/infrarrojo. El albedo depende del estado de la vegetación, siendo notoriamente superior durante los meses de invierno, en la época de amarilleo de las plantas, donde la radiación reflejada se aproxima al 15% de la recibida en la parte superior de la vegetación.

### 5. Influencia de la superficie foliar en la evapotranspiración

Las características de las plantas condicionan fuertemente los valores de evapotranspiración. Los mismos se asocian positivamente con la densidad de las plantas (número de individuos por metro cuadrado o por hectárea), la “rugosidad” (discontinuidad) de la canopia, la distribución de las hojas en el perfil vertical, el número de estomas, la vitalidad de las plantas, la relación hojas-raíces y el índice de área foliar media de cada formación vegetal.

El índice de área foliar media (IAF), resulta de estimar el valor promedio de superficie foliar existente por cada metro cuadrado de suelo para cada formación vegetal. Es un descriptor útil para explicar los valores de evapotranspiración obtenidos.

Asumiendo que en los “esteros” es posible discernir casi una veintena de tipos fisonómica y florísticamente diferentes de vegetación, sólo se consideraron aquellas en las que la estructura presenta mayores diferencias y que podían influir en la economía del agua. Los valores hallados para el IAF en las mismas fueron los siguientes:

- Camalotal con dominancia de *Eichhornia azurea* 5-7  
..... (media: 5,9)
- Embalsado incipiente de *Scirpus cubensis* var. *gracilis* 10-15  
..... (media: 12,5)
- Embalsado de *Fuirena robusta* 7-12  
..... (media: 10,5)
- Embalsado de *Typhalatifolia* 8-11  
..... (media: 9,0)

Para hallar los valores relativos entre las distintas formaciones vegetales, se realizaron mediciones paralelas en los esterros de

Santa Lucía (Figura 26a y 26b), cercanos al Iberá y con mejores posibilidades operativas.

No se realizaron muestreos en camalotales de *Eichhornia azurea*, en razón de su escasa presencia en el lugar. Para bioformas similares (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*), diversos trabajos informan valores varias veces superiores a los de las “aguas libres” (Penfound y Earle, *op. cit.*; Timmer y Weldon, *op. cit.*; Mitchell, *op. cit.*, Lallana, *op. cit.*).

En la Figura 26b se advierte que los valores tomados con tanques de evaporación, en los que se incluyera una superficie de vegetación equivalente a la boca del tanque, muestran diferencias notorias.

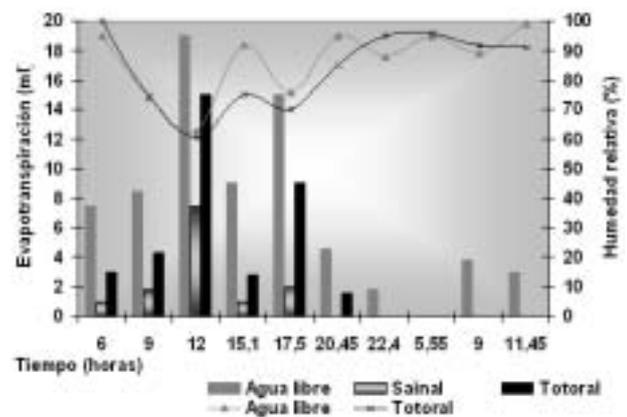


Figura 26a. Marcha diaria de la evapotranspiración (barras) y de humedad relativa (líneas), comparando los valores de agua libre con los de superficies vegetadas. Esterros de Santa Lucía.

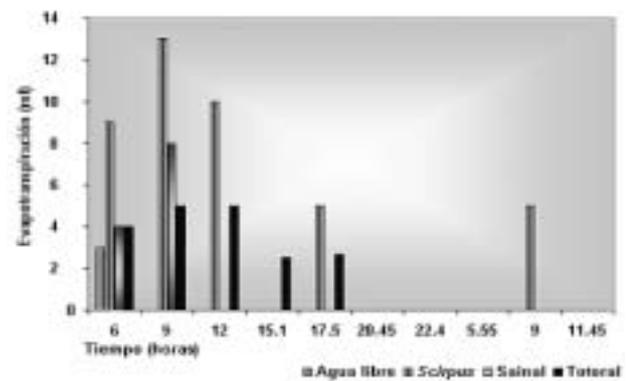


Figura 26b. Marcha diaria de la evapotranspiración en el tanque, comparando los valores de agua libre con los de superficies vegetadas. Esterros de Santa Lucía.

Los embalsados incipientes de *Scirpus cubensis* var. *gracilis* transfieren a la atmósfera volúmenes de agua varias veces superior a los de las aguas libres de vegetación y superiores también a los de las demás formaciones vegetales. Esto se explica por el elevado IAF de estas poblaciones y de la distribución de esta superficie evaporante. Habitualmente *Oxycarium cubense* llega a los 50-70 cm sobre el nivel del agua, con densidad del orden de las 900 plantas/m<sup>2</sup>. Por su escasa altura no llega a generar un microclima tan marcado

como las formaciones de *Typha* y de *Cyperus giganteus*.

Otro hecho destacable es que las poblaciones de este *Scirpus* transpiran elevadas cantidades de agua, aún cuando se registran elevados valores de humedad relativa en el ambiente (Figura 26a), hecho que no se manifiesta en las demás formaciones vegetales analizadas durante este período o tiene lugar en muy baja intensidad (como en los pirizales y juncales analizados en las Figuras 21a y 21b y 23).

En la Figura 26a se advierte que el “zainal” de *Fuirena robusta* transpira, por lo general, valores menores que los “totales” de *Typha* y que los valores caen cuando la humedad relativa llega al 75% o supera este porcentaje.

Comparando los datos de los tanques de evaporación y los obtenidos con los “atmómetros de vela”, se advierte que los últimos parecen más sensibles, especialmente cuando la humedad relativa alcanza valores próximos a la saturación. Los datos registrados en la Figura 26b, indican que los valores de evaporación en “agua libre” se encuentran siempre por encima de los obtenidos para el “zainal” y el “total”. Esto se explica por la menor circulación del aire dentro de estas formaciones, al igual que en los juncales y pirizales respecto de las “aguas libres”.

Durante el desarrollo de la experiencia considerada en la Figura 26, el viento pasado en el anemómetro totalizador colocado en “agua libre” alcanzó a 125,5 km, en tanto que este valor en el estero de *Typha* fue 0 km a nivel del agua. Cabe señalar que no se trata de un hecho aislado sino que, además, podrían comentarse valores similares en los restantes muestreos realizados.

La incidencia del viento en la evaporación parece evidente también en las aguas no vegetadas (Figura 27), donde los valores parecieran guardar mayor relación con éste que con otros parámetros meteorológicos.

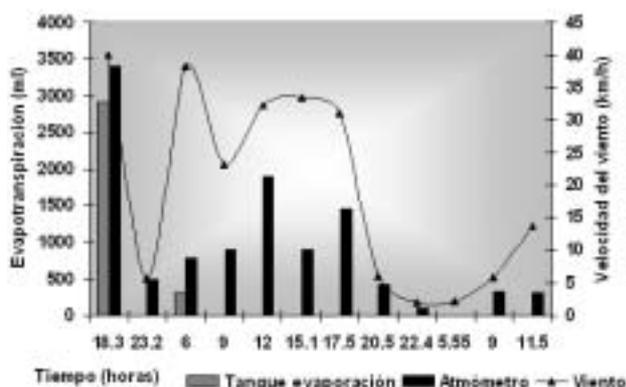


Figura 27. Marcha diaria de la evapotranspiración medida en tanque y en atmómetro en relación a la velocidad del viento en condiciones de agua libre. Estero del Santa Lucía: 16/17/01/1981.

## 6. ¿Qué paisaje “gasta” más agua?

Según estos ensayos, la evapotranspiración durante la sucesión vegetal crece en las primeras etapas (con vegetación de *Oxycarium cubensis*) y disminuye en los estados más avanzados (con *Typha latifolia* y otras bioformas similares), en comparación con los espejos de “agua libre” de los lagos. La relación parece dinámica durante el año y en diversas condiciones de las formaciones vegetales consideradas.

La reducción de la evapotranspiración en las etapas avanzadas del “estero”, podría relacionarse con la atenuación marcada en la circulación del viento dentro de la vegetación, hasta 2 m de altura sobre el suelo, con el aumento del albedo y la menor cantidad de energía radiante que llega al suelo del “estero”. En tal sentido, la estratificación vegetal y la distribución del área foliar en el perfil vertical inciden notablemente en los valores de agua vehiculizada a la atmósfera.

Generalmente, hasta el año 1989, los períodos de aguas bajas del Iberá tenían lugar en los meses de invierno hasta comienzo de primavera. Entonces, el decaimiento de la vegetación era mayor y aumentaba significativamente la reflexión de la radiación solar. Desde 1989 el Iberá se mantiene en aguas altas, con poca fluctuación estacional<sup>10</sup>. Cuando se producen incendios en esta época, se anula la superficie foliar capaz de evaporar agua por transpiración y se modifican los valores de reflexión de la energía solar respecto de la etapa previa.

Los resultados obtenidos indican que las superficies densamente vegetadas de los esteros tienen valores de evapotranspiración del 60 al 80% respecto de los espejos de agua libre de los lagos.

El análisis de las fotografías aéreas y, las referencias históricas (Vasallo, *op. cit.*) indican que este proceso de avance de las superficies palustres se han producido ya sobre los esteros del NO del Iberá (Gallo Sapucay, Carambola y otros).

No se han detectado cambios climáticos drásticos en los últimos 2.500-3.000 años, por lo que la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua ha determinado un excedente de agua superficial, con incremento de las áreas encharcadas en el NO del sistema.

No cabe duda que la estructura del paisaje y, especialmente la vegetación de los humedales, depende espacial y temporalmente de la disponibilidad y fluctuación del agua (García Novo *et al.*, 1996). Como señalan estos autores, la vegetación tiene una fuerte influencia en la dinámica del agua (evapotranspiración, escurrimiento, tiempo de residencia del agua en el sistema).

<sup>10</sup> Dado que no se dispone de datos actualizados, debería comprobarse si esta reducción de la estacionalidad hidrológica (Capítulo IV) ha determinado un efecto en la vegetación, más extendido durante el año, que los que permiten inferir los resultados de este ensayo.

Las relaciones de evapotranspiración entre las áreas de “estero”, las superficies de agua libre y la de pastizales periféricos del Iberá, deberían recibir especial consideración si se trata de modificar el nivel hídrico del sistema.

## 7. Modificaciones en la dinámica del agua desde que el Iberá quedó desconectado superficialmente del Paraná.

El Iberá formó parte de la planicie del río Paraná, de la cual está aislada desde fines del Pleistoceno. Así lo demuestran las similitudes en la vegetación, los suelos y la fisiografía. El paisaje actual data de unos 3000 años AP, si bien los sedimentos que separan al río Paraná del Iberá podrían ser más antiguos. Una de las características funcionales más importantes que regulan el funcionamiento de los grandes humedales fluviales es la *dinámica de pulsos* (Junk *et al.*, 1989; Lewis *et al.*, 1990; Neiff, 1990a, 1996; Neiff *et al.*, 1994). Este régimen de pulsos fluviales fue sustituido por uno de tipo lacustre, luego que el Iberá quedara aislado de los pulsos del Paraná unos 8.000 años atrás o un poco más. Entonces se produjeron cambios en el medio físico y biótico que repercuten en el funcionamiento ecológico del sistema, convertido ahora en una paleoplanicie fluvial.

No todos los sectores de la planicie de inundación de un río tienen la misma vinculación con el flujo del curso principal. Muchos de estos humedales se acoplan a la dinámica del curso principal o de sus brazos más de una vez por año, otros sólo en crecientes extraordinarias y con renovación sólo parcial del agua y de los elementos que en ella viven. Del amplio espectro de posibilidades de acoplamiento a la dinámica del escurrimiento se generan patrones de paisaje con distinta complejidad, integrados por una variable cobertura de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos, con diferentes especies y con clara repercusión en la productividad del sistema (Neiff, 1990a y b; Casco, 2003).

Los atributos de variabilidad de los pulsos pueden ser medidos mediante la función conocida como *f* FITRAS<sup>10</sup> (Neiff y Neiff, 2002) que es distinta en cada uno de los paisajes que componen la planicie de inundación del río. Un cambio en las condiciones del escurrimiento, como sería el aislamiento total del Iberá respecto de la dinámica del flujo superficial, ha de tener implicancias en la organización del paisaje que hasta hoy no han sido analizadas para el Paraná u otros ríos, aun en series cortas de tiempo.

Es posible imaginar una transección que comprenda a las islas más antiguas del Alto Paraná en el área (como serían las islas

Apipé Grande, Yacyretá o Talavera), como ambientes eventualmente inundados<sup>11</sup>; las islas más nuevas de este tramo como expresión de los paisajes gobernados actualmente por los pulsos del Paraná; y finalmente, el Iberá como sistema desvinculado del Paraná, con un *f* FITRAS gobernado por lluvias locales, al menos hasta 1989. Las diferencias ecológicas entre sectores de distinto régimen de variabilidad se resumen en la Tabla 4.

Iberá constituye un “laboratorio natural” para el estudio de los efectos del proceso de aislamiento de los ecosistemas respecto del flujo superficial del río. Es evidente que muchas propiedades del funcionamiento de los subsistemas comparados tienen grandes diferencias en el medio físico y biótico. Se ha llegado a la situación actual por cambio en el régimen de pulsos y las consecuentes adaptaciones de las poblaciones al nuevo régimen de variabilidad, durante varios milenios.

La vegetación que compone el paisaje es actual. No se han registrado en el Iberá formas fósiles ni relictuales, que indiquen una sustitución importante de taxas.

Las diferencias en la distribución de la vegetación se deben a varios factores. En primer lugar, el régimen de pulsos y, asociado a éste, la calidad del agua, los tipos de suelos, el gradiente del relieve, las condiciones de circulación del agua (escorrentía), el fuego y el viento, con efectos estrechamente relacionados.

Las aguas con bajo contenido de sales y sin el aporte periódico de los pulsos fluviales han favorecido la selección de bioformas adaptadas a capturar los nutrientes desde los sedimentos. Muchas de ellas tienen órganos de reserva de nutrientes y mecanismos de compensación gaseosa que les permiten sobrevivir en los esteros.

Las características de la vegetación del Iberá diferencian claramente estos humedales de los que se encuentran en las planicies fluviales (hoy activas del Paraguay y Paraná).

Los esteros que rodean a las lagunas situadas al E del Iberá tienen suelos de mayor profundidad, con mayor variedad en el tamaño de partículas en el perfil edáfico y con presencia de abundantes materiales particulados finos y húmicos en la base del suelo, donde son más ácidos y con densidad aparente más alta.

Los suelos del borde occidental del Iberá son semejantes a los de los esteros de las islas más antiguas del Alto Paraná (Apipé Grande, por ejemplo). Tienen materiales más gruesos, con mayor abundancia de materiales fibricos hasta de textura mediana. El espesor es siempre menor que el de las muestras tomadas en lagunas del borde E del sistema. El agua intersticial del suelo es levemente ácida y con menor contenido de compuestos húmicos disueltos.

<sup>10</sup> FITRAS es el acrónimo de: Frecuencia, Intensidad, Tensión, Regularidad, Amplitud y Estacionalidad de las fases de inundación y de sequía (<http://www.neiff.com.ar/>).

<sup>11</sup> Hoy estas islas -excepto Apipé Grande- han quedado sepultadas por el embalse de Yacyretá. Sin embargo, se dispone de información previa sobre la organización y funcionamiento del paisaje (Neiff, 1981; 1986b; Neiff *et al.*, 1987; Reboratti y Neiff, 1987).

Tabla 4. Diferencias ecológicas entre sectores de distinto régimen de variabilidad

Atributo funcional	Islas actuales	Islas antiguas	Iberá
Conexión superficial al curso del río.	Dos o más veces al año en crecientes normales.	Una o dos veces cada década, crecientes excepcionales.	Nunca ocurre desde varios milenios.
Alimentación hídrica.	Fluvial: agua-sedimentos.	Mixta: fluvial-lluvias locales.	Lluvias locales.
Aporte de sedimentos.	Activos procesos de sedimentación/erosión. Alta tasa de cambio de las geofor-mas.	Aportes escasos. Escasa actividad de sedimentación/erosión.	No hay aporte de sedimentos; no hay modelado actual. Baja tasa de cambio.
Hidrograma anual típico.	Fase de sequía y otra de inundación muy irregulares.	Fase anual de sequía e inundación más regulares, excepto en crecientes excep-cionales.	Muy regular. Fase de anegamiento: fin de verano-otoño. Fase seca: invierno-pri-mavera.
f-FITRAS.	Frecuencia, magnitud y duración de las fases de sequía e inundación alta.	Frecuencia, magnitud y duración de las fases, muy baja.	Predomina anegamiento local. Gran regu-laridad de fases, baja tensión de fase.
Hidrograma típico de una década.	Poco regular. Tensión alta entre picos.	Generalmente regular. Poca tensión entre picos.	Regular a muy regular. Tensión próxima a cero.
Aporte de nutrientes.	Frecuente aporte del río.	Aportes esporádicos por el río.	No hay aportes fluviales.
Química del agua.	Turbidez alta; materia orgánica baja; moderadamente tamponadas. Conductividad: 60-150 $\mu$ S.	Turbidez moderada-baja. Materia orgánica moderada. Poco tamponadas. Conductividad: 50-100 $\mu$ S.	Transparentes. Color por sustancias húmicas. Materia orgánica muy alta. Muy poco tamponadas. 35-80 $\mu$ S.
Flujo de información biótica.	Activo intercambio desde y hacia el curso del río, potencialmente: todas las pobla-ciones.	Intercambio esporádico, eventual, excepto grandes vertebrados. La tasa de intercam-bio es siempre baja.	Intercambio eventual, Excepto aves. Intercambio de peces a través del río Corriente hasta laguna Fernandez.
Cociente: producción / respiración <sup>12</sup> .	Próximo a cero.	Algo mayor que 1.	Siempre mayor que 1; saprotrofia funcio-nal.
Cociente: producción / biomasa.	Algo menor que 1 en vegetación superior.	Posiblemente entre 0,5 y 0,9.	Posiblemente entre 0,5 y 0,8.
Riqueza de spp.	Baja, pocas especies con nichos amplios.	Variable: alta en los ecotonos; baja en vegetación de grandes lagos.	Alta en los ecotonos; baja en vegetación de grandes lagos. Diversidad $\delta$ alta.
Riqueza de peces.	Alta, numerosas bioformas. Dominan detritívoros.	Baja. Predominio de carnívoros en lagos.	Baja en lagos del NE, alta en cabeceras del río Corriente.

<sup>12</sup> Especulaciones basadas en información publicada (Neiff, 1990b), al igual que el cociente producción/biomasa.

Las lagunas y esteros situados en la margen oriental del sistema son más antiguos que los ubicados en su margen occidental. Los suelos situados sobre el O del Iberá tienen características semejantes a los de las islas más antiguas del Alto Paraná y es posible que se hayan formado unos 8.000 a 10.000 años AP. En los suelos orgánicos, tanto de las grandes lagunas del Iberá como de las islas antiguas del curso del Paraná, no se encontró la estratificación vertical de los materiales minerales ni de los granos de polen. El hecho de que los suelos orgánicos de mayor potencia se encuentren en el E del sistema, tiene que ver, en principio, con la mayor antigüedad de los cuerpos de agua en esta zona y con la topografía más deprimida de la faja de las grandes lagunas. Los suelos tienen granometría más fina hacia la base.

La vegetación representa muy bien las características funcionales del paisaje:

- En el sector SE las aguas no vegetadas representan menos del 10% de la superficie, con grandes lagunas que quedan incluidas en una matriz de esteros con suelos orgánicos de hasta 3 m de espesor que soportan una cobertura continua, relativamente homogénea, de plantas palustres con dominancia de geófitos. La presencia de bosques identifica a los suelos orgánicos más profundos y compactos, que a su vez son los más antiguos.
- En el sector NO el patrón de paisaje incorpora esteros, lagunas pequeñas poco vegetadas, extensos bañados con pasturas hidrófilas, sectores con bosques y arbustales poblados por especies de linaje chaqueño, que se intercalan en los sitios emergentes.
- En el S del Iberá y en la alta cuenca del río Corriente, las lagunas son escasas, el relieve casi plano y los suelos arenosos; hay extensos bañados con fuerte estacionalidad hidrológica. La vegetación de esta zona tiene predominancia de especies de ciclo anual, con plantas herbáceas bajas, con alta producción estacional de forraje y de semillas. Esta condición y la conexión existente con el río Paraná, determinan una mayor riqueza faunística del Iberá.

Aún hoy, el viento es un factor importante en el modelado del paisaje, que introduce cierta aleatoriedad a las relaciones entre la distribución de la vegetación y las demás características del medio físico. Durante las grandes tormentas produce oleaje de suficiente magnitud y duración para movilizar hojarasca del fondo y de extensos sectores de la costa y aún materia más gruesa como troncos y árboles caídos, acumulándolos sobre los suelos turbosos ya existentes. A partir de la deposición de estos materiales en capas orgánicas, se produce una re-colonización por vegetación palustre que fija los materiales depositados e incrementa la cantidad de materia orgánica que se acumula por la producción anual de la vegetación.

La resaca orgánica depositada por el oleaje tiene poco o nada de polen, ya que los sedimentos, al ser transportados por el agua, no dejan estratos con distinta abundancia de granos. No existe entonces la típica estratificación vertical de las turberas muy antiguas situadas en clima templado. Los movimientos horizontales de los materiales orgánicos (erosión y deposición) son tanto o más importantes que la migración vertical de los materiales más finos hacia la base del suelo turboso.

El viento del SE ha tenido una gran importancia en la acumulación de materiales orgánicos en los suelos situados en el sector O y NO de las lagunas del Iberá, al considerar una serie larga de tiempo. Una situación similar se observa en lagunas litoráneas del S de Brasil, próximas a Tramandaí y Osorio (estado de Rio Grande do Sul), en las que los suelos orgánicos más gruesos ocupan la misma posición en las lagunas, ratificando la importancia de estos vientos a nivel regional.

El fuego es otro factor de aleatoriedad en la organización de la vegetación. Por sí, produce durante su acción cambios que se manifiestan en superficies de varios kilómetros de extensión en las que se re-inicia la colonización a partir de las mismas o de otras especies. Produce cambios en la vegetación (biomasa, área foliar, altura, estratificación, etc.). En tal sentido, la simplificación de la estructura de la vegetación puede notarse después de dos años de ocurrido el incendio, lo que ocasiona consecuencias para la economía del agua en el Iberá, máxime si se considera la importante superficie afectada cíclicamente por incendios.

## 8. Procesos condicionados por la vegetación acuática y palustre

La vegetación del Iberá, como se dijera, modifica el balance del agua superficial.

La información paleoclimática y las dataciones isotópicas de los suelos permiten asumir que el volumen de lluvias no ha variado mucho en los últimos tres milenios. El análisis polínico indica que el polen se concentra a 1 m de profundidad, ratificando lo expresado. Hay anualmente un saldo positivo de agua en los ecosistemas de Iberá. El agua no puede ser almacenada debido a que los lagos han sido parcialmente ocupados por suelos orgánicos.

El desarrollo de la vegetación determina también dificultades crecientes para el escurrimiento del agua en superficie. Como consecuencia, se produce un retardo en el escurrimiento y la acumulación creciente de agua superficial en el sector NO del Iberá, dando lugar a la expansión de las áreas palustres a expensas de los ambientes "terrestres". Este proceso, lento y gradual, no puede confundirse con el encharcamiento rápido y permanente que se da en esta zona desde mediados de 1989.

La acumulación creciente de materia orgánica (vegetación + suelos) implica también la retención de electrolitos en su constitución. El retardo del escurrimiento horizontal y el aumento de los flujos verticales del agua, pueden tener efecto sinérgico en la función de *trampa* de sustancias químicas por la vegetación.

Luego de que el Iberá quedara aislado del flujo del Paraná, la vegetación colonizó el litoral de los extensos lagos alcanzando una superficie progresivamente mayor debido a la existencia de un ambiente más predecible y de condiciones climáticas favorables. El aislamiento del Iberá respecto de la dinámica fluvial significó un cambio cualitativo y cuantitativo en la función de pulso (o *f* FITRAS) con variaciones más predecibles y de menor magnitud (Neiff, 1997).

Si bien los *humedales de inundación* y *humedales de anegamiento* (Neiff, 1990a y 1996; Neiff *et al.* 1994) son sistemas pulsátiles, el pasaje de una planicie fluvial a una de anegamiento, como el caso del Iberá, determina modificaciones en la estructura de la vegetación y en el funcionamiento del paisaje (Neiff, 2003).

Así, la relación entre la superficie anegada en aguas altas extraordinarias y la que puede medirse en aguas bajas -representada por el coeficiente de elasticidad del sistema- alcanza a 1,54 en la parte occidental del Iberá, mientras que en los humedales de la planicie activa del río Paraná, este coeficiente fue estimado en 7,6 (Neiff *et al.*; 1994).

Entre las modificaciones estructurales más evidentes a nivel de la vegetación se encuentra el incremento de bioformas palustres (especialmente geófitos), reducción del número y cobertura de las bioformas flotantes libres (pleuston), mayor importancia de las plantas con tejidos duros (ciperáceas, tifáceas) y aumento de las especies cuyos frutos y semillas son dispersados por el viento.

Se produjo una selección que favoreció a las especies que presentan adaptaciones al fuego y soportan mejor los períodos prolongados de suelo seco, lo cual no se observa en las que hoy ocupan la planicie inundable del Paraná. Sólo algunos humedales situados en la media loma, como los *pajonales* de *Panicum prionitis* y los palmares de *Copernicia alba* en el valle del Paraná, constituyen colectividades resistentes al fuego y a la sequía prolongada (Lewis y Franceschi, *op. cit.*; Neiff, 1986b), que no alcanzan gran cobertura en el Iberá por las diferencias en los suelos y en el régimen de fluctuación del agua.

La colonización de los lagos por la vegetación trajo, respecto de la etapa fluvial, algunas modificaciones en su funcionamiento:

- **Aumento de la cantidad de materia orgánica muerta almacenada.** El almacenamiento de materia orgánica en la vegetación viva alcanza entre 1 y 10 tn/ha para los espejos de agua de las lagunas y entre 8 y 25 tn/ha en los esteros.

Estos valores de biomasa no son significativamente distintos de los que se registran en la actual planicie de inundación de los ríos Paraguay y Paraná (Neiff, 1990b). Sin embargo, en los esteros perimetrales de las lagunas del Iberá los suelos orgánicos de los embalsados tienen acumulados de 10.000 a 23.000 tn/ha de materia seca (materia orgánica + cenizas). Habitualmente, en las lagunas y bañados de la planicie de inundación actual del Paraná no se registra acumulación de materia orgánica en el suelo. La formación de embalsados, cuando ocurre, se interrumpe al cabo de una o dos décadas por las grandes inundaciones que desagregan estos suelos orgánicos sobre los bosques marginales o, con menor frecuencia, los exportan al curso del río.

- **Ganancia de dióxido de carbono.** La materia orgánica muerta acumulada en la cubeta de Iberá se descompone lentamente. Esta ganancia constante de materia orgánica representa un "*trampa de CO<sub>2</sub>*" cuyo funcionamiento no se conoce.
- **Cambios en las tasas de flujo interno del sistema, respecto de los lagos que existían en las primeras etapas del humedal.** Mientras la cubeta del Iberá estaba influenciada por los pulsos del Paraná, existía un intercambio muy importante de información con el río (nutrientes, unidades dispersantes, organismos vivos). Por lo tanto, el patrón de organización biótica dependía en gran medida de los flujos marginales de información que cada lago o bañado tenía con el curso del río, los que eran predominantemente horizontales.

En la actualidad este intercambio de aguas por superficie desde el Paraná no existe y el flujo horizontal de información está mucho más restringido, pues opera sólo en condiciones de anegamiento excepcionales por su magnitud, como la ocurrida en el período húmedo de 1981-1983 cuando las precipitaciones anuales superaron en más de 60% a la media anual histórica. Salvando estas condiciones extraordinarias, los flujos internos en cada lago o estero son más importantes que los flujos marginales.

El mayor intercambio biótico se produce a través del río Corriente, si bien esta conexión desde el S del Iberá se interrumpe en la laguna Fernández. Predominan, entonces, los flujos de sentido vertical sobre los de escurrimiento (horizontales). Ejemplo de lo expresado son los intercambios de agua desde y hacia la atmósfera.

Ocurren en el Iberá procesos acumulativos de tendencia sucesional que son posibles de estudiar para series cortas de tiempo. Ejemplo de ello son la acumulación de materia orgánica en los sedimentos, el incremento de complejidad biótica (aumento en la riqueza de especies, especialización en los nichos, mayor organización de los grupos funcionales de

organismos) y también en los flujos biogeoquímicos, tal como fue planteado por Lindeman en 1941 y en muchos trabajos publicados posteriormente.

Estos cambios conllevan procesos adaptativos y de selección natural como medio de ajuste a las nuevas condiciones de circulación de los materiales y de la energía. En escala de tiempo evolutivo se advierte sólo una tendencia a la prevalencia del paisaje propio de los esteros, con suelos orgánicos poblados por vegetación palustre. Este paisaje está regulado desde el Pleistoceno por el clima local, el régimen térmico y la relación entre ingresos y egresos de agua.

Desde mediados del siglo XX, el balance entre lluvias y evapotranspiración (como indicador grosero de la variabilidad climática) deja un exceso (o saldo) de 250 mm a 650 mm anuales.

De continuar las tendencias actuales, especialmente en lo que se refiere a la oferta climática (lluvias, evapotranspiración) y la producción anual de la vegetación, puede esperarse que el proceso de acumulación de materia orgánica continúe hasta colmar definitivamente los cuerpos de agua. De mantenerse las condiciones climáticas actuales, en varios milenios más la superficie del Iberá será un suelo orgánico mucho más firme que el actual, quizás poblado con vegetación palustre o terrestre creciendo sobre suelos ácidos (clímax de una típica serie sucesional de turberas).

Sin embargo, sequías prolongadas, incendios y otras variables ambientales pueden frenar el proceso sucesional, determinando que los lagos se mantengan en condiciones semejantes, con algunos cambios en la calidad de sus aguas.

Es común en los textos de Limnología encontrar un capítulo sobre la "serie oligotrofia-mesotrofia-eutrofia", que conduce a procesos de senescencia de los lagos. Los resultados obtenidos para el Iberá indican que esta secuencia sucesional es poco real y poco útil para describir los cambios en la serie: lagos sin vegetación - lagos vegetados - esteros - turberas tropicales.

El Iberá puede ser considerado como expresión del máximo aislamiento de la planicie inundable del Paraná. Deberán estudiarse situaciones intermedias de aislamiento (alteración de los pulsos por embalses, canalizaciones y otras obras) para conocer la resiliencia de cada unidad de paisaje, los tiempos de respuesta y la posibilidad de recuperar el paisaje natural luego de anular o modificar el régimen de pulsos. Esta situación ya se observa a partir de 1989 y resulta difícil determinar que ocurrirá si se mantiene el sistema Iberá muy por encima de sus niveles históricos.

En el entorno actual de variabilidad, con saldos de 250 a 650 mm anuales de agua, no se puede justificar el aumento de un 60% de la columna de agua, producido en sólo 220 días, a partir de 1989. Mientras que las lluvias oscilan con la misma tendencia desde mediados del siglo XX, las aguas del Iberá

han sufrido un aumento consistente del nivel y atenuación de las variaciones estacionales. Como se ha reiterado en esta contribución, la modificación en el régimen de pulsos determina no sólo cambios estructurales, sino también cambios en la estabilidad del sistema.

# CAPÍTULO IV: IMPACTOS AMBIENTALES

E F E C T O S D E D I S T I N T A S A C T I V I D A D E S H U M A N A S  
A N A L I Z A D A S E N A G O S T O D E 2 0 0 3

## 1. Impactos y riesgos ambientales en Humedales

No se dispone de antecedentes análogos al contexto geográfico del Iberá y a acciones antrópicas semejantes a las que actúan hoy sobre el sistema en otro sitio de la biosfera.

Obviamente, cada evaluación ambiental es única y la experiencia en otro contexto hombre/ambiente apenas puede servir de guía para el análisis. Las inferencias que se presentarán aquí se apoyan en el conocimiento de procesos y de la estabilidad de algunos elementos del paisaje como datos y experiencia acumulada en el área por muchas personas. La estimación de impactos requiere estudios especiales que trascienden a esta apreciación preliminar.

Las evaluaciones ecológicas de grandes humedales de Sudamérica han tenido una fuerte influencia de los ecólogos terrestres habiéndose asimilado muchas veces la analogía entre los efectos del fuego, del viento, el significado de la biodiversidad, etc., al funcionamiento de los humedales y los disturbios que los afectan. Existe una profusa literatura sobre diagnóstico ambiental y sobre evaluación de impactos, advirtiéndose divergencias respecto del significado y alcance de algunas palabras. En esta contribución se utilizan las acepciones del Glosario de Humedales (Neiff *et al.*, 2003).

Parece obvio que la condición fundamental que define la existencia y permanencia de los humedales es la presencia temporal de una lámina de agua. En el acápite siguiente se explica la relación entre la fluctuación del agua y algunas funciones de estos ecosistemas, para ayudar a interpretar las consecuencias que pueden derivar de algún disturbio hidrológico sobre el Iberá.

## 2. El régimen de pulsos como función controlante en los Humedales

La lámina de agua en los humedales varía según una función sinusoidal de estados recurrentes en que el suelo se encuentra alternativamente seco y anegado, lo que es característico de cada humedal y más aún, de cada sector del paisaje. Esto se conoce como régimen de pulsos y se caracteriza por un entorno de variabilidad en el espacio y en el tiempo (Neiff, 1990b, 1996; 1997 Neiff *et al.*, 1994).

La estructura del paisaje y sus rasgos biogeoquímicos se han

ajustado a este régimen de variabilidad a lo largo de miles de años. Las plantas y animales presentes y las características de sus poblaciones, son el resultado de procesos de selección adaptativa. De hecho, cada humedal tiene un ensamble particular de especies cuya presencia o segregación espacial depende de la función de pulsos.

Lo expresado permite plantear dos aspectos conceptuales igualmente importantes:

- Más que en otros continentes, los humedales en Sudamérica se hallan conectados geográficamente por el intercambio de información (procesos evolutivos, especies, bioformas) que tienen su expresión en el contexto biogeográfico (Cabrera y Willink, 1973; Cabrera, 1976) o, que son transgresivos a él (Neiff, 1986a y 2001). Los ríos son los ejemplos más evidentes de corredores bióticos (Ringuet, 1975; Bonetto, 1976). Se ha demostrado la conectividad evolutiva, ecológica y biótica entre los humedales actuales del río Paraná y los del macrosistema Iberá (Neiff, 1997). En esta contribución se ha reiterado también la conectividad biogeográfica entre los humedales del Iberá con los de las lagunas del área perilitoral de Brasil, desde Osorio hasta el norte de Río de Janeiro. Las alteraciones que pudieran afectar a alguno de estos humedales habrán de tener efectos de distinta intensidad, duración y estacionalidad sobre los demás humedales de este contexto geográfico.
- La conectividad geográfica relaciona poblaciones distantes de una misma especie que viven en sitios con hábitat de características análogas, que conforman en el espacio y en el tiempo, *metapoblaciones* (Bini *et al.*, 2001).

El concepto de conectividad hidrológica (Neiff y Poi de Neiff, 2003) establece que los organismos y sus poblaciones estén presentes en un humedal o parte de él, en tanto ocurra determinada configuración hidrológica. Los individuos pueden adaptarse a los cambios en la secuencia de inundaciones y sequías dentro de ciertos límites.

Algunas funciones del ciclo vital son más favorecidas cuando ciertos estados hidrológicos ocurren y pueden resultar bloqueados cuando sequías o inundaciones extremas o permanentes sobrepasan el estado crítico del organismo o población (Neiff, 1996 y 1999).

En los humedales, el **estado crítico del desarrollo** es la etapa de la vida de un organismo, o conjunto natural de ellos, en la

que la vulnerabilidad es mayor y decide la colonización o su permanencia en el sistema, lo que está determinado en gran medida por el grado de ajuste al régimen de pulsos.

Una especie puede estar en determinado sector y período del paisaje (por ejemplo, una palma) pero no mantener el potencial biótico de su población, con lo cual terminará desapareciendo o será segregada a otro ambiente. En tal sentido, todas las especies del Iberá requieren de suelo descubierto de agua para cumplir con su germinación y otras requieren, además, que sus plantas crezcan rápidamente y superen el nivel de las inundaciones anuales para no sucumbir completamente tapadas por el agua.

Las plantas sumergidas de las lagunas del Iberá necesitan sacar fuera del agua sus flores para ser fertilizadas. Si se produce la inundación prolongada de los lagos puede restringirse o anularse el período de fertilidad de estas plantas. Posiblemente no mueran las plantas adultas, pero verán afectadas su distribución y abundancia como consecuencia del disturbio, repercutiendo en las mallas tróficas.

Se comprende entonces que los mecanismos de selección y ajuste adaptativo, operados durante miles de años, hayan dimensionado el largo del período de fertilidad de las plantas (y también de los animales) en relación a la época en que ocurren las fases de inundación y de suelo seco.

La **frecuencia** de las fases de suelo seco e inundado resulta una componente de la dinámica hidrológica y de la geomorfología de cada sección. La frecuencia regula fundamentalmente el crecimiento de las plantas durante las primeras etapas. Un aumento de la frecuencia del suelo inundado podría significar que las plantas ya germinadas no alcanzaran la altura suficiente para no ser sumergidas por el agua en la próxima fase de inundación.

En forma análoga, si se repitieran con mayor frecuencia los períodos de suelo seco, podría alterarse el almacenamiento de agua en el suelo y las plantas sufrir situaciones de stress hídrico a los que no pudieran sobrevivir.

Los cambios en la **intensidad** de las fases (asociados en buena medida a la duración de las mismas) son determinantes de la estratificación y complejidad de la vegetación, especialmente en los estratos más bajos. La intensidad tanto de inundaciones como de sequías extremas controla el desarrollo del denominado **estrato cespitoso**, el cual puede desaparecer totalmente si la inundación del suelo ocurre luego del fuego. El aumento de la frecuencia de las fases de inundación, por ejemplo, determina una fuerte selección de bioformas, tanto vegetales como animales, y puede llegar a condicionar la reproducción de yacarés y otras especies (Waller y Micucci, 1992).

La **tensión** de las fases, representada por la desviación respecto de la media para aguas altas y valor análogo para las aguas bajas, determina en gran medida la predictibilidad de las

fases. El número de especies, de bioformas y aún la estructura de tamaños para una misma población, está relacionada con este atributo de la función FITRAS. Si se aumentara la tensión de pulso en una serie de tiempo, sería esperable una caída en la complejidad estructural y de nichos dentro de la vegetación. La información disponible para los humedales del Paraná y Paraguay (Neiff, 1990b), indica que existe una relación estrecha entre la repetitividad de fases y la productividad de la vegetación.

La **regularidad** de los eventos hidrológicos es decreciente desde el Pantanal al Delta del Paraná en relación al origen de la variabilidad hidrológica (por ejemplo, lluvias locales, ingreso de afluentes, régimen de mareas, viento, etc.). Una mayor regularidad está asociada a un régimen hidrológico de una única fuente de variabilidad: lluvias dentro del sistema. Una poca variación es producto de un ambiente más predecible, con menor tasa de cambio en el paisaje (TGCC, 1996). La regularidad es un atributo sintético de los demás atributos componentes de la función de pulso, excepto de la tensión.

La **amplitud** de los pulsos (o de sus fases) equivale a su duración en determinada posición topográfica. La presencia y la abundancia de muchas plantas en los sistemas fluviales están condicionadas por la duración de las fases. Se ha enfatizado mucho en el papel condicionante de los períodos de inundación sobre las plantas (Junk *et al.*, *op. cit.*; Klimas, 1987; Klimas *et al.*, 1981), sin embargo, la duración de las fases de suelo seco son igualmente condicionantes (Neiff, 1990a; 1996; Neiff *et al.*, 1994).

La amplitud de fase también condiciona el espectro biológico de la vegetación. En tanto aumente la duración de la potamofase, tenderán a dominar las bioformas flotantes en las lagunas y bañados. Cuando la limnofase tiene una duración superior a la "normal" comienzan a dominar las bioformas arraigadas emergentes (Neiff, 1978). Moschini *et al.* (1995) encontraron que la potamofase favorece el crecimiento de las plantas de *Scirpus* que alcanzan ventajas en la colonización de los cuerpos de agua de la cuenca del Mogí Guaçu (afluente del Alto Paraná).

La mayor duración de la fase de inundación puede producir stress grave a las plantas como consecuencia de la falta de oxígeno en las raíces (hipoxia, anoxia) como señalan Whitlow y Harris (1979). Los síntomas de stress son muy variados: inhibición de la floración y de la fructificación, defoliación y finalmente muerte de las plantas. Esta deficiencia de oxígeno en los sistemas radiculares puede ser cubierta mediante adaptaciones especiales de las plantas, como ser la reducción de la tasa metabólica, el desarrollo de neumatóforos y de raíces adventicias desarrolladas a partir de lenticelas en el tallo (Neiff *et al.*, 1985).

La deficiencia de oxígeno en las raíces produce acumulación

de compuestos tóxicos derivados del metabolismo anaeróbico (Teskey y Hinckley, 1977). No todas las especies tienen la misma susceptibilidad al stress por anoxia radicular (Gill, 1970; Loucks, 1970; Tattar, 1972; Whitlow y Harris, *op.cit.*; Klimas *et al.*, *op.cit.*; Klimas, *op.cit.*). Como consecuencia, los períodos muy prolongados de inundación producen una fuerte selección de especies y también de edades de los árboles (Neiff *et al.*, 1985). En muchas especies de árboles el incremento de la duración de la fase de inundación no llega a matar a las plantas, pero produce una evidente reducción del vigor y la inhibición de algunas funciones (Fredrickson, 1979; Rogers, 1981). Muchas plantas son poco sensibles al efecto de la inundación prolongada cuando ésta ocurre durante la fase de menor actividad vegetativa.

La inundación prolongada excepcional puede producir cambios graduales en la estructura de las comunidades de vegetación, los que se relacionan principalmente con la inhibición de los períodos útiles para la germinación de las plantas (Klimas *et al.*, *op.cit.*).

La alteración significativa de la **estacionalidad** puede determinar la segregación de una especie de determinada área en forma temporaria o permanente. La duración, frecuencia y magnitud de las inundaciones y sequías, regula también la cantidad de frutos y semillas que producen las plantas. En potamofases muy prolongadas (como la de 1983) la mayor parte de las especies de árboles del Bajo Paraguay no produjeron frutos o semillas. De tal manera, los cambios en la duración de las fases del ciclo hidrológico podrían alterar los períodos de fertilidad de las plantas y producir alteraciones estructurales en la vegetación en el mediano y largo plazo.

La producción de semillas en las plantas de *Polygonum* que crecían en la zona de fluctuación del agua está en relación directa con la estacionalidad del agua sobre el suelo. Estas plantas requieren de sustrato lodoso para su germinación, por lo que la periodicidad de las fases y su duración pueden condicionar el área ocupada de año en año.

Un ajuste semejante existe entre la época del año en que ocurre la maduración y liberación de semillas y frutos y la fecha en que ocurren las fases hidrológicas. Todas las plantas tienen un comportamiento fenológico propio con el período del año en el que dispersan sus frutos o semillas. Desfasajes importantes en el momento en que ocurran las fases, como consecuencia de modificaciones hidrológicas inducidas por el hombre, pueden producir graves consecuencias para la distribución y abundancia de la vegetación, por disminución de las posibilidades de implantación de las semillas (por ejemplo, cuando encontraren suelo inundado). Los cambios drásticos en la estacionalidad de las fases, por sí solos, serían suficientes para modificar la estructura de la vegetación.

Cambios bruscos en el nivel hidrométrico pueden producir la

muerte de poblaciones de plantas acuáticas flotantes libres que quedan sobre el suelo seco, o colgadas de árboles y arboustos al bajar el nivel del agua. Las bioformas arraigadas emergentes mueren porque quedan varios meses enteramente sumergidas.

La descomposición de la vegetación muerta produce un agotamiento del oxígeno disuelto en el agua que es utilizado por los microorganismos en el proceso de degradación de la materia orgánica.

El tiempo que demandará en recuperarse la concentración de oxígeno en las aguas depende de las condiciones de flujo y de la tasa de decaimiento de la vegetación. En la planicie actual del río Paraná los valores se encuentran en un rango de 11 a 230 días para que se descomponga el 50% de la materia vegetal. Esta tasa depende de la dureza de los tejidos vegetales y de la concentración de oxígeno en el agua. En las áreas de estero, con menor circulación del agua, la descomposición del mismo material de plantas muertas demanda más de dos años en descomponerse (Bruquetas y Neiff, 1991).

Las fluctuaciones verticales de la lámina de agua (diferencias en el hidrómetro) determinan flujos horizontales entre las lagunas y los bañados y esteros perimetrales. De tal manera, los flujos biogeoquímicos, los procesos de producción y descomposición y otros intercambios de información dentro del sistema, están ajustados al régimen de pulsos del humedal. Alteraciones en el movimiento del agua repercuten en cambios de estado de los atributos del sistema (régimen térmico de las aguas, estado trófico, biodiversidad).

A nivel de organismos, los que viven en Iberá tiene alguna adaptación a las variaciones hidrométricas que, por otra parte, tienen influencia en la susceptibilidad de los organismos al fuego, a la acción del viento (oleaje) y a las diferencias químicas que acompañan a este complejo de cambios ambientales.

En razón de que el Iberá es una planicie con depresiones y algunos puntos algo más elevados que el plano general del terreno, los tiempos de anegamiento del suelo y la permanencia del agua en cada punto, es diferente. Es decir que distintos segmentos del paisaje tienen diferente oferta de hábitat para plantas y animales. Es por eso que tanto la vegetación como la fauna acompañan estas variaciones hídricas del paisaje determinando "patrones" o "modelos" de organización diferentes dentro del Iberá (Popolizio, 1981; Neiff, 1997 y 2003).

### 3. Acciones antrópicas sobre el Iberá

Hay un amplio espectro de disturbios que tienen o pueden tener efectos negativos sobre el Iberá. Se considerarán aquí sólo los que actualmente son percibidos como preocupación por la población en la región.

- La modificación del nivel hidrométrico del sistema.

- Elevación actual del nivel del agua (impactos).
- Aumento futuro del nivel del agua en Iberá (riesgos ecológicos).
- Descenso inducido del nivel del agua en Iberá (riesgos ecológicos).
- Obras hidráulicas en el río Corriente (riesgos ecológicos).
- Sustitución del paisaje natural por forestaciones (impactos y riesgos).
- Efectos del fuego asociado a la ganadería y a la agricultura (impactos).
- Crecimiento del turismo, *turismo natural* (riesgos).

Seguidamente se analizan las acciones mencionadas sobre la base de preguntas que se hace la gente del lugar o los técnicos de distintas áreas. Muchas de las preguntas sobre posibles impactos pueden ser contestadas en forma objetiva y terminante, en razón del cúmulo de información disponible y de la experiencia acumulada. Otras cuestiones son analizadas sobre escenarios hipotéticos de interacciones entre las acciones antrópicas y las consecuencias ambientales que pueden preverse, de acuerdo a la experiencia.

### 3.1. Impactos de la modificación del régimen hidrológico sobre la vida silvestre y el paisaje

#### 3.1.1. Modificaciones actuales del régimen de pulsos de laguna Iberá

Para conocer la variabilidad hidrológica del Iberá en términos absolutos, sería necesario contar con registros hidrométricos tomados en los últimos 3000 o 5000 años, lo cual no es posible sino a través de inferencias.

Según Iriondo y García (*op. cit.*), el clima local ha estado gobernado por el mismo sistema de circulación atmosférica en los últimos milenios, lo cual no implica desconocer que desde el Pleistoceno a la actualidad se han producido fluctuaciones en el régimen de precipitaciones.

El análisis de la distribución de los granos de polen en los suelos orgánicos del Iberá permitió establecer que las características climáticas del sistema no habrían pasado por períodos que en los que se desecaran las lagunas y en los que el área mojada no ha variado demasiado en los últimos milenios (Cuadrado y Neiff, *op. cit.*).

Los datos hidrométricos que conocemos comenzaron a tomarse sistemáticamente en el Iberá en 1919, con registros diarios disponibles en la localidad de Carlos Pellegrini a partir de 1968. Esto significa que podemos analizar la variabilidad que corresponde a algo más de tres décadas.

En la Figura 28 se presentan las fluctuaciones de la lámina de agua en el laguna Iberá (localidad de Carlos Pellegrini) y las lluvias en General Paz, Corrientes, desde 1968 hasta la fecha. En el período previo a abril de 1989 los años con menores

precipitaciones alcanzaron los 850 mm y en los más lluviosos se acumularon 2.100 mm. En los primeros se registró un nivel hidrométrico mínimo de 52 cm y en los períodos más lluviosos 210 cm, coincidiendo este último con los fenómenos de El Niño. La diferencia absoluta entre ambos extremos fue entonces de 158 cm. Esta diferencia entre máximos y mínimos puede tomarse como el entorno de variabilidad “normal” del sistema, especialmente debido a que ocurrieron durante períodos lluviosos y secos extremos.

La alta variabilidad de los pulsos durante este período indica que el régimen hidrométrico estaba muy influenciado por el régimen de las precipitaciones. Los ciclos hidrométricos anuales tenían estacionalidad bien marcada y las fases de aguas bajas (valores menores de 1 m) tenían una recurrencia de 3 a 4 años, teniendo las fases de aguas altas pronunciadas (valores mayores de 160 cm), una frecuencia similar, aunque más irregulares que las fases de aguas bajas. Se aprecia un ligero incremento en el nivel hidrométrico a partir del año 1973, lo que es una tendencia que se dio a nivel regional en otros cuerpos y cursos de agua, marcando el comienzo de un período más húmedo (Neiff, *et al.*, 2000).

A partir de abril de 1989 se modificó notoriamente el régimen hidrométrico del Iberá, que se mantuvo en niveles mucho más altos que los ya comentados: desaparecieron los períodos de aguas bajas y se modificó el régimen de pulsos, como muestra la Figura 29. Las fluctuaciones estacionales son mucho menores que en el período anteriormente descrito y también la magnitud absoluta de fluctuación anual (sólo 119 cm). Las fluctuaciones de la curva hidrométrica están menos afectadas por las lluvias locales que en el período 1968-1989. En la Figura 29 se ha marcado, además, la línea de tendencia para mostrar que entre ambos períodos existe una diferencia consistente de más de 80 cm en las medias hidrométricas.

Estas diferencias pueden apreciarse mejor en la Figura 30, en la cual se han comparado ambos períodos en base a parámetros estadísticos simples de las curvas. La diferencia de pocos centímetros en las medias consignadas en las Figuras 29 y 30 se deben a que ambas fueron elaboradas con alguna pequeña diferencia en el número de días de la serie considerada. En la Tabla 5 se aprecia que la elevación de ochenta centímetros en el período de 1989 a 2002 es coherente con el aumento tanto de las mínimas como de las máximas hidrométricas anuales y que la moda, o valor más frecuente, es el doble mayor al período previo a 1989. Es decir que el sistema se mantuvo permanentemente muy por encima de su nivel de fluctuación en el período previo a 1989.

Estos cambios no se corresponden con las fluctuaciones en las lluvias registradas en General Paz (localidad situada dentro de la Región del Iberá, en la cuenca del Santa Lucía) como se presenta en la Figura 28. El saldo entre lluvias y evapotranspi-

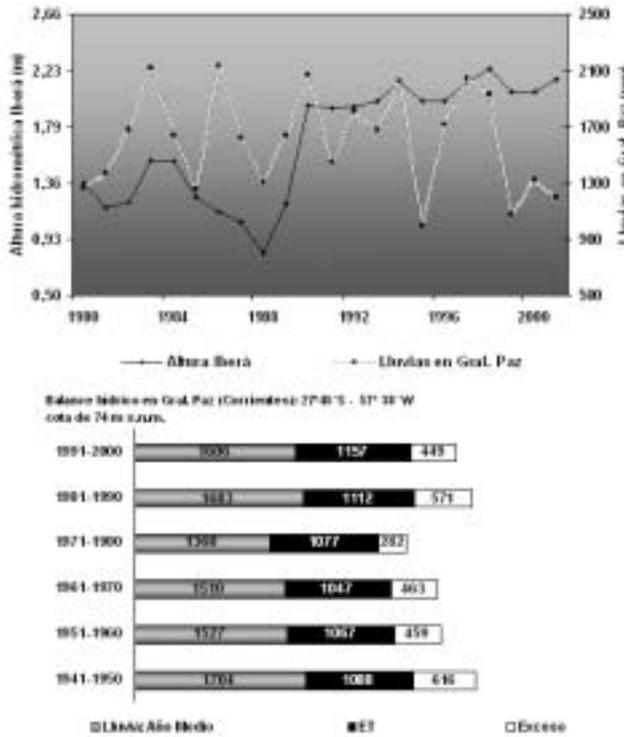


Figura 28. Variaciones interanuales del lago de Iberá en la localidad de Carlos Pellegrini y las lluvias en General Paz, Corrientes. En la gráfica superior se aprecia que las fluctuaciones hidrométricas de la laguna Iberá, acompañaban a la dinámica de las lluvias hasta 1989. A partir de entonces, se mantiene alto el nivel del agua. En la gráfica inferior se aprecia que el saldo entre lluvias y evapotranspiración (“excesos” en la gráfica) en las últimas dos décadas, si bien altos, tienen antecedentes en décadas anteriores.

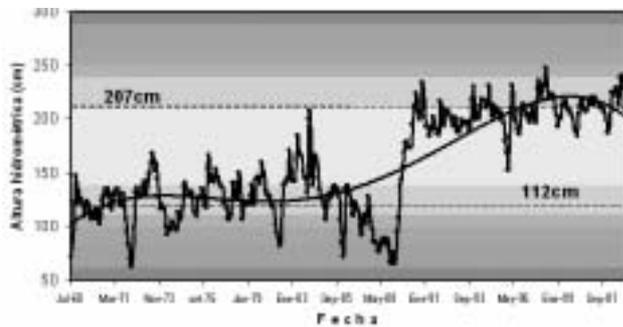


Figura 29. Variaciones mensuales promedio en el nivel hidrométrico de la laguna Iberá en el hidrómetro de Carlos Pellegrini. Período: julio de 1968-marzo de 2003

ración para el período 1980-2000 (“excesos” en la Figura 28), es algo superior a los del período previo. Sin embargo, hubieron excesos más importantes en el período 1941-1950, sin que se produjeran valores permanentes por encima de 1,70 m en el hidrómetro de la laguna Iberá (localidad de Carlos Pellegrini), con excepción de enero de 1996 en que se midió un valor de 1,44 m, el cual corresponde a uno de los períodos más secos (997 mm durante 1995 en General Paz) de los últimos 60 años.

Los estudios realizados por dos consultoras contratadas por las autoridades de la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) para evaluar el posible transvasamiento de agua desde el embalse hacia los esteros del Iberá produjeron resultados divergentes.

El trabajo de la Consultora Internacional de Yacyretá (CIDY) concluyó que el transvasamiento subterráneo de caudales a través de sedimentos incoherentes o a través del albardón, desde el embalse al Iberá, tenía valores despreciables.

Ante las quejas reiteradas por los productores agropecuarios de la margen NO del Iberá, cuyos campos se veían perjudicados por el ascenso de la capa freática, la EBY contrató un segundo estudio que fue realizado por Lotti & Asociati (1999). Esta empresa concluyó que con el embalse en cota de 76 m.s.n.m. existiría un transvase del orden de los 7 m<sup>3</sup>/segundo y, que la elevación del embalse a cota de 83 m.s.n.m. podría generar un transvase próximo a los 12 m<sup>3</sup>/segundo.

Posteriormente la EBY contrató a especialistas que han negado rotundamente que el aumento del nivel del agua en los esteros del Iberá se haya producido por el llenado del embalse.

El estudio de Lotti & Asociati fue descalificado por la misma EBY, por defectos de información básica con que se alimentó

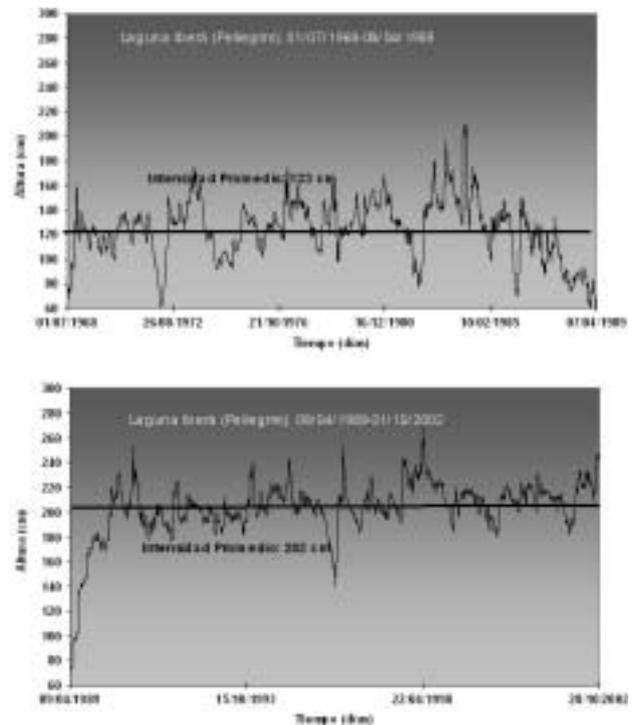


Figura 30. Variaciones diarias de la laguna Iberá. Período: julio de 1968-octubre de 2002

	01/07/1968 - 08/04/1989	09/04/1989 - 31/10/2002
Amplitud promedio	159,22	107,81
Número de pulsos	44	43
Intensidad promedio	122,72	202,91
Desvío estándar	24,56	22,719
Media de las máximas	150,81	233,42
Media de las mínimas	93,68	171,78
Moda	71,50	182,40
Intensidad máxima	210 (30/01/84)	268 (23/04/98)
Intensidad mínima	52 (18/01/89)	70 (09/04/89)

Tabla 5. Atributos de los pulsos entre 1968 y 2002

el modelo empleado. Sin embargo, los estudios realizados por ambas consultoras (Lotti y CIDY) no niegan la existencia de filtraciones del embalse en cota 76 m.s.n.m.

Todas las represas tienen filtraciones y no es extraño que exista aporte de agua subterránea desde el embalse al Iberá, debido a la mayor carga hidrostática de la columna de agua del embalse respecto a la situación de río no represado.

El albardón que separa al Iberá de Yacyretá está constituido por materiales permeables, principalmente arenas de la formación Ituzaingó (Orfeo, 2000 y 2003), que forman un banco de 20-30 m de profundidad, asentado sobre basalto. Este albardón oculta varios paleocauces del Paraná, alguno de los cuales lo comunicaban con el río Aguapeí, en tanto otros atravesaban el Iberá desagando hacia el río Corriente.

Todo hace pensar que el aumento del nivel del agua en Iberá se produjo a partir del represamiento del río, en abril de 1989 (Blanco y Parera, 2003). El nivel del agua del río Paraná pasó de 65 m.s.n.m a 76 m.s.n.m. En esta nueva situación, el nivel del agua del embalse se encuentra sobreelevado 4 ó 5 m respecto de la lámina de agua de los esteros del Iberá, que se encuentran entre cota 64 m.s.n.m y cota 65 m.s.n.m (72 m.s.n.m. en cabeceras, que es la diferencia de 4 a 5 m que se cita), según el sitio donde considerado (Shell Capsa Forestal, 1999).

En el caso que se decidiera aumentar la cota del embalse a 83 m.s.n.m (8 m más que el nivel actual) habrá una columna de agua 11 m más alta que el nivel de la cabecera de los esteros y una diferencia de casi 20 m respecto de la laguna Iberá. Esto hace pensar en un probable incremento en el nivel de la laguna, quizás cercano a 1 m por encima del nivel actual, teniendo en cuenta que la lámina de agua de los esteros y de los lagos de Iberá tiene continuidad.

Si se diera esta situación, se habría producido sobre el Iberá un incremento próximo a 1,80 m del nivel de la laguna Iberá respecto del período previo. Este valor es equivalente al doble de los valores medios de la lámina de agua registrados en el período 1968-1988 (antes del cierre de la represa), considerando la capacidad de almacenamiento de la cuenca.

### 3.1.2. ¿Podrían existir otras causas de la elevación del nivel del agua en los esteros del Iberá?

Se manejaron dos hipótesis adicionales a la ya planteada:

#### a) El aumento del nivel del agua puede deberse al incremento de las lluvias en los últimos años.

Esta argumentación surge del estudio: "Diagnóstico Hidrometeorológico del sistema Iberá" producido por EVARSA (2002). En el mismo se concluye que el comportamiento de los niveles hidrométricos en la laguna Iberá en el período 1983-2000 está asociado directamente a la evolución del almacenamiento superficial del sistema, producido por el aumento de las precipitaciones a nivel regional. Según este documento, existe un

período húmedo en la zona desde inicios de la década del ochenta, lo que ha provocado un aumento en el valor medio de las precipitaciones respecto de la media de largo plazo y aún más respecto a períodos más secos del registro histórico.

Los valores de caudales de los ríos Paraná y Paraguay complementan lo anterior, como señal de que el fenómeno abarca una amplísima región (EVARSA, *op. cit.*).

Cuando se producen modificaciones en el régimen de lluvias en una cuenca, las mismas pueden percibirse sintéticamente en la cantidad de agua que lleva el río, lo cual queda expresado en forma simple y fácil de visualizar en los cambios en la altura del río. Todos los ríos autóctonos de esa región, que se encuentren bajo el mismo régimen meteorológico, pueden ser tomados como indicadores de mayor o menor cantidad de lluvias.

Un aumento importante en los niveles del río Paraná en un área próxima a Iberá, también podría sustentar esta hipótesis. En la Figura 31 se compara la serie de datos hidrométricos del río Paraná en el puerto de Itá Ibaté (aguas abajo del embalse Yacyretá), con los del Iberá en Carlos Pellegrini.

Se consideró el puerto de Ita Ibaté por ser próximo a Iberá y recibir poca influencia por la regulación que impone el embalse Yacyretá. No se consideró el puerto de Posadas porque está en la cola del embalse y porque se encuentra influenciado durante el período de aguas altas. De tal manera, al considerar los datos de la serie 1980-2000 el incremento de caudal respecto del período previo es próximo al 20%, muy superior al que ocurre en otros puertos del Paraná en igual período.

En la Figura 31 se aprecia claramente que el río mantiene su régimen pulsátil, si bien se observa un incremento a partir de 1972. Sin embargo, no hay ninguna anomalía -niveles muy altos en forma permanente a partir de 1989-, en tanto que la curva en Iberá sufre un cambio muy pronunciado y se mantiene en niveles muy altos a partir de abril de 1989. Ambas curvas muestran que la región fue afectada por el período hiper húmedo de 1983-1984. Se advierte que el Iberá recupera sus valores "normales" en poco tiempo.

En la Figura 32 se muestra que el nivel de la laguna Iberá (Pellegrini) se elevó 180 cm en solamente 220 días, situación que no puede explicarse únicamente por el aumento de las lluvias en ese período (Canziani *et al.*, 2003a y b). Menos aún puede comprenderse que los niveles del sistema (Carlos Pellegrini) se mantengan inusualmente altos en forma permanente, a pesar que las lluvias tuvieran valores fluctuantes, como se muestra en la Figura 28.

#### b) El aumento del nivel del agua se produjo por el taponamiento del escurrimiento del agua con embalsados, lo que dificultaría la evacuación por el río Corriente.

Como fuera explicado, la colonización de los cuerpos y cursos de agua ocurre en forma relativamente rápida, al menos en sus primeras etapas y, en pocos años o décadas, pueden

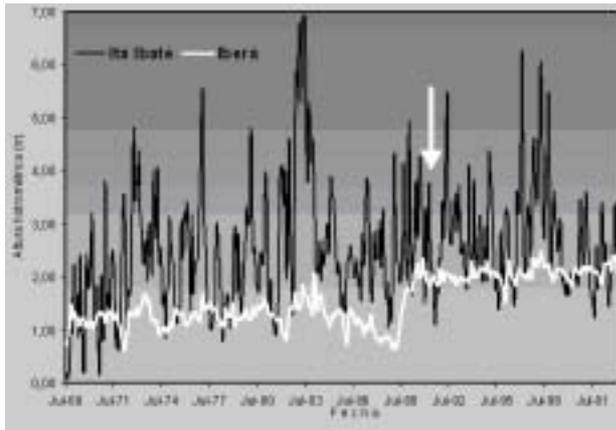


Figura 31. Variaciones mensuales promedio del río Paraná en el Puerto de Itá Ibaté y de la laguna Iberá. Período: julio de 1968-febrero de 1997

encontrarse embalsados de 1 m de espesor (Neiff, 1982 y 2001). Sin embargo, la consolidación del suelo turboso ocurre durante cientos a miles de años.

La comparación de fotografías aéreas e imágenes satelitales producidas desde 1944 a 2001 (Figura 33), da cuenta que la forma, tamaño, posición y profundidad de las lagunas variaron poco o nada, durante esa serie de tiempo.

Las imágenes satelitales muestran que no hubo crecimiento o acumulación de embalsados. Las observaciones de campo y de laboratorio indican que el espesor de los embalsados y la estructura del perfil del histosol no ha tenido modificaciones respecto de lo conocido en la década del ochenta.

La obstrucción de los canales de escurrimiento puede ocurrir por:

- Crecimiento *in situ* de la vegetación desde las márgenes de los canales hacia el centro del curso durante la fase de aguas bajas.
- Embancamiento con embalsados o resto de ellos durante o al final del período de lluvias.

Ninguna de estas causas explicaría el aumento de un 60% en el nivel del agua del sistema en sólo 220 días.

El período de aguas bajas previo a abril de 1989 no fue diferente de otros que se registraron durante el siglo XX, por lo que el crecimiento desde las márgenes del curso fue semejante al ya conocido.

El taponamiento de las vías de escurrimiento con materia orgánica de los embalsados, si bien ocurre por períodos muy cortos, se resuelve con el comienzo del período lluvioso, debido a que el mayor caudal de agua que circula por los canales determina que la necromasa se desintegre y deposite en las márgenes de los canales (en forma análoga a la formación de albardones).

La obstrucción de las vías de escurrimiento con embalsados requiere que el sistema tenga agua suficiente para que los embalsados del margen de las lagunas floten y sean transportados por el viento y depositados en la boca de los canales y,

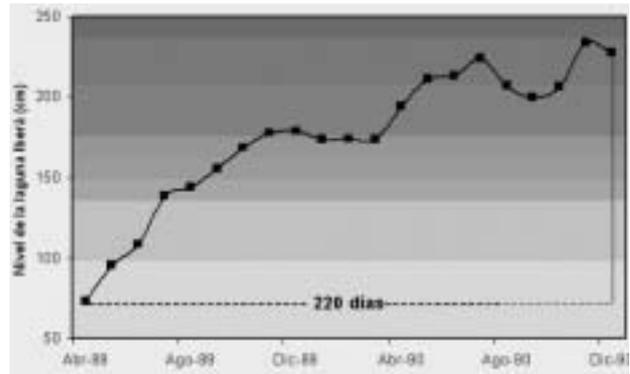


Figura 32. Incremento del nivel del agua en Iberá (hidrómetro de Pellegrini): período crítico. En menos de ocho meses se produjo el aumento sostenido del nivel del agua.

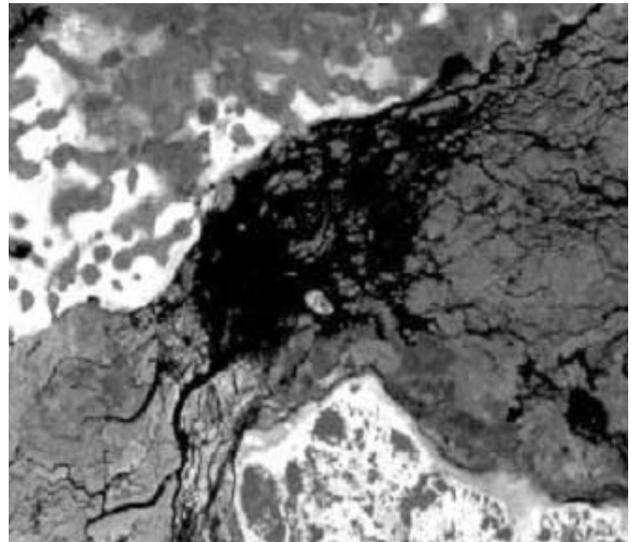


Figura 33. Imagen Landsat 7 TM del período de mayor anegamiento (1998), proporcionada por CONAE. Cabeceras del río Corriente. Se aprecia un diseño de escurrimiento multi-canalizado, de escurrimiento libre y no se visualizan obstrucciones zonales.

dentro de los canales, por la competencia del flujo.

Evidentemente esta situación no ocurrió porque, previo a abril de 1989, se registró una bajante marcada del nivel del Iberá. Dentro de los esteros, en las adyacencias de los canales, los embalsados permanecen fijos, sólo sujetos a desprendimientos menores. Buena parte del agua escurre allí por debajo de los suelos flotantes.

Resumiendo las ideas presentadas:

- El análisis de fotos aéreas e imágenes satelitales en una serie de sesenta años señala que no se han producido cambios en la morfología de los cuerpos y cursos de agua.
- El análisis de imágenes Landsat 7 TM en fases de anegamiento máximo (1998) y sequía (diciembre de 2001) no detectó taponamiento del escurrimiento por embalsados respecto de las imágenes correspondientes a 1987. Los reconocimientos de campo no acreditan embancamiento con embalsados.
- El proceso de embancamiento requiere de condiciones ambientales distintas de las que se dieron en la serie 1987-1989. La formación de embalsados y el avance de los este-

ros configuran un proceso continuo que ocurre en décadas de tiempo.

- El aumento del 60% del nivel de la columna de agua en la laguna Iberá en sólo 220 días, constituye un evento sin antecedentes en la región entre 1918 y 1989, considerando que tal incremento se mantiene desde ese año. Es improbable que este disturbio ocurriera por taponamiento de las vías del escurrimiento del agua superficial.
- Finalmente, el banco de embalsados en las nacientes del río Corriente debería tener un espesor de al menos 9 m de alto en el umbral de descarga del Iberá (y estar constituido por materiales de mayor resistencia que los embalsados), para producir el efecto de retención capaz de elevar un metro ochenta el nivel del agua en laguna Iberá, a 100 km de esta zona.

### 3.1.3. Riesgos de la elevación del nivel hidrométrico en el Iberá

#### 3.1.3.a. Antecedentes

Al presente, en coincidencia con el llenado del embalse de Yaciretá en cota de 76 m.s.n.m se ha producido un incremento del nivel medio de las aguas de Iberá próximo a 80 cm, lo que representa casi el 60% respecto del nivel medio que tenía este gran humedal antes de la construcción del embalse.

Ya se han detectado cambios desfavorables en los agrosistemas situados en el borde noroccidental del Iberá, que se han documentado a través de sucesivos reclamos de productores de la provincia de Corrientes ante la EBY y el parlamento desde 1989, los que han sido compilados en el informe de la consultora Lotti & Asociati (*op cit.*).

Estos antecedentes señalan cambios por anegamiento (Fulquet, 1999; 2000a y b) que afectarían la potencialidad de uso de los campos perimetrales al Iberá.

Si bien no se han realizado cuantificaciones detalladas, es conocido que el nivel del agua subterránea de los esteros y lagunas del Iberá se encuentra muy próximo a la superficie. Los trabajos realizados a través del Convenio ICA/INCYTH (1978) informan que el nivel de los pozos perimetrales en la margen E de los esteros del Iberá se encontraba, a fines de la década de 1980, a menos de 1,5 m de la superficie del suelo. Los pozos de balde en la localidad de Galarza, situados al borde de los esteros tenían agua libre a 1 m. (INCYTH, *op. cit.*, T. iii).

En el reciente estudio de la consultora contratada por la EBY para diagnosticar el posible transvasamiento desde el embalse al Iberá, se informa que el nivel del agua de las lagunas y esteros del sistema se corresponde con el del nivel freático (Lotti & Asociati, *op. cit.*), si bien no se repitieron las mediciones freáticas realizadas por ICA-INCYTH en los pozos perimetrales al Iberá como para establecer con precisión si el nivel de

las lagunas se corresponde actualmente con el nivel freático. Esta contribución no puede esclarecer las causas de los cambios ocurridos en Iberá. Para esto son necesarios estudios hidrogeológicos regionales. Por este motivo, tampoco es posible conocer objetivamente la consecuencia de una mayor elevación del embalse Yaciretá.

Por todo lo expresado, se mencionarán los impactos actuales producidos por la elevación de la lámina de agua en el Iberá (80 cm *promedio* en el hidrómetro de Carlos Pellegrini). Luego se presentará un escenario hipotético, en caso de que se produjera una nueva elevación del nivel del sistema, alcanzando en la laguna Iberá (Carlos Pellegrini) los 3,30 m, lo que correspondería a la cota de 64 m.s.n.m.

La valoración de impactos y de riesgos ambientales no será cuantificada en términos económicos por varios motivos. Primeramente porque escapa al objetivo central de esta contribución, pero también en reconocimiento a lo inapropiado de la valoración de los humedales a través de un parámetro utilitario, con desconocimiento de los valores y servicios ecológicos para las generaciones actuales y futuras, de la dimensión cultural, religiosa, escénica y otras facetas que difícilmente puedan ser bien valoradas en términos monetarios, en clara discrepancia con algunos autores que han defendido este tipo de evaluaciones (Barbier *et al.*, 1997; Lambert, 2003). Estas limitaciones son mayores aún en Sudamérica donde no hay parámetros estandarizados de valoración, donde el “mercado” de los servicios ambientales es todavía incipiente, donde existen dificultades importantes en la selección de indicadores, donde la pobreza condiciona la elección de alternativas de uso de la tierra y donde el cuidado y vigilancia ambiental por parte de los organismos gubernamentales es incipiente.

#### 3.1.3.b. Impactos ambientales

No se dispone de antecedentes análogos al contexto geográfico del Iberá y a los posibles efectos de disturbios como los que se registran aquí. Las inferencias que se presentarán se apoyan en el conocimiento de los procesos y de la estabilidad de algunos elementos del paisaje. La estimación de impactos requiere estudios especiales.

Seguramente, cada una de las cuencas que integran la Región del Iberá (Iberá, Batel-Batelito, Santa Lucía y Riachuelo) ha de responder en forma diferente debido a los distintos niveles freáticos de cada una de ellas (INCYTH, *op. cit.*), a la proporción de tierras anegadas en forma permanente y temporaria y a la diferente utilización de las tierras en cada cuenca. En el esquema de la Figura 34 se resumen tres grandes áreas de impactos esperables a partir del transvasamiento de agua al Iberá:

- Acumulación de materia orgánica
- Acción del fuego
- Acción del viento

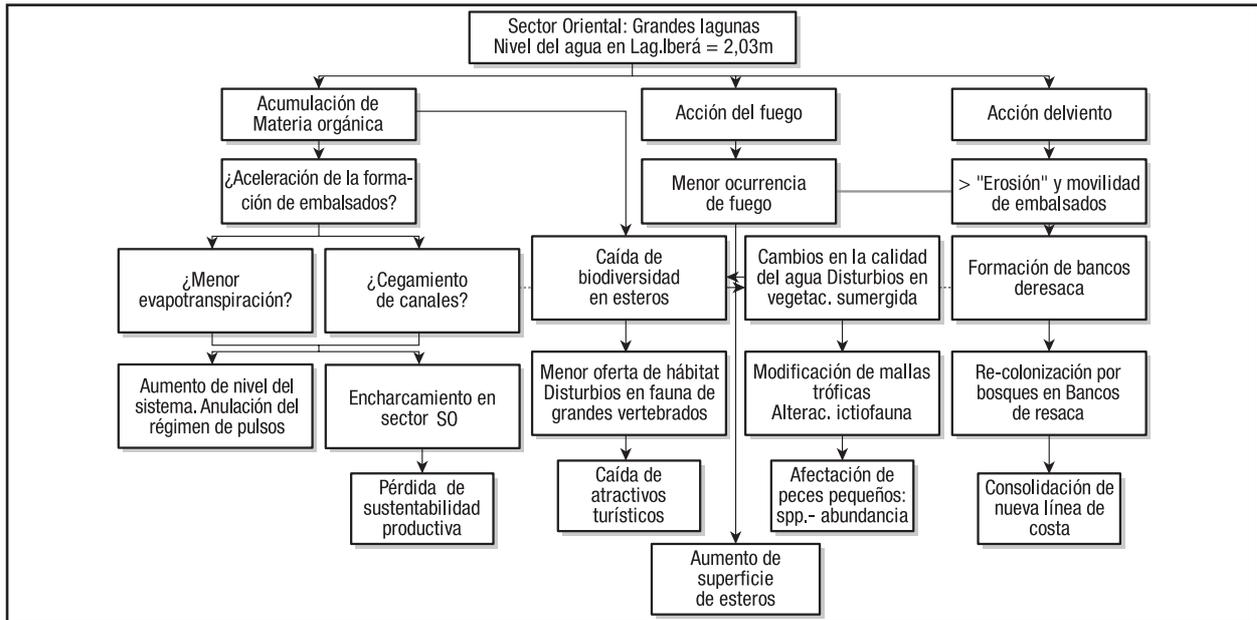


Figura 34. Áreas de impactos esperables a partir del transvasamiento de agua al Iberá.

#### ● Acumulación de materia orgánica

La permanencia de aguas altas en el sistema está asociada con el avance de la vegetación palustre del estero sobre las nuevas áreas encharcadas y, también con la consolidación de los embalsados perimetrales, poblados por plantas de alta producción anual de materia orgánica (Neiff, 1990b y 1997; Gantes *et al.*, *op. cit.*) como *Typha* spp; *Zizaniopsis bonariensis*; *Fuirena robusta* y otras (Neiff, 2003) que depositan sobre el suelo flotante de los embalsados entre 8 y 16 tn de materia seca/año. Si bien una parte se descompone en presencia de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, el proceso es muy lento (Bruquetas y Neiff, *op. cit.*).

El proceso de descomposición no tiene una etapa oxidativa seca, debido a que las aguas embeben el suelo en forma permanente. Los tejidos duros de estas plantas se descomponen principalmente por procesos físicos y químicos de lixiviado de materiales de constitución, si bien en forma muy lenta. Al mismo tiempo se liberan compuestos orgánicos intermedios como ácidos fúlvicos y lignina, que tienen acción bacteriostática, por lo que el proceso de desintegración por microorganismos bacterianos se encuentra prácticamente bloqueado en el agua intersticial de los embalsados que tienen pH definitivamente ácido, generalmente menor que 6 unidades (Neiff, 1997; Lancelle, *op. cit.*).

El proceso comentado favorece la acumulación de materia orgánica en el sistema, especialmente si se tiene en cuenta la baja o nula ocurrencia del fuego en las condiciones comentadas.

La situación hidrológica actual (aguas altas y escasa fluctuación temporal), ha alterado los ritmos estacionales de la vegetación de los embalsados, que no está controlada ni por la deficiencia del agua en una fase seca, ni por el fuego.

Esta nueva condición del sistema favorece el aumento del área

ocupada por la vegetación flotante y palustre en lugares de aguas abiertas, pero más aún en los canales que desaguan los esteros hacia las lagunas. Al no existir fluctuaciones hidrométricas importantes, los flujos horizontales de agua en el sistema son de menor magnitud y sin competencia para controlar el crecimiento de la vegetación en los canales.

Como ya fuera explicado, la vegetación palustre de estos embalsados consume menor cantidad de agua que los espejos de agua libre, por lo que la evapotranspiración disminuye a nivel del balance hídrico global, respecto de la situación previa a 1989.

En el sector occidental y, en menor grado, en el N de la Región del Iberá se acelera el proceso de *esterización* con encharcamiento de nuevas tierras como efecto directo del aumento en el nivel de la lámina de agua, por la colonización progresiva de la vegetación palustre (geófitos) y, minoritariamente, por la acumulación de materia orgánica muerta. La expresión sintética de este cambio es la transformación de bañados de pastos cortos y tiernos en pirzales y totorales, compuestos por plantas con escasa o nula receptividad para la vida silvestre y para el ganado. Estas áreas de ecotono, se mantenían en constante cambio debido a la fluctuación de la lámina de agua, configurando zonas de tensión entre el ambiente terrestre y el acuático, que mantenían una elevada biodiversidad vegetal y de bioformas (Arbo y Tressens, *op. cit.*), constituyendo áreas de alta diversidad faunística, especialmente a nivel de aves (Blanco, 1999; Giraudo *et al.*, *op. cit.*).

#### ● Acción del fuego

El aumento del nivel del agua en el Iberá y su permanencia estacional en aguas altas, está alterando el régimen de fuego,

por el mayor encharcamiento permanente del suelo y por la menor cantidad de materia seca (combustible) para la quema. El fuego es uno de los factores controlantes de la estructura y estabilidad de los humedales de clima cálido (Neiff, 2001). En los esteros del Iberá el fuego puede ocurrir en forma inducida dado que, en ciertas oportunidades, los cazadores queman algunos sectores para perseguir a sus presas. Pero ocurre también en condiciones naturales por la acumulación de metano, producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en días calmos de verano, que luego son sucedidos por tormentas eléctricas. En estas condiciones, el fuego quema la vegetación y unos pocos centímetros de la capa superficial del embalsado.

El fuego produce una simplificación temporal de los ecosistemas, una caída instantánea de la biodiversidad, la oxidación violenta de la materia orgánica, la liberación de sales minerales que se incorporarán luego al agua intersticial del embalsado y finalmente a los cuerpos de agua, entre otros cambios drásticos.

Sin embargo los incendios naturales, al igual que en otros humedales, no tienen consecuencias adversas para la estabilidad del sistema, produciéndole un “rejuvenecimiento” y haciendo más lenta la colmatación de los lagos, como ya fuera explicado al tratar la dinámica de la vegetación (Capítulo III).

Este tipo de incendios, por afectar alternativamente distintas zonas de los esteros, por ocurrir al comienzo de las tormentas y, por no comprometer integralmente la oferta de hábitat, no tienen efectos negativos sobre la biodiversidad. La mayor parte de los organismos están adaptados a los pulsos de fuego. La recolonización de muchas especies es sólo posible luego de los incendios.

En las grandes llanuras sudamericanas, el fuego cumple una función equivalente a la de los grandes herbívoros en las planicies africanas (Morello, 1984). La baja actividad de herbivoría, en un escenario privado del fuego, puede modificar el rumbo de la sucesión natural, favoreciendo la presencia de especies rústicas, de alto potencial biótico, que terminan ocupando en forma excluyente la vegetación de los esteros. Tal es el caso de *Claudium jamaicense* (“rosa colorada”) que forma cortaderas con muy poca oferta de hábitat, casi deshabitados.

Estos cambios son especialmente perniciosos para los ciervos, carpinchos y herbívoros menores, que pueden resultar muy afectados y hasta segregados poblacionalmente de sus territorios por modificaciones adversas de las pasturas y de sus áreas de refugio.

La menor frecuencia de fuego puede privar a los lagos del ingreso de nutrientes asimilables desde los esteros y, con esto, afectar a la producción de plantas sumergidas que -a su vez- son el sustento trófico y el hábitat basal de complejas mallas

tróficas que terminan en los peces y aves acuáticas (Poi de Neiff, 2003a). Por ejemplo, al S del Iberá, las praderas de plantas sumergidas ocupan la mayor superficie de las lagunas Fernandez, Trin y Medina, siendo el asiento de una rica ictiofauna, de la que se han citado más de 100 especies.

#### ● Acción del viento

La mayor profundidad de las lagunas favorece la flotación de algunos sectores de embalsados del margen de las grandes lagunas. También favorece el batido del oleaje, que afecta principalmente al borde de las grandes lagunas.

Las ráfagas de mayor frecuencia tienen una intensidad menor a 50 km/hora. Alcanzan a movilizar los embalsados dentro de las lagunas aunque sin llegar a desagregarlos.

Otro efecto del viento de baja intensidad es la remoción parcial de sedimentos orgánicos sueltos que en la zona de aporte de los esteros, como en la desembocadura del canal Caengüá en la laguna Luna o en la desembocadura del canal Miriñay en la laguna Iberá, tienen 2 m de espesor. En las áreas centrales de las lagunas tienen un espesor menor de 50 cm, aunque están igualmente sueltos y pueden ser depositados en algunos sectores de las márgenes.

Tormentas de intensidad próxima o superior a 100 km/hora pueden ocurrir con una frecuencia menor de 50 años (Neiff *et al.*, 2000) y producen fuertes cambios en el margen de las lagunas, debido a que derriban árboles de los embalsados y desagregan extensos sectores de la línea de costa (Figura 35). Durante estos eventos se producen enormes bancos de resaca, arrastrada por el viento, sobre la cual la vegetación recoloniza en pocos años y llega a formar nuevos bosquecillos, como ya fuera explicado al considerar la dinámica de la vegetación (Capítulo III).

Los impactos mencionados están produciéndose actualmente en el Iberá con distinta intensidad y frecuencia. Muchos de ellos son acumulativos y su manifestación evidente requiere algunas décadas de tiempo.



Figura 35. Árbol derribado por acción del viento.

3.1.3.c. Riesgos ambientales

El macrosistema Iberá incrementó 1,80 m el tirante de agua (laguna Iberá) en sólo 220 días en 1989, en forma coincidente con el desvío del río Paraná y el cierre del embalse de Yacyretá. No se ha demostrado en forma objetiva que el incremento del nivel del extenso sistema del Iberá no tenga relación con la construcción del embalse.

Por esta causa y, si bien es difícil conocer cual sería el nuevo nivel de equilibrio, en caso que se elevara el embalse a la cota de 83 m.s.n.m., puede pensarse en un nuevo incremento en el nivel del agua del humedal.

Sin ánimo de polemizar sobre la causa del disturbio hidrológico que se ha producido en el Iberá, ni sobre la magnitud del posible recrecimiento futuro del nivel de Iberá, se analizará un escenario hipotético en que el Iberá alcanzaría los 3,30 m en el hidrómetro de la laguna Iberá (Carlos Pellegrini) como nivel de equilibrio.

El análisis de riesgos, en sentido amplio, puede ser visto como un ejercicio para la interpretación de un problema y para la búsqueda de soluciones en forma anticipada (Bartell *et al.*, 1992).

Riesgo es una palabra que puede tener distinto significados. Aquí se la usa para representar una situación o escenario en que el sistema es conocido y donde los intervalos de las variables y las probabilidades asociadas a ellas podrían predecirse (Neiff *et al.*, 2000).

Cuando los parámetros del sistema son conocidos pero no así las probabilidades asociadas, el riesgo se transforma en *incertidumbre*, que es muy difícil de establecer porque depende de una constelación muy grande de interrelaciones en las que el estado precedente y la ocurrencia de algunos de sus estados son totalmente eventuales (por ejemplo, tormentas excepcionales). En un humedal como el que se analiza, en el que no se conoce la hidrogeología, la dinámica del agua subterránea y en el que una parte del balance hídrico es inferido sobre la información que se dispone -la cual no alcanza el nivel de especificidad necesario-, cualquier pronóstico tiene sólo el valor de un ejercicio. El conocimiento del sistema físico es incompleto, por lo que no pueden comprenderse suficientemente las relaciones funcionales; la red de interacciones es muy abierta y difícil de modelar en un esquema global de causas y efectos. La perspectiva que se comenta seguidamente está basada solamente en el conocimiento de la plasticidad del sistema (resistencia) y en la capacidad de recuperación del equilibrio (retorno, resiliencia) luego de producido un disturbio de la calidad y magnitud que se analiza.

En la Figura 36 se presentan algunas transformaciones que pueden ocurrir en la configuración ambiental mencionada y que correspondería a un nuevo nivel de equilibrio hidrológico de 3,30 m en laguna Iberá.

En la parte derecha de la figura se han representado las principales transformaciones esperadas para el sector oriental del

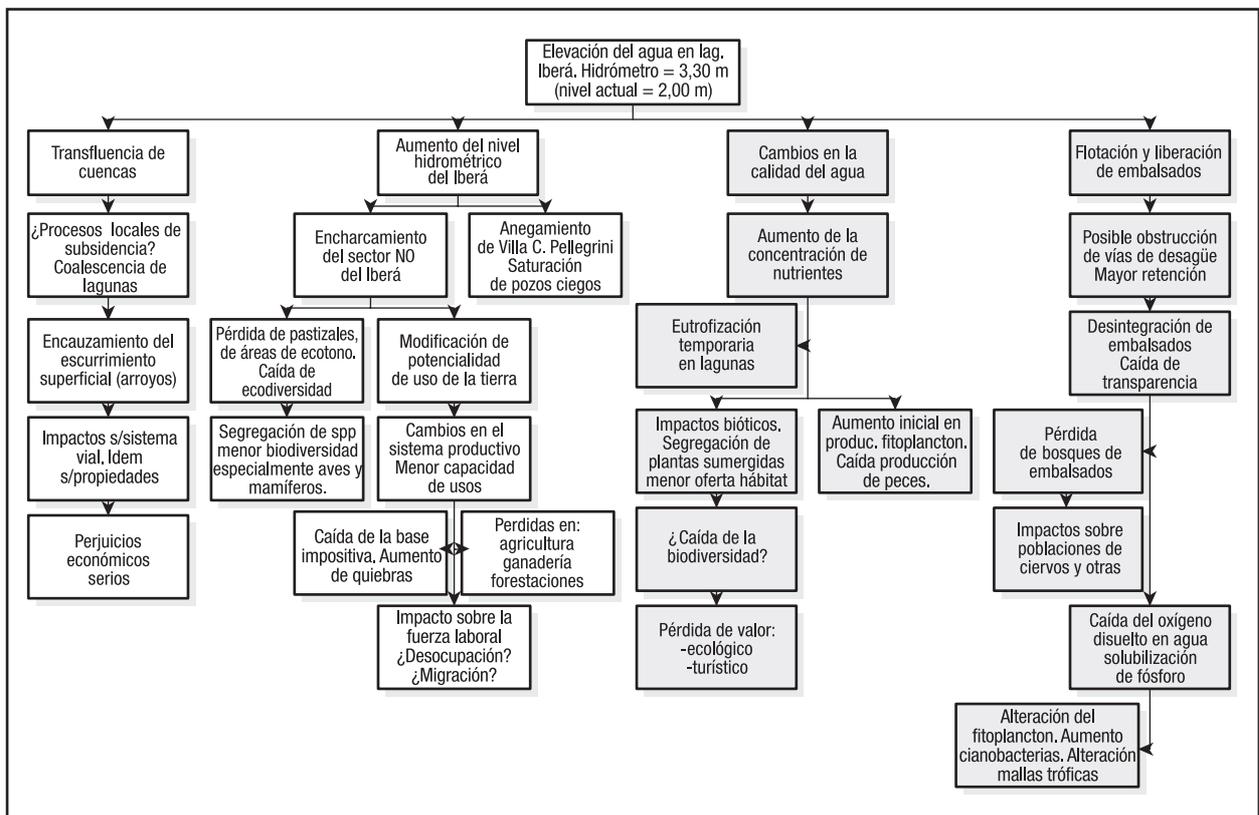


Figura 36. Resumen de las transformaciones que se producirían si el nivel del agua del Iberá se elevara a 3,30 m. Los cuadros con fondo gris, destacan posibles efectos en las grandes lagunas y esteros del Este del macrosistema Iberá. Los cuadros del sector izquierdo se refieren a los efectos en el sector Noroccidental.

macrosistema Iberá, en el que se encuentran las grandes lagunas rodeadas de extensos esteros ocupados por suelos turbosos con vegetación palustre. En el lado izquierdo se representan las principales modificaciones esperables en el sector NO y N del Iberá.

Los riesgos para ambos subsistemas tienen muchos aspectos en común, especialmente en las consecuencias que podría tener la nueva situación sobre la estructura y funcionamiento del paisaje y de esta nueva configuración sobre la biodiversidad y sobre el turismo. En el subsistema del NO-N del Iberá, los riesgos son mayores debido a que la zona tiene una firme actividad ganadera, que ya está siendo afectada (Fulquet 2003) y se podrían alcanzar aún mayores efectos negativos con un nuevo incremento del nivel de Iberá.

Algunos aspectos de mayor interés de la Figura 36 son los siguientes:

- Activación de paleocursos fluviales
- Aumento del nivel hidrométrico del macrosistema Iberá
- Cambios en la calidad del agua.

#### ● Activación de paleocursos

Según Popolizio (1981), debajo del paisaje actual del Iberá yace una antigua red de avenamiento, cuyo modelo puede ser parcialmente visualizado en las imágenes satelitales.

En la Figura 1 (Anexo), se aprecia el abanico sedimentario, con vértice en el actual embalse de Yacyretá y con un desarrollo casi simétrico en ambas márgenes del río, comprendiendo los esteros de Ñeembucú (Paraguay) y la Región del Iberá (Argentina). Este abanico está formado por sedimentos permeables que tienen un espesor de 20 a 40 m y están asentados sobre el basalto.

La intercalación de lomadas arenosas (cribadas de lagunas) con depresiones en el sentido del escurrimiento antiguo conservan hoy vestigios de la posición de los paleocauces que están orientados hacia las cuencas de los ríos Santa Lucía, Corriente y Aguapeí. Fulquet (2003) ha presentado indicadores geomorfológicos que señalan algunos cursos, como el Atinguy, que atraviesa los esteros de Ñeembucú de N-S y que habrían tenido una continuidad en territorio correntino. Según Iriondo (com. pers.<sup>1</sup>) el actual cauce del Aguapeí fue tallado en un período en que el río Paraná llevaba mayor caudal y desaguaba en parte por este río, existiendo además indicadores de paleocauces en la zona Santa Tecla - Puerto Valle (Corrientes).

El abanico de sedimentos fluviales, posiblemente aportados entre el Plioceno Superior y el Pleistoceno, tiene un nivel topográfico de 68 a 70 m.s.n.m en la margen izquierda del río. Previo al embalse de Yacyretá, el Paraná se encontraba la

mayor parte del tiempo por debajo del nivel actual del pelo de agua de los esteros del Iberá, con lo que el pasaje de agua hacia el Iberá era poco importante o no existía.

Con el cerramiento del río y el llenado del embalse a cota de 76 m.s.n.m., la columna de agua se encuentra unos 8 m por encima del nivel de la parte de contacto de los esteros del Iberá con el Paraná. La mayor presión hidrostática determinaría que las filtraciones del embalse escurrieran subterráneamente en/sobre el basalto, especialmente en aquellos sitios de mayor conductividad (paleocauces).

Esta activación de antiguas vías de escurrimiento, hoy rellenas con sedimentos, pueden determinar el arrastre de materiales finos del subsuelo y finalmente del suelo, dando lugar a *hundimientos* (proceso de subsidencia) cuya localización acompañará al escurrimiento subterráneo.

Hacia estos sitios, más bajos, se encauzará el agua superficial completando, en el largo plazo, la reactivación de cursos fluviales. Este proceso ha de modificar la potencialidad de uso de las tierras, generará aislamientos y problemas en la circulación terrestre de vehículos y maquinarias en los campos involucrados y se completará la formación de uno o más cursos de agua.

Pueden verse afectadas forestaciones ya logradas y otros cultivos.

#### ● Aumento del nivel hidrométrico del macrosistema Iberá

Con el propósito de ayudar a direccionar estudios futuros se señalan algunos aspectos que merecen especial atención.

- Aumento del área ocupada por bañados y esteros en el NO y N de la Región del Iberá.
- Se espera una retracción del área de pasturas mesófilas de “tierra firme” que serán reemplazadas por praderas dominadas en una primera fase por gramíneas.
- Aumentará el área ocupada por pirizales y totorales en el área antes mencionada.
- En relación a estos cambios habrá modificaciones en la oferta de hábitat para la fauna silvestre. Debe estudiarse una posible retracción numérica de las poblaciones de carpintero (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y una caída local en la riqueza específica a nivel de anfibios y de aves acuáticas.
- En las grandes lagunas del Iberá, ha de producirse una reducción en el área ocupada por los juncales (*Schoenoplectus californicus*) y una fuerte retracción en la superficie ocupada por las plantas arraigadas con hojas flotantes (géneros *Nymphaea* y *Nymphoides*).
- La vegetación sumergida será la más afectada, produciéndose una fuerte segregación en las poblaciones de *Cabomba australis*, *Egeria* spp., *Potamogeton* spp. y *Myriophyllum brasiliense*.
- Disminuirá la producción orgánica a nivel de las plantas de tejidos blandos (praderas). Como resultado, se produci-

<sup>1</sup> Prof. Dr. Martín Iriondo: Universidad Nacional del Litoral. Casilla de Correo 487 (3100) Paraná, Entre Ríos, Argentina.

rá una caída en la riqueza de especies de invertebrados asociados a esta vegetación y también una fuerte caída en la producción de estos organismos, asimilables por peces.

- A nivel del plancton se producirá una caída en la riqueza de especies, especialmente a nivel de las clorofíceas, diatomofíceas y euglenofíceas y un aumento en la producción de cianobacterias asociadas a la eutrofización de los cuerpos de agua.
- Si bien los cuerpos de agua avanzarán hacia condiciones de eutrofia (con predominio de cianofíceas) el sistema en su conjunto, comprendido a los esteros, continuará con condiciones de distrofia, saprotrofia funcional (Neiff, 1981 y 1997).
- Habrá mayor influencia de las tormentas, especialmente notoria en los embalsados del borde de las grandes lagunas, que se desprenderán más fácilmente en forma de islotas flotantes. Esta modificación en la estructura del sistema puede producir varios procesos en cadena, entre los que pueden mencionarse:
  - Obstrucción de canales de escurrimiento entre lagunas.
  - Retención temporal del escurrimiento y aumento temporal del almacenamiento de agua.
  - Aumento del encharcamiento en áreas de suelo seco, especialmente en el O del Iberá.
  - Transformación de gramillares hidrófilos del borde de lagunas y esteros en pirizales y espadañales de poca oferta de hábitat.
  - Aumento de la conversión de áreas de ecotono, con alta riqueza de especies, en sitios de poca variabilidad espacial y temporal, como los totorales y formaciones equivalentes.
  - Algunos de los procesos mencionados pueden acrecentar la pérdida de tierras de buena receptividad agropecuaria en el NO del macrosistema Iberá con consecuencias socioeconómicas que merecen estudios especiales.

#### ● Cambios en la calidad del agua

Como se comentara anteriormente, los cambios en el nivel hidrométrico del sistema, y en la cantidad de agua acumulada, repercutirán de por sí en la distribución y abundancia de los organismos, esperándose en general una caída en la diversidad a nivel del paisaje y también a nivel de la mayoría de las comunidades. Aumentará, además, la flotación de extensas masas de embalsados de esteros perimetrales a las lagunas. Esto determinará:

- Mayor influencia de las tormentas fuertes sobre la vegetación de los embalsados.
- Desagregación de extensas masas de esteros.
- Tabicamiento de sectores de las lagunas y de canales de escurrimiento.

- Retardo del escurrimiento y retención de agua por endicamiento.
- Retroceso de la superficie ocupada por embalsados con bosques (desagregación y hundimiento por el viento).
- Incremento del tamaño de los espejos de agua de las lagunas que se encuentran en las lomadas arenosas del SO-NE.
- Formación de nuevas vías de escurrimiento (arroyitos) en las lomadas arenosas.
- Interconexión superficial permanente de los esteros de Iberá, Batel-Batelito y Santa Lucía.
- Posible caída de la potencialidad turística por uso del paisaje.
- Necesidad de modificar los límites de la Reserva Iberá y su régimen de manejo.

Algunos de los procesos mencionados podrán evidenciarse en pocos años y otros demandar varias décadas en hacerse evidentes.

Sin que se puedan segregar totalmente de los cambios físicos en el sistema, se producirán también cambios en la calidad química de las aguas:

- La menor fluctuación estacional y anual del nivel hidrométrico determinará una reducción de los flujos horizontales del agua desde los esteros a las lagunas y viceversa, con lo que habrá menores fluctuaciones en el contenido de nutrientes en las aguas.
- Cobrarán mayor importancia la acumulación y retención de nutrientes en el plancton y los flujos verticales de nutrientes desde los sedimentos al agua.

En esta situación el nivel hidrométrico del macrosistema Iberá sería un 100% mayor que aquel que tuviera en el período previo a 1989.

#### 3.1.4. Riesgos de bajar el nivel del Iberá

Ante la situación anormal de aguas altas permanentes que se registra actualmente, se ha mencionado la posibilidad de bajar el nivel de los esteros mediante obras civiles que facilitarían el desagüe. Si bien estos proyectos son todavía incipientes, corresponde señalar que un exceso de salida de agua del sistema puede tener efectos muy perniciosos que deben ser evaluados. Seguidamente se analiza una situación en la que el nivel de la laguna Iberá permanecería en forma prolongada en el nivel hidrométrico correspondiente al mínimo histórico.

**Escenario hipotético:** *el nivel de equilibrio en el hidrómetro de la laguna Iberá oscilando en 52 cm.*<sup>2</sup>

Desde las primeras décadas del siglo XX, algunos sectores de la sociedad pensaron que los humedales eran tierras de muy

<sup>2</sup> Esta configuración de aguas bajas extremas, en forma permanente, constituiría la antítesis de la situación actual.

bajo valor productivo y con grandes restricciones para las actividades humanas (asentamientos humanos, comunicaciones, cultivos tradicionales, etc.).

Los “programas de saneamiento” (MOSP. Corrientes/DIGID, 1973) también conducen a la desecación de los humedales, pero generalmente tienen como pretexto disminuir los impactos que produce el anegamiento del suelo durante los años muy lluviosos. Estas acciones, que consisten en drenar los humedales y ambas variantes comentadas tienden a asegurar resultados predecibles para las actividades agrícolas, forestales o de otro tipo.

En la mayoría de los casos conocidos, estos programas no han tenido el éxito esperado. La canalización de estos humedales resulta poco eficiente durante los períodos de muchas lluvias y producen anegamiento prolongado, debido a que la pendiente del terreno es muy baja (generalmente menor de 1:2.000). En estos ambientes, las aguas que anegan el suelo durante el período crítico son eliminadas principalmente por evapotranspiración y no por escurrimiento superficial (Neiff, 1986a y b). Es decir que el flujo del agua en estos paisajes es predominantemente vertical y no horizontal, como se pretende con la construcción de obras de desagüe.

Los canales, por el contrario, producen impactos negativos graves debido a que durante las sequías pronunciadas el suelo tiene menor almacenamiento de agua disponible para las plantas, tal como mencionara Ameghino (1886) al referirse a las sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires. En los humedales, especialmente en los que se encuentran en áreas de recarga freática, hay un *feed-back* permanente entre el agua disponible y la vegetación (García Novo *et al.*, *op. cit.*). Las acciones antrópicas que afecten gravemente a alguno de ellos producirá modificaciones irreversibles en otro compartimiento del sistema. Si el descenso del agua es permanente, interrumpe la capilaridad vertical que ejercen las raíces produciendo la sequedad del suelo y los procesos físicos asociados.

En la mayoría de los casos los suelos hidromórficos de los humedales tienen mucho menor receptividad para la agricultura o la forestación, con lo cual los rendimientos obtenidos son bajos -cuando no inciertos- debido a las limitaciones de sitio ya comentadas.

En muchos países (especialmente en el hemisferio norte, donde los humedales han sido fuertemente intervenidos desde las primeras décadas del siglo XX) esta situación ha cambiado con una clara conciencia de las funciones y valores de estos ecosistemas (Ramsar, 1972; Brinson *et al.*, 1981; Mitsch y Gosselink, 1993). Los estudios realizados han demostrado la conveniencia de restaurar humedales drenados (Marble, 1992; Mitsch y Gosselink, 1993; Hey *et al.*, 1989) y también la posibilidades y ventajas de usar humedales naturales y de construir humedales artificiales para recreación, con-

servación de la biodiversidad y otros servicios al hombre (Mitsch *et al.*, 1988).

En la Región del Iberá se plantearon varios proyectos de desagüe tendientes a bajar el nivel general del sistema y habilitar tierras para la agricultura y forestación en la parte NO del macrosistema, que fueron cuestionados por sus posibles efectos negativos (Neiff, 1977).

La presión de algunos grupos de productores de Corrientes durante años hiperhúmedos, determinó que las autoridades ambientales permitieran el desagüe de algunos bañados de la región, especialmente de numerosos *malezales*, sin que se hayan logrado los resultados esperados en la mayoría de los casos. Lo rescatable es que hoy disponemos de información respecto de los efectos indeseables del desagüe de estos ambientes, luego de pocos años de ocurrido. El aumento anormal del nivel del Iberá, que se registra desde 1989 y el posible agravamiento de la condición actual, puede llevar a *corregir* estos efectos indeseados bajando el nivel del sistema.

Conjeturando que esto fuera posible, lo que resultaría difícil de manejar serían obras que permitan regular el nivel del agua en todo el humedal y evitar que se agudicen los efectos de las sequías.

Para analizar los riesgos, se plantea un escenario hipotético en que el Iberá se mantuviera oscilando entorno a 0,52 m, que ha sido la situación crítica de sequía más marcada durante las últimas cuatro décadas.

Los efectos resultarán distintos en el área de grandes lagunas del este y en la zona NO del Iberá.

#### 3.1.4.a. Posibles consecuencias del desagüe de los esteros

La reducción permanente del nivel de las aguas del Iberá produciría modificaciones adversas en la distribución actual de los paisajes que lo integran, con efectos adversos sobre la estabilidad de los elementos y procesos que hoy conocemos.

En el flujodiagrama de la Figura 37 se presenta la compleja conectividad entre la disponibilidad del agua, el patrón de paisaje, tipos de vegetación y su oferta de hábitat para la fauna. Los cambios adversos en este complejo determinarían modificaciones drásticas sobre la distribución, diversidad y abundancia de la fauna silvestre.

La reducción del nivel hidrométrico produciría también cambios en la profundidad, extensión y evolución de las grandes lagunas del E (del denominado *modelo 1*; Neiff, 2003), influyendo especialmente sobre la resuspensión de sedimentos del fondo, la caída de la transparencia y la reducción de la superficie de los cuerpos de agua por avance de los esteros perimetrales. Estos cambios en la proporcionalidad de esteros y lagunas influirían también en la ictiofauna y en la producción general del sistema.

De igual importancia serían los efectos que se producirían como consecuencia de las obras por descenso del nivel freáti-

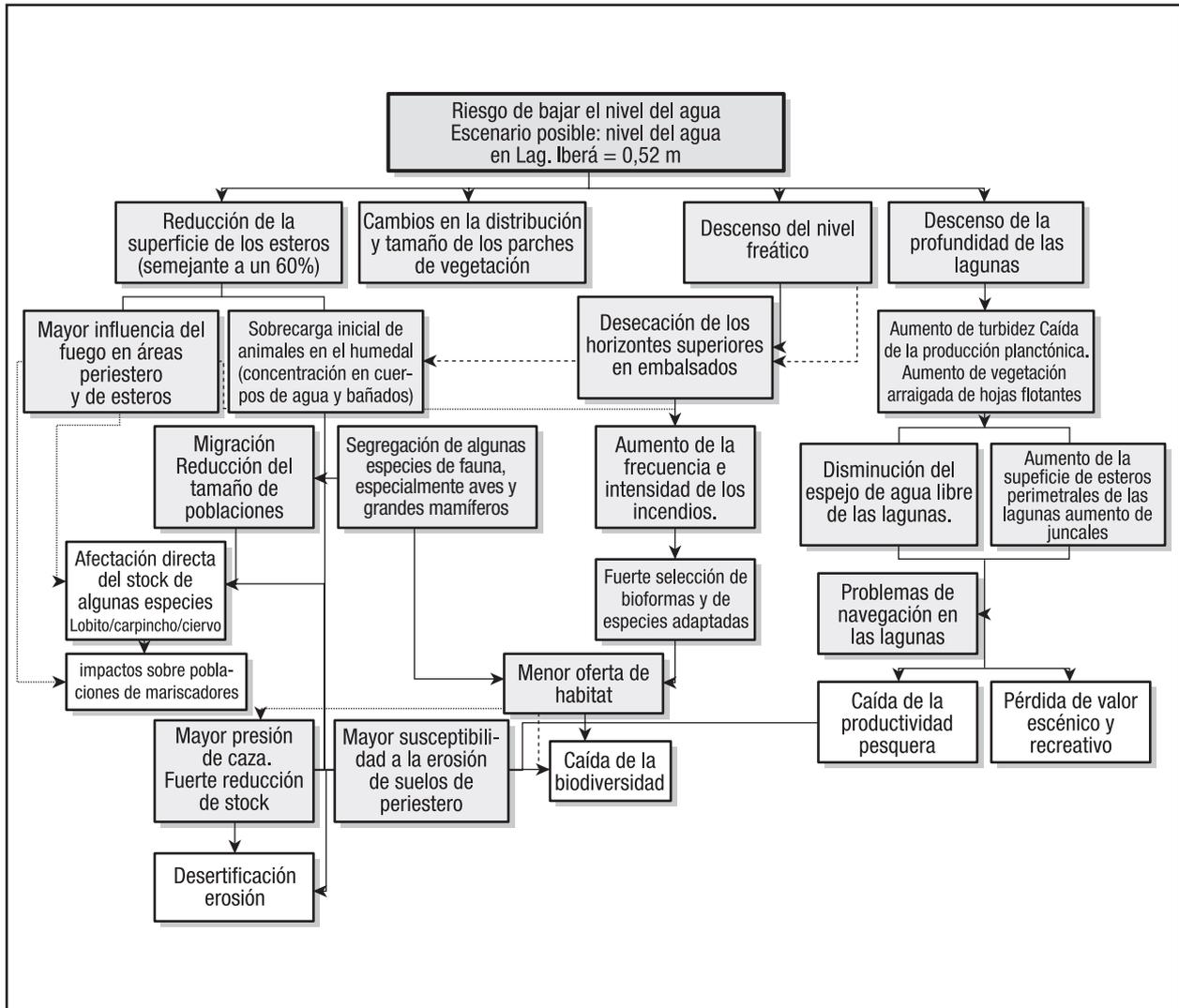


Figura 37. Conectividad entre la disponibilidad del agua, el patrón de paisaje, tipos de vegetación y su oferta de hábitat para la fauna. Los cambios adversos en este complejo determinarían modificaciones drásticas sobre la distribución, diversidad y abundancia de la fauna silvestre.

co, las que tendrían una influencia mayor en el sector occidental del Iberá debido a la geomorfología gradual del terreno (Popolizio, 1981) y a la existencia de suelos arenosos. Gran parte de los esteros situados en el NO (*modelo 2*; Neiff, 2003) y de aquellos situados en el área del río Corriente (*modelo 3*) serían fuertemente afectados por la menor permanencia del agua en el suelo, determinando un fuerte estrés para la vegetación. La frecuencia e intensidad del fuego, en el período inmediato posterior a la canalización, sería mayor con influencia negativa sobre la vegetación actual. Como consecuencia, se produciría un drástico reordenamiento de los patrones de paisaje. Este escenario sería menos favorable para la mayor parte de las especies de la fauna silvestre; algunas de ellas (como el lobito de río y el carpincho), deberían concentrar sus poblaciones en un espacio menor que el actual, en un hábitat que no estarían adaptados a esta nueva situación de carga (densidad). Las poblaciones animales serían

más vulnerables a la cacería, la que contribuiría a producir una fuerte retracción numérica y segregación territorial de muchas de ellas.

Sintéticamente, los efectos de la desecación permanente de los esteros pueden ser tan dramáticos como la situación de anegamiento extraordinariamente alto. En el diagrama de flujo de la Figura 37 se advierte sobre daños en el hábitat de especies centrales como carpincho, lobito y ciervo, impactos negativos sobre los grupos de pobladores nativos que practican caza y pesca de subsistencia, caída en la productividad de peces y alteraciones desfavorables para toda la bioproductividad del sistema, caída de la biodiversidad general del sistema, pérdida del valor escénico y recreativo de extensos sectores del paisaje, pérdida de la potencialidad turística y fuerte afectación de la producción ganadera en los bañados marginales de las lagunas.

#### 3.1.4.b. Impactos negativos del desagüe de los "malezales"

Los *malezales* constituyen un tipo particular de bañados del Iberá, que están siendo drenados desde hace varios años y de los cuales se posee información.

En el N y E del macrosistema Iberá se encuentra la mayor superficie de *malezales* de la provincia de Corrientes, ocupando más de 100.000 ha. Estos bañados son levemente cóncavos y poseen un horizonte impermeable a 1 m de profundidad, lo que determina que las lluvias sean retenidas durante 3 a 6 meses anegando el suelo con 10 a 40 cm de agua. Esta condición es limitante para la agricultura y la forestación, por lo que los malezales son desaguados mediante canalizaciones de 0,60 m a 1 m de profundidad y de 1,3 a 3 metros de ancho.

Los resultados agronómicos obtenidos son poco alentadores, debido a que son suelos muy pobres en nutrientes intercambiables (los valores de conductividad eléctrica de las aguas en los canales son extremadamente bajos, de 5 a 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y los nutrientes se encuentran a nivel de trazas.

Las raíces de los cultivos encuentran un fuerte impedimento por la resistencia mecánica en los horizontes más profundos y también por la pobre capacidad de almacenamiento de agua que tienen.

Como consecuencia, sólo las matas de paja (*Andropogon lateralis*) o de cola de zorro (*Sorghastrum agrostoides*), encuentran su hábitat óptimo allí por poseer raíces fasciculadas profundas. Por este motivo se transforman en pajonales con un pobre estrato de pastos blandos.

Esta alteración del paisaje de bañados por desagües superficiales produce un fuerte impacto sobre las poblaciones del venado de las pampas (Parera y Vila, 1995; Parera y Moreno, 2003; Chébez, 1999) al reducir el forraje disponible. Esta es una de las especies de fauna más amenazadas actualmente, encontrándose reducido en Argentina a tres colectividades remanentes: una en la Bahía de Sanborombón (Buenos Aires), otra en Pedernera (San Luis) y una tercera en el norte de Corrientes, con una población insignificante respecto de la que habría tenido en las pampas varios siglos atrás (Merino y Beccaceci, 1996). Estos autores señalan varias causas de la retracción poblacional del venado: introducción del ganado, utilización del caballo en las cacerías, introducción de perros y otros animales domésticos, sustitución de pastizales naturales por cultivos, fragmentación creciente del paisaje, entre otros (Alvarez *et al.*, *op. cit.*; Giraudo *et al.*, *op. cit.*), siendo el desagüe de los campos el disturbio más drástico ocurrido en la provincia de Corrientes.

#### 3.1.4.c. Riesgos de la canalización del río Corriente

El incremento del nivel de los esteros ha producido modificaciones desfavorables en el sistema productivo (Fulquet, 2002, Fulquet *et al.*, 2002; Angeleri y Fulquet, 2003) y también impactos en los ecosistemas de los humedales, como se trata

en otro capítulo de este estudio.

Como respuesta la elevación del agua en el sistema Iberá y teniendo en cuenta que un eventual incremento de la cota del embalse de Yacyretá a 83 m.s.n.m., implicaría una nueva elevación en el nivel del agua de los esteros, se han propuesto obras de mejoramiento de la capacidad de evacuación del río y que controlarían dicha contingencia.

Quedan dudas respecto de la eficiencia de estas obras para sacar sólo el excedente de agua del sistema, permitiendo restablecer el régimen de pulsos en todo el macrosistema Iberá.

Las mismas dudas se plantean en relación a la efectividad que tendrían estas obras para restaurar el funcionamiento normal del sistema Batel-Batelito.

#### ● ¿Se podría evacuar sólo el excedente de agua del sistema?

En su tramo alto, el río Corriente tiene una pendiente menor de 1:5.000, esto es, 1 cm cada 50 m lineales. Esta pendiente es aproximadamente 30 veces menor que la requerida para una evacuación eficiente. El agua no tendrá fuerza para arrastrar los sólidos (restos de vegetación) y tampoco será eficiente para controlar la colonización y crecimiento de la vegetación en el canal de escurrimiento. Se producirá entonces la obstrucción en algunos tramos, con vegetación viva y muerta. Es poco posible lograr una pendiente adecuada, ya que el río escurre en una amplia llanura. Por lo tanto, la eficiencia de las obras será muy baja.

En otro sentido, en el supuesto de que la canalización fuera complementada con obras de rectificación de meandros (aguas arriba de Capitá Miní y hasta las cabeceras del río Corriente) para aumentar la eficiencia de evacuación, la capacidad de evacuar aguas estaría limitada por la geometría del curso que, aún con las modificaciones citadas, no alcanzaría a desaguar los excedentes generados en períodos muy lluviosos como aquellos correspondientes a los eventos ENSO de 1983 y de 1998.

En un sistema con alta capacidad de respuesta, como estos bañados del río Corriente, rápidamente se desarrollará vegetación acuática y palustre que aumentará el coeficiente de rugosidad de la ecuación de Chezy y Manning (rugosidad biológica del terreno), lo que reduciría el efecto de mejoramiento del escurrimiento, logrado a través del aumento de profundidad. Sería eficiente la canalización durante la fase de grandes crecientes, por aumento de la pendiente superficial de la lámina de agua y el mayor caudal (mayor energía). Pero en estos períodos no son útiles los canales porque el agua va por donde quiere y por donde debe, es decir, por la ancha planicie de desborde que tiene en el tramo alto el río Corriente (unos 5 km de ancho).

Una canalización podría tener el mismo efecto que "una ranura en una mesa casi perfectamente nivelada"

La sola canalización del río Corriente tendría un efecto casi

nulo, debido a que los tiempos de concentración del agua no variarán demasiado por la escasa pendiente y la sinuosidad del curso, que equivale a tres<sup>3</sup>. Para disminuir los tiempos de concentración del agua, habría que rectificar el curso, esto es, hacerlo más rectilíneo. Sin embargo, no mejoraría lo suficiente la evacuación del agua contenida en el Iberá.

En sentido opuesto, aumentaría el peligro en la fase de poca agua del paisaje (secas pronunciadas) porque los suelos de la planicie son de arenas finas a medias y tienen muy buena conductividad hidráulica, favoreciendo el flujo subálveo del agua almacenada en los suelos de la planicie del río Corriente. Debe tenerse en cuenta que allí se concentra buena parte de la producción de arroz de la provincia de Corrientes, generando impactos negativos sobre este producto.

Si se construyen obras de desagüe en el río Corriente, las mismas tendrían efecto esencialmente sobre la planicie de este río y no sobre el Iberá.

Son esperables impactos también sobre la ganadería, debido a que el período de suelo seco tendría mayor duración (quizás dos meses más, en un “año normal”), lo que disminuiría la capacidad de carga, especialmente para la ganadería de engorde que se realiza en la planicie inundable del río Corriente.

El aumento del período de suelo descubierto de agua producirá una brusca caída de la producción de biomasa de las plantas hidrófilas de bañado (que en años “de lluvias normales” o de años húmedos, alcanza a 15 tn/ha/año de materia seca, mientras que en años de pocas lluvias puede ser sólo de 5 tn/ha/año), lo que representa una caída de la oferta de hábitat. Son esperables también daños sobre la vida silvestre, por reducción espacio-temporal del hábitat de humedales frecuentados por numerosas especies migratorias, especialmente aves y peces (Blanco y Parera, *op. cit.*). Estos bañados son áreas de nursery de muchos “peces grandes” (surubíes, patíes, sábalos, etc.) en los cuales viven hasta alcanzar un par de años. En estos esteros y sus alrededores se encuentran importantes colonias de nidificación formadas por miles de individuos de varias especies, entre los que se destacan garzas, cigüeñas, mbiguás, mbiguá mboi y otras (Giraudó *et al.*, *op. cit.*). Una importante cantidad de especies nidificantes podrían perder sus sitios de nidificación. El Iberá es un refugio importante para especies amenazadas, como *Sporophila* spp. que vive en pastizales hidrófilos.

Dado que la mayor duración de la fase seca del paisaje puede traer efectos negativos de la calidad y magnitud señalada, deberían conocerse bien las posibilidades de regular la salida del agua en caso necesario, lo que hoy no está definido.

<sup>3</sup> Esto significa que el río “tiene muchas vueltas” en su recorrido: por cada kilómetro que avanza en sentido recto hacia el sur, tiene 3 km de vueltas, siguiendo el cauce.

### ● ¿Serían efectivas estas obras para el sistema Batel-Batelito?

La alternativa de canalizar y rectificar el río Corriente parte de la hipótesis del “tapón de embalsados” que estaría elevando el umbral de descarga del Iberá. Las obras determinarían que el nivel general del sistema bajaría, incluido el nivel de muchos bañados que se encuentran en el sector occidental del sistema, y desaguarán los campos que hoy se han transformado en pirizales no productivos.

Para el escurrimiento habría que reactivar una red de desagüe del Batel-Batelito, interconectada y regulada según estudios adecuados. Actualmente se realizan canalizaciones con absoluto pragmatismo, que pueden tener importantes efectos colaterales negativos para la vida silvestre y generar autoimpactos sobre los campos bajo producción.

El manejo del agua en humedales debe ser más que cuidadoso. Hay numerosas experiencias de daños ambientales graves por incompetencia, por pragmatismo, o por falta de visión para encontrar soluciones integrales.

Además de pensar en correcciones por canales con diques (como los de los egipcios 3000 años antes del presente), hay que evaluar el aprovechamiento del agua en la parte alta del paisaje y en regularla integralmente (Ameghino, *op. cit.*) ya que en los humedales hay un doble ajuste entre la dinámica del agua con la vegetación y viceversa (García Novo *et al.*, *op. cit.*) Las forestaciones realizadas pueden ser manejadas con este fin:

- Una hectárea de bosque de eucalipto en campos de Puerto Valle (N del Iberá), tiene 40 m de alto y 200 árboles, que representan una masa de 800 tn.
- De esta masa, el 30% es materia seca y el resto es agua de constitución.
- Es decir que, en vez de pastura, ahora tenemos un poliedro de una hectárea por 40 m de alto, que contiene más de 500 tn de agua, sobre el suelo.
- La evapotranspiración es mucho mayor, como lo es también la intercepción de las lluvias.

Hay que trabajar con las “salidas” del sistema, pero también con los ingresos. Todo ello debe estar incluido dentro de un plan de manejo basado en el conocimiento de cómo funciona el agua superficial y profunda y en la influencia de distintas formas de manejo del suelo y su relación con los excedentes. Cualquier medida correctiva de la dinámica del agua que se adopte ha de generar impactos sobre el sistema.

Los impactos y riesgos de las forestaciones han merecido extensos estudios destinados a minimizar los efectos negativos sobre el Iberá (Shell Capsa Forestal, 1999 y 2000; Pecom Energía, 2001; Grupo Las Marías, 2001; Alvarez *et al.*, *op. cit.*; Giraudó *et al.*, *op. cit.*). Sin embargo, resta mucho por hacer.

### 3.2. Impactos de la agricultura sobre el humedal del Iberá

La agricultura como actividad organizada tiene más de 200 años de práctica en la periferia del Iberá y está relacionada con el sedentarismo y la organización de pueblos y ciudades. A pesar de esto, existieron huertas familiares desde la época de la colonización. Hasta la primera guerra mundial, las maquinarias empleadas eran de bajo poder y los cultivos estaban favorecidos por prácticas hoy llamadas *conservacionistas* o de *agricultura orgánica*.

Este tipo de actividad, por su extensión y por la baja transformación que producían, tuvieron muy bajo impacto sobre el ambiente y no serán objeto de comentario aquí.

Desde mediados del siglo XX se produce la tecnificación del agro impulsada por el desarrollo de la maquinaria pesada, la sustitución de abonos orgánicos por fertilizantes sintéticos y una gama creciente de poderosos biocidas para el control de plantas y animales que pudieran obstaculizar el éxito de los cultivos.

Desde mediados de la década del ochenta y, más claramente durante la década del noventa, se produjo en la Región del Iberá una nueva transformación de la agricultura, a partir del desarrollo masivo de los cultivos intensivos bajo cubierta (llamados localmente *tendaleros*) dedicados a la producción de hortalizas, frutas y flores, ocupando 1.000 ha en la periferia del macrosistema Iberá. La producción de tomates llegaba a 45.000 tn/año y la de pimientos a 30.000 tn/año, según datos del Ministerio de la Producción (2000). Los cultivos que se practican en la periferia del Iberá incluyen también plantas frutales, especialmente cítricos, tabaco, algodón y cereales, además de la actividad forestal que se menciona en otro título.

El Producto Bruto Geográfico (PBG) de Corrientes tiene marcada participación del Sector Primario (19%) y de la Agroindustria, la que representa el 97,8% del PBG industrial. Los sectores Secundario y Terciario aportan al PBG el 29% y 52% respectivamente (Ministerio de la Producción, *op. cit.*). En la Argentina, Corrientes es la segunda provincia productora de arroz, con una superficie apta próxima a las 200.000 ha y rendimientos anuales entre 4 tn/año y 8 tn/año por hectárea. La superficie cosechada en 1999-2000 fue de 74.000 ha, con rendimiento promedio de 5,86 tn/ha (Ministerio de la Producción, *op. cit.*).

Los humedales como el Iberá son poco receptivos para la agricultura debido a que el agua en y sobre el suelo fluctúa más de lo que el hombre puede regular con obras simples. Por lo tanto, la agricultura se practica en las tierras más altas de la periferia donde, además, no existen impedimentos para sacar las cosechas y transportarlas a los centros de consumo. De todos los cultivos que se realizan en la Región del Iberá,

quizás sea el arroz el que mayores transformaciones produce localmente en los campos donde se practica y sobre las tierras bajas. En la Figura 38 se presenta un diagrama de flujo con las principales modificaciones derivadas del cultivo de arroz. Al igual que otros cultivos, la primera serie de transformaciones ocurre por la sustitución de un paisaje natural (generalmente pasturas hidrófilas o mesófitas) por un monocultivo, en este caso, arroz.

Se procede a eliminar la *información* (organismos, semillas, formas del relieve) contenida en el sistema natural, simplificándolo todo lo posible, para hacerlo manejable y optimizar los rendimientos.

Se rotura y alisa el suelo para favorecer la penetración de las plantas y el mejor acceso de las raíces al agua de riego; se utilizan herbicidas de pre-emergencia, para eliminar todos los organismos que pudieran interferir con el cultivo; se agregan fertilizantes para mejorar el crecimiento de las plantas y otras acciones que dan por resultado un agrosistema productivo de características muy diferentes del que fue sustituido. Una de las características más salientes es la pérdida de hábitat para la fauna silvestre y la aparición de otros organismos, sobre los cuales se ejercerán luego medidas drásticas de control que representan nuevas agresiones al ambiente.

El uso de productos fitosanitarios para mejorar y mantener el rendimiento del cultivo, trae aparejado efectos indeseables como la caída de los procesos de mineralización de la materia orgánica y menor actividad de los micro-organismos que degradan la broza, lo que es compensado con mayor agregado de fertilizantes.

El cultivo de arroz demanda gran cantidad de agua, que es obtenida de los humedales mediante bombeo para el riego por gravedad. En gran número de casos se constató que los caños de toma de agua no tenían los filtros adecuados, con lo que la bomba succionaba el agua pero también larvas y peces en estadíos inmaduros (alevinos), al igual que peces de pequeño porte. Esto produce puntualmente un gran daño, porque determina una caída de la regeneración poblacional, una caída de la producción de peces en el mediano y largo término y el deterioro de la biodiversidad del sistema.

Con la implantación de los cultivos, y especialmente con el arroz, aparecen organismos de varias especies que no estaban en la etapa previa (patos, otras aves granívoras, ratones, etc.) que serán drásticamente controladas para evitar pérdidas en la cantidad y calidad de las cosechas.

Pero los cultivos que se realizan en las tierras altas no anegables, también producen impactos a distancia, en las tierras bajas del humedal, como consecuencia del arrastre y la deposición de sedimentos y la adición de fertilizantes y biocidas, que generarán disturbios por eutrofización y contaminación de los lagos y bañados.

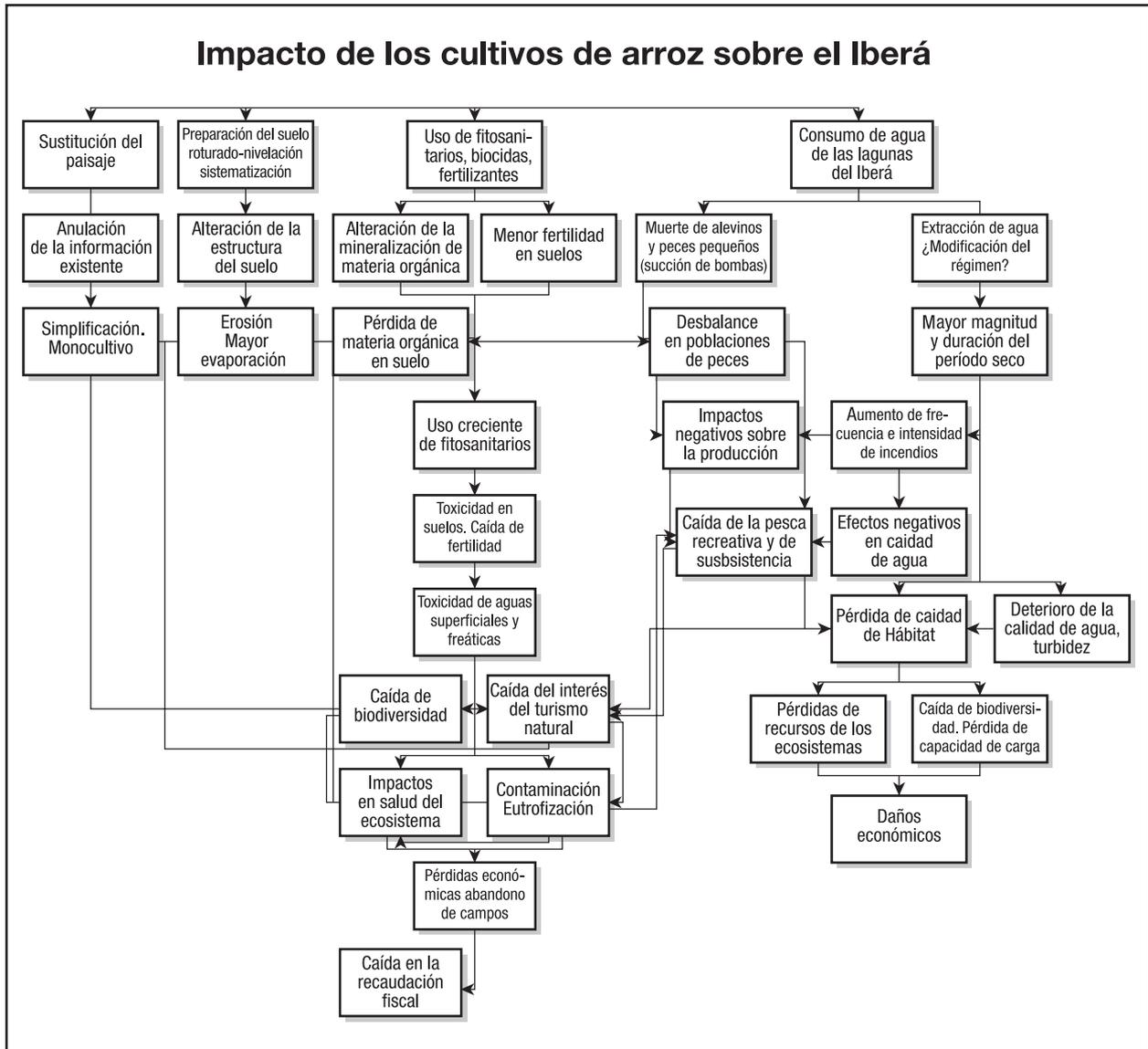


Figura 38. Procesos que se dan como consecuencia del cultivo de arroz. Algunas modificaciones representan impactos locales (lixiviación de suelos, disturbios en la mineralización de la materia orgánica), a nivel de los predios de cultivo y acompañan la gradual caída de la pérdida de productividad de los campos. Otras implican impactos sobre los esteros y lagos del Iberá, que se encuentran en la parte baja del gradiente topográfico (desmineralización de los suelos, por ejemplo). Sin embargo, algunos impactos se producen en el sentido opuesto, dado que hay una fuerte extracción de agua, minerales y organismos, desde las lagunas hacia los campos de arroz, mediante la extracción de agua para riego.

Si bien no es posible generalizar lo expresado para todos y cada uno de los cultivos ni para todos los sitios en que se cultiva arroz, es evidente que este cultivo resulta de los más agresivos para la salud de los ecosistemas del Iberá, porque genera mayores transformaciones sobre el medio natural (Figura 38). Estos impactos repercuten sobre el mismo cultivo (menor rendimiento) como autoimpactos, pero también sobre los humedales ubicados en los campos más bajos, que reciben los deshechos de nutrientes y biocidas utilizados en los campos de las tierras altas. El diagrama de flujo de la Figura 38 es sólo esquemático e intenta presentar las múltiples interacciones de procesos que se dan como consecuencia del cultivo de arroz. Obviamente, cada sitio tiene una configuración y un contexto de variables distintas, que determina la necesidad de considerar cada caso separadamente para cuantificar impactos y producir un plan de gestión adecuado.

### 3.3. Impactos de las forestaciones sobre el Iberá

#### 3.3.1. Crecimiento de las forestaciones en Corrientes

En las últimas décadas, especialmente a partir de 1990, se produjo en Corrientes el auge de la actividad forestal, la cual llegó a constituir un pilar de la economía por generar mano de obra y servicios asistenciales para el personal involucrado. De acuerdo con la información obtenida de la Dirección de Recursos Forestales (Ministerio de la Producción), en 1994 las forestaciones ocupaban 142.000 ha (1,6% de la superficie de la provincia), con 74.000 ha de pinos y unas 68.000 ha de eucaliptos. Desde 1995 a 2001 se habría producido un incremento del 23%, es decir, más de 33.000 ha forestadas. Este fenómeno se asocia con los planes de promoción de la actividad a nivel nacional, la existencia de sitios aptos y una

estructura parcelaria favorable, con lotes de grandes dimensiones, lo que determinó que Corrientes tuviera unas 200.000 ha de plantaciones forestales en el año 2002. De acuerdo a la información provista por la Provincia, los departamentos de Ituzaingó, Santo Tomé, Paso de los Libres y Concepción (en orden decreciente) han desarrollado con más fuerza la actividad forestal.

La forestación está dedicada casi exclusivamente al cultivo de pinos (*Pinus elliottii*, *P. caribea*) y de eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, principalmente).

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) no fueron práctica corriente hasta fines de la década del noventa y muchos emprendimientos han sufrido los impactos de sus propios defectos de planificación, de la falta de conocimiento ambiental y de un adecuado programa de gestión.

En el caso particular del Iberá, hay que tener presente que las plantaciones forestales determinan la sustitución de un paisaje de pasturas naturales, pajonales o de bosques nativos, por otro muy simplificado, de árboles coetáneos, de igual tamaño, con muy pobre oferta de hábitat, si no se sigue un cuidadoso diseño de las plantaciones.

A pesar de ello, la información periodística de las últimas cuatro décadas no da cuenta de litigios promovidos por personas o entidades relacionadas con problemas ambientales generados por las forestaciones. En los últimos cinco años se han seguido las pautas de respeto por el ambiente que hoy son de práctica internacional.

Es justo mencionar que algunas empresas de Corrientes vienen realizando prácticas de manejo sostenible, mucho antes de la existencia de la legislación ambiental a nivel provincial y nacional (Grupo Las Marías, *op. cit.*).

### 3.3.2. ¿Las forestaciones producen efectos ambientalmente desfavorables sobre los humedales del Iberá?

Así como algunos animales y plantas son rechazados con repulsión o miedo por muchas personas, los bosques siempre han tenido una buena *aceptación social* en distintos tiempos y culturas. En países como España, si bien desde 1961 existen antecedentes de la preocupación ambiental por posibles problemas que generen las forestaciones, la legislación orgánica los incluye en el tratamiento de EIA en el año 1985, cuando este país adhiere a lo legislado en la Unión Europea (Lopez Cadenas de Llano, 1998). En la Argentina la situación es más reciente. Se conocen los *servicios ecológicos* que brindan los bosques nativos y llega a pensarse que las forestas implantadas tienen prestaciones equivalentes, lo cual es sólo válido en algunos aspectos.

Los bosques también pueden representar barreras a la distribución de muchos animales caminadores y acrecientan generalmente, el riesgo de incendios. En las etapas de implantación

pueden significar un ingreso de fertilizantes y biocidas a los esteros e, incluso, de sedimentos durante las lluvias torrenciales. Se han realizado varios estudios para evaluar estos riesgos (Shell Capsa Forestal, 1999; PECOM Energía, *op. cit.*; Tapebicúa, 2001. Las Marías, *op. cit.*). A partir del análisis de estos estudios, se consideran seguidamente algunos posibles efectos de las forestaciones sobre los esteros.

Quizás la conclusión más general de estos estudios ha sido la imposibilidad de generalizar pautas válidas para todas las situaciones de paisaje. La segunda es que la calidad y magnitud de los impactos puede ser distinta en dos contextos o estados del sistema ecológico que se analiza.

Si, por ejemplo, los bosques consumen mayor cantidad de agua que las pasturas, pueden esperarse impactos negativos en la economía del agua luego de las forestaciones. Pero esto es válido en tanto las demás variables que condicionan la economía del agua no sean alteradas por disturbios.

Si, por el contrario, la cantidad de agua que alimenta los esteros es anormalmente mayor que la que regula la dinámica natural del sistema (como en la situación actual), las formas de producción que reduzcan los aportes de agua tendrán poca o ninguna consecuencia negativa sobre la economía del agua de los esteros.

Obviamente, cualquier forma de utilización de los ecosistemas conlleva disturbios y algún grado de deterioro. Lo difícil radica en conocer objetivamente si la calidad, magnitud, estacionalidad y permanencia del disturbio puede comprometer la estabilidad del paisaje.

Sin que el ejemplo utilizado signifique la apología del reemplazo de paisajes naturales por forestas, se plantea la relatividad de las conclusiones sobre los impactos de los disturbios ambientales.

Seguidamente se presentan algunos elementos a tener en cuenta en los proyectos de desarrollo forestal en la Región del Iberá.

### 3.3.3. Pérdida o reducción de la superficie de humedales

Uno de los riesgos de la sustitución de un paisaje de praderas por uno de bosques es la reducción o desaparición de algunos humedales (Figura 39), debido a las modificaciones en el balance del agua en la cuenca de aporte.

Para comprender la diferencia de funcionamiento de los bosques respecto de pastizales y cultivos (situación previa), puede presentarse un esquema simple.

Si se tiene en cuenta que el 70% de la parte aérea de estas forestaciones está compuesto de agua, esta cantidad puede ser varias veces superior a la que se encuentra almacenada en el suelo. Es decir que se ha modificado la posición del almacenamiento del agua.

El bosque tiene una gran capacidad de amortiguación térmica. Nuestros datos dan cuenta de que, mientras al final de un

día de 37 °C, la amplitud térmica en una pastura puede ser de 14-16 °C, dentro de un bosque maduro sólo alcanza unos 6-8 °C. En el suelo de ambos sitios, el mismo día, se refleja la misma tendencia: 4 y 1,3 °C, respectivamente.

Esta disipación térmica que producen los bosques implantados se logra mediante el efecto refrigerante de la evaporación del agua por las plantas (transpiración), que es mayor en la parte superior de las copas. Este *efecto refrigerante* genera un mayor gasto/consumo de agua. Por cada mililitro de agua transpirada, se disipan unas 580 calorías.

A este mayor “gasto” de agua debe adicionarse el efecto de intercepción de las lluvias por las copas de los árboles, con lo que el suelo forestado recibe un menor volumen de agua disponible.

En general, los bosques tienen mayor consumo de agua que los pastizales y que muchos cultivos debido a un aumento de la intercepción de las lluvias y evaporación del agua en la canopia. También es mayor la evapotranspiración, con lo que el consumo de agua puede dejar un menor saldo para el escurrimiento. Sumando estos procesos, en años secos el balance hídrico de los sitios forestales puede ser negativo. En pinares maduros de *Pinus taeda* se determinó que el IAF (Índice de Área Foliar) se encuentra entre 16 y 21, es decir uno de los más altos para las forestas cultivadas. Este índice, que explica la alta productividad de estos pinares, también señala que los árboles exponen una gran superficie de hojas al aire, con un gasto de agua que

no ha sido determinado para las condiciones locales.

El consumo de agua por evapotranspiración alcanzó valores de 17 a 39 litros por día, en verano, en sistemas de características climáticas muy diferentes a las de este estudio (Adlard, 1987; Lima, 1990), dependiendo de la especie, de las condiciones del lugar y también de las técnicas empleadas para la medición.

Muchos trabajos informan resultados obtenidos con métodos que hoy son desechados por baja confiabilidad. Los experimentos de campo son muy escasos y los resultados para las pérdidas por transpiración tienen una variabilidad entre 1,5 y 6,0 mm de agua/día (Eastman y Rose, 1988), lo que no permite conclusiones contundentes.

El efecto de intercepción de las lluvias por las forestas tiene datos que varían en función de la conformación de los rodales y de la intensidad y duración de las lluvias.

Sin embargo, la información disponible proviene de estudios en los que no se han medido otras variables importantes como viento, densidad de las plantas, cobertura de la canopia, etc., ni se han evaluado otras fuentes de intercepción como el mantillo, donde puede ser interceptado una cantidad próxima a 5-10%.

Hay cierto consenso en que las forestas de *Eucalyptus* spp. consumen mayor cantidad de agua por igual superficie, que las forestas de *Pinus* spp.

Otros autores señalan que los bosques de *Eucalyptus* spp. tie-

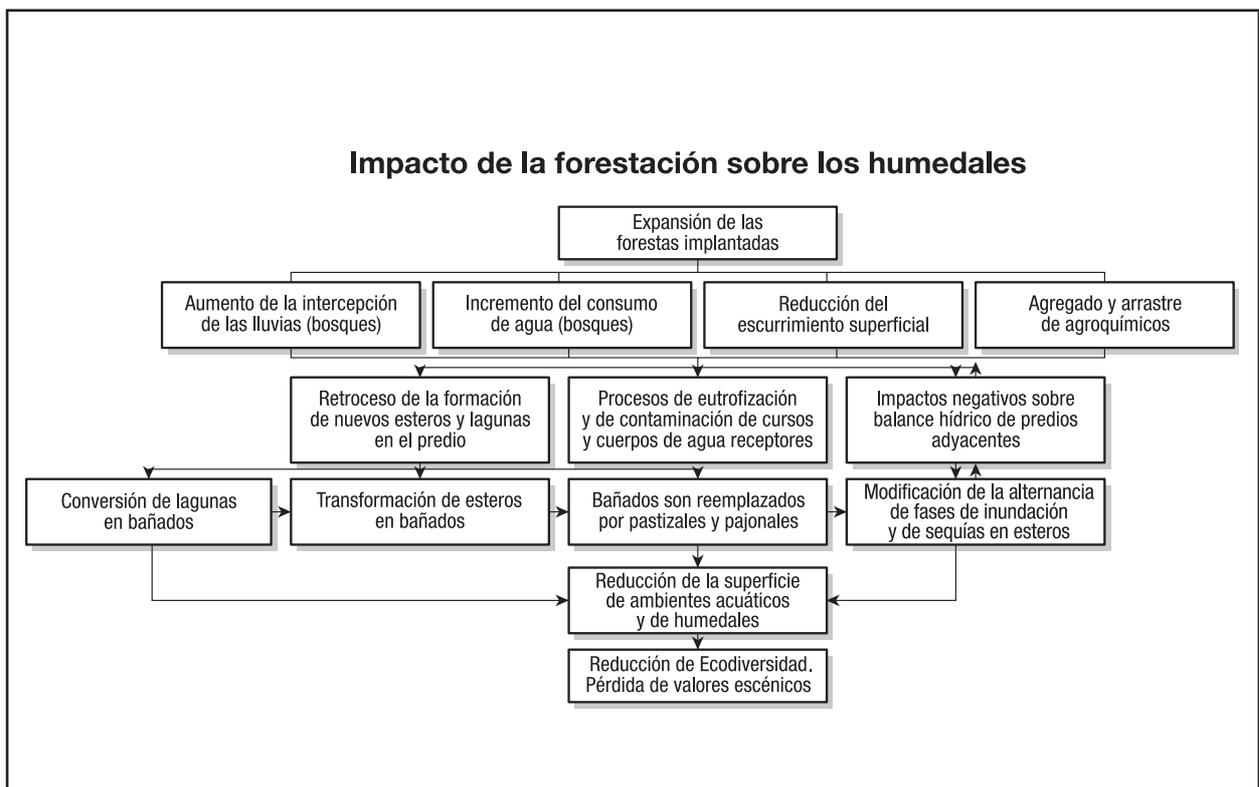


Figura 39. Posibles Impactos de las forestaciones sobre los humedales. Estos impactos dependen de la superficie y características de las plantaciones. Los efectos más notorios residen en los disturbios sobre la economía del agua, que podrán sentirse en años de pocas lluvias.

nen un consumo menor o igual a otros ecosistemas, debido a su poder de amortiguación de la amplitud térmica del sitio. La información presentada por Adlard (*op. cit.*) da cuenta que no hay efectos significativos de las forestaciones de eucalipto sobre las propiedades del suelo, cuando se consideran proyecciones de largo plazo. El autor afirma que, con alto régimen de lluvia y suelos profundos, puede esperarse una disminución anual en el agua disponible en el suelo de los eucaliptales del orden de 250 mm/año, cuando se los compara con los paisajes naturales.

Holmes y Wrosnki (1981) estudiaron forestas de *Eucalyptus* en Australia, que crecen con 750 mm de lluvia/año. Allí la deficiencia de agua en el suelo fue de 70 mm/año, respecto de las áreas no forestadas. En Brasil, las plantaciones de *E. grandis* producirían una caída anual de 220 mm en el almacenamiento de agua en el suelo.

El efecto de los pinares sobre la humedad del suelo se daría a partir del sexto-octavo año, cuando la canopia alcanza una superficie foliar significativamente mayor a la de los pastizales y pajonales que tienen valores de IAF siempre inferiores a 10. Medidas realizadas por el autor en pinares de dos años, indican que la deficiencia de tensión de vapor en la columna de aire en el primer metro sobre el suelo, es prácticamente el doble del mismo valor encontrado en forestaciones maduras. Esto se debe a la baja intercepción de la radiación solar como consecuencia de amplitudes térmicas mayores y de la circulación del viento sin restricciones entre los líneas de la plantación.

Esto explica que la humedad del suelo en los pinares jóvenes fue menor que en los paisajes aledaños de pasturas, en el primer metro de profundidad del suelo.

La expansión de las forestas en estas lomadas arenosas y, en alguna medida, el desarrollo de los bosques implantados determinarán impactos positivos y negativos sobre la economía del agua y, en especial, sobre los humedales y cuerpos de agua.

Durante los períodos hiperhúmedos, atenuarán el efecto de las inundaciones (en magnitud y duración). En los períodos de sequías prolongadas, tendrán una influencia negativa sobre el balance hídrico, al retener agua que iría a los cuerpos de agua superficial.

Se concluye que los impactos de las forestas en la economía del agua de las forestaciones no pueden ser conocidas suficientemente con la información disponible. Si bien los bosques de pino transpiran más, se reconoce que la intercepción de las lluvias es mayor y que la retención de los aportes pluviales también es mayor, es decir, habrá mejor aprovechamiento de las lluvias locales en el paisaje.

Otra fuente de incertidumbre respecto de los impactos de las forestaciones sobre los humedales, se desprende del aumento en el nivel hidrométrico del Iberá a partir de abril de 1989,

con nivel de 80 cm por encima de los valores medios para el período 1968-2003. Si se mantuviera esta situación, los impactos hasta aquí descritos como “negativos” comenzarían a ser valorados como positivos, en razón que mitigarían el efecto del anegamiento y/o del ascenso de la capa freática en los ambientes de loma y de media loma.

Se debe vigilar el balance del agua en las plantaciones logradas y monitorear los caudales y volúmenes de agua en los ambientes acuáticos influidos por las forestaciones.

La forestación consiste, en esencia, en plantar y conducir a buen término una especie exótica de árboles de alta productividad y gran valor económico en un predio donde antes no crecía. Esta forma de manejo -común a la gran mayoría de los cultivos- implica el reemplazo de un sistema de especies nativas por otro, al que se busca favorecer por varias vías (Figura 40):

- Preparando el suelo mediante la roturación de la tierra (con el objetivo de disminuir la resistencia del suelo a la penetración radicular).
- Inhibiendo la competencia de las especies existentes en el sitio y de otras que allí podrían prosperar, mediante el uso de herbicidas de preemergencia o por aplicaciones directas sobre las plantas.
- Aplicando fertilizantes en la proximidad inmediata de los plantines forestales y adicionando herbicidas selectivos entre los líneas (generalmente 2 o 3 aplicaciones son suficientes), para favorecer su rápido crecimiento en la primera etapa, libre de competidores. Luego de 8 a 12 meses, los plantines han alcanzado altura y volumen de copas suficiente para controlar por sí mismos el desarrollo de malezas, por lo tanto cesarían los controles químicos.

El suelo de los rodales constituye, en general, un rico banco de información genética. Se ha comprobado que muchas leguminosas mantienen sus semillas viables por más de 200 años, en tanto que hay especies cuyas semillas dejan de germinar en pocos meses.

El uso de herbicidas de preemergencia sólo puede controlar la germinación durante un período muy corto. Es decir, no logran anular definitivamente la posible reaparición de las especies con semillas contenidas en el suelo. Sin embargo, se conoce que la regeneración (o sucesión secundaria) no devuelve la combinación de plantas existente previamente en el paisaje luego de cesado el disturbio porque depende, en gran medida, del nuevo entorno ambiental. Sin embargo, llegan a recolonizar un número muy grande de especies vegetales (Barrett y Tressens, 1996).

En los predios adyacentes al estero de Iberá, la vegetación prístina ha sido completamente alterada por la actividad agropecuaria forestal. La sustitución de la vegetación por cultivos, la recolonización de los parches por especies ruderales, la selección de bioformas adaptadas al pastoreo y la presencia de

especies exóticas, son apenas algunos de los signos que caracterizan el grado de alteración actual.

Las forestaciones ya logradas han desplazado a los pastizales de uso agropecuario. Han reemplazado agrosistemas relativamente heterogéneos por una cubierta continua de árboles de eucaliptos y de pinos. Esta circunstancia representa un fuerte cambio o impacto escénico, que no puede ser mitigado, toda vez que cualquier forestación parte de la necesidad de lograr una superficie homogénea y monoespecífica. La posibilidad de recuperación de la flora prístina es baja.

### 3.3.4. Impactos sobre la fauna

La valoración de impactos negativos de las forestaciones sobre la fauna del Iberá es quizás la tarea más difícil y con mayores incertidumbres. Las dificultades radican en la falta de información sobre la ecología de muchas especies, en el comportamiento estacional de otras y en la movilidad y dispersión de muchos organismos. En otro sentido, la EIA para la fauna de un proyecto está relacionada indefectiblemente con el contexto geográfico, socioeconómico y cultural en que se encuentran incluidos los predios. La Figura 41 permite guiar el análisis de algunas tendencias esperables.

El número de especies consideradas amenazadas en la zona es importante, se registran 5 especies de aves y 9 de mamíferos, listándose otras 11 especies de aves y 25 de mamíferos como expectables (Blanco, *op. cit.*; Giraudo *et al.*, 2001).

Aunque gran parte de las especies registradas y aquellas consideradas *amenazadas* habitan en varias unidades de paisaje (utilizando los hábitats como lugar de alimentación y/o reproducción y/o refugio), las isletas de bosque hidrófilo nativo y las áreas remanentes de pajonales y pastizales son las unidades de ambiente más importantes desde el punto de vista de la conservación y de la mitigación de impactos.

Las forestaciones producen generalmente la caída de la complejidad faunística y la segregación de especies, produciendo una disminución de la biodiversidad asociada a la pérdida de valores escénicos. En estos cambios en la composición, estructura y dinámica de la comunidad faunística, algunas especies pueden verse favorecidas y otras perjudicadas. No es factible separar el impacto de las forestaciones respecto de otras actividades antrópicas que vienen ocurriendo en las últimas décadas, pero son parte de los procesos de fragmentación y sustitución ambiental que han generado un contexto preocupante para la conservación de muchas especies (Bertonatti y González, 1993; Chébez, *op. cit.*; Giraudo *et al.*, *op. cit.*).

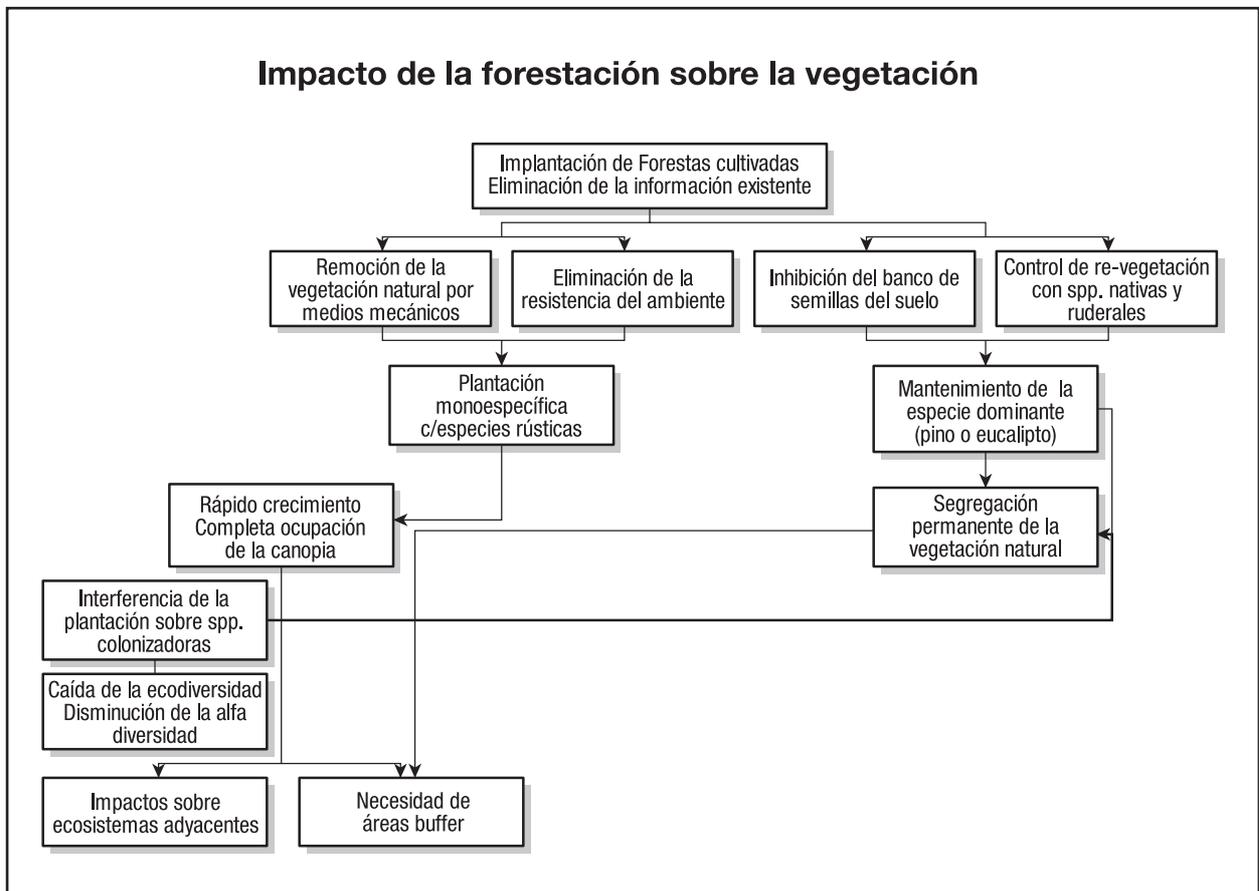


Figura 40. Impactos de las forestaciones sobre la vegetación. Se destaca el efecto de barrera que ejercen las forestas implantadas, que pueden generar una fuerte discontinuidad del paisaje y la segregación local de algunas especies.

El diseño de los parches de forestación, la intercalación de distintos cultivos forestales con otras formas de aprovechamiento generando un sistema de policultivos, el manejo del fuego según un programa de parcelas rotativas con selección de épocas más apropiadas, son sólo algunas de las medidas que pueden implementarse para mitigar el efecto de las forestaciones sobre la fauna nativa (Neiff *et al.*, 2002). Algunos estudios dan cuenta de que un adecuado diseño del patrón de paisaje puede minimizar los impactos sobre la fauna por acrecentar la ecodiversidad (Casco *et al.*, 2001).

La fauna acuática puede sufrir procesos de toxicidad crónica o aguda en caso que no existieran medidas cuidadosas de manejo de agroquímicos, si bien actualmente existe un vademécum operativo que puede controlar estos efectos.

### 3.4. Impactos de la ganadería sobre el Iberá

Desde la media loma hasta la posición de loma alta, los animales domésticos, y en especial el ganado vacuno, han tenido una fuerte influencia sobre el paisaje del Iberá en los últimos 400 años. La parte más baja, anegable o anegada permanentemente, se mantiene aún poco alterada en la estructura y funcionamiento del paisaje.

La profundidad de 50 cm parece marcar el límite del avance del ganado sobre el agua en el Iberá, porque la mayor parte

de los animales utilizan sólo esta zona para forrajeo y buscan dormideros en tierra firme y, en parte, porque en esa profundidad ya se produce la acumulación de materia orgánica muerta sobre el fondo, determinando condiciones de “falta de piso” para los animales.

Toda el área del Iberá con profundidad mayor de 1 m no es apta para la cría de ganado, aunque el estero se encuentre colmatado por sedimentos orgánicos. Algunos animales se aventuran en estos suelos flojos y mueren inmovilizados en el fango orgánico.

Por lo expresado, la mayor concentración de cabezas de ganado se encuentra en el sector N y O del Iberá, especialmente en las lomadas arenosas, en pastizales naturales y pajonales. Aproximadamente en 1690 se formaron las estancias jesuíticas y desde entonces la actividad ganadera ha sido permanente y en expansión. Desde el siglo XVII la cría de ganado se realiza con modalidad pastoril, empleando sólo dos recursos técnicos: el manejo de la carga de ganado (densidad/ha) y el uso del fuego para favorecer el rebrote primaveral y, con menor frecuencia, quemas al final del otoño (Carnevali, en Shell Capsa Forestal, 1999).

En estos pastizales la producción de biomasa es estacional, con el período de acumulación desde fin de julio hasta mediados de abril. Los campos llegan con pasto seco hasta la primavera



Figura 41. Impactos de las forestas implantadas sobre la fauna nativa. Los mismos se relacionan con la pérdida de calidad y extensión del hábitat y se manifiestan localmente y a nivel mesorregional en la fauna. Los niveles más comprometidos son la fauna edáfica, los herpetozos y los grandes mamíferos.

siguiente, debido a que lo que se produce es generalmente mayor que la carga de ganado existente en los campos.

Las pasturas nativas están compuestas por una treintena de especies, si bien una decena de ellas son realmente forrajeras. Algunas especies tienen raíces superficiales, producen pastos blandos y son las plantas que consume el ganado. Otras especies tienen pastos duros, que crecen en cojines y tienen raíces fasciculadas profundas, lo que las hace resistentes a la sequía prolongada y al fuego. De tal manera, el consumo del ganado favorece el desarrollo de pastos duros.

Los campesinos queman sus campos al final del invierno, con lo que desaparece la roseta de pastos duros de estas pajas y se desarrolla el rebrote que es palatable para el ganado, a la vez que se queman las garrapatas y otros parásitos que asedian al ganado en estos campos.

Como se discute más adelante, no existe consenso sobre el efecto de los incendios de los campos, aunque parece evidente que el uso del fuego y el pastoreo rotativo consiguen mantener a los campos con producción de pastos blandos, ricos en especies, especialmente gramíneas y leguminosas. Prueba de lo expresado son los flechillares de *Aristida jubata* en el O y N de Iberá, que son reemplazados en pocos años por pastizales de especies estoloníferas y de pastos de bajo porte, rastreos, que soportan el pastoreo en forma continuada.

Cuando se retira el ganado de los campos, se produce la recolonización con plantas altas, duras, de raíces profundas, como *Vernonia chamaedrys*, *Aristida jubata* y *Solidago chilensis*.

Para acrecentar el rendimiento de las pasturas y controlar este proceso, algunos productores ganaderos produjeron comunidades antropógenas como los pastizales de *Settaria* spp.

*Brachyaria brizabtha* que se adaptaron muy bien, desplazando a las especies nativas en los sitios de plantación.

La sobrecarga de ganado -en algunos casos- y también una excesiva frecuencia de quemazones, determinó la transformación de pastizales de hierbas tiernas en pajonales de *Andropogon lateralis*, *Sorghastrum pellitum* o de *Paspalum urvillei*, dado que estas plantas están mejor adaptadas a soportar el fuego (geófitos) y menos consumidas por el ganado.

La sustitución de especies de vegetación nativa y el avance de las plantas en forma de cojín, propias del pajonal, determinó el ingreso de algunos invertebrados considerados “plaga” incluyendo especies de tacurúes y hormigas como se aprecia en la Figura 42.

Los efectos del ganado son más drásticos cuando suceden al cultivo de arroz.

El suelo empobrecido por la lixiviación de nutrientes y colonizado por “malezas” como ciperáceas rizomatosas, como consecuencia de la inundación prolongada, tiene baja capacidad de soporte para cultivos de secano y por lo tanto se los utiliza para la actividad pastoril.



Figura 42. Campo de tacurúes, formados por las hormigas, sobre las matas de *Paspalum rufum* en Villa Olivari (N del Iberá), con montículos de hasta 80 cm de alto, que producen un importante desorden del escurrimiento superficial. Las hormigas cortadoras consumen la cubierta cespitosa y acentúan la erosión hídrica.

En estos campos la quema se realiza con la misma intensidad, o mayor, que en aquellos que no tuvieron arroz previamente, porque el crecimiento de las gramíneas fasciculadas es rápido y quita biomasa forrajera al ganado.

El fuego, el sobrepastoreo y la erosión hídrica determinan entonces un microrrelieve de túmulos (Figura 43) y el arrastre de sedimentos hacia la cuenca del Iberá. En estos campos resulta difícil revertir el proceso de deterioro.



Figura 43. Campo de malezales en los bajos de Ibíbay, con agudo proceso de deterioro. Las lluvias han ocurrido luego de un incendio producido a fin de julio, por lo que el suelo se encontraba desprotegido de vegetación.

En algunos casos, cuando se retira el ganado durante varios años, puede iniciarse un proceso de recuperación (Figura 44), pero que sólo resulta efectivo si se complementa el manejo con plantaciones que puedan “bombear” nutrientes desde los estratos profundos del suelo (algunos tipos de forestaciones, por ejemplo), que no requieran roturados periódicos y que permita alejar el uso del fuego y del ganado.

El ganado también puede transmitir algunas enfermedades (aftosa, por ejemplo) a los animales silvestres (Giraudó *et al.*,



Figura 44. Malezal próximo a Ituzaingó, en el que se aprecia la recuperación de la cubierta herbácea luego de dos años de barbecho del campo, habiéndose retirado el ganado y sistematizado el escurrimiento para impedir la erosión.

*op. cit.*) y tener algunos efectos indirectos como el de la presión de caza que tienen los perros utilizados por los puesteros, dado que adquieren rápidamente destreza para cazar. No se debe pensar que los efectos comentados sean generalizables para la actividad ganadera en todo el Iberá (Figura 45), debido a que hay campos de mayor receptividad, como aquellos que se encuentran en el borde de los pirizales de esteros, que tienen humedad permanente en el suelo y llegan a producir hasta 10 tn/ha/año de materia seca. También existen productores ganaderos que producen un buen manejo de los

campos, mediante regulación de la carga de ganado y una adecuada rotación anual. En los últimos quince años se ha difundido la cría de búfalos, que es aún incipiente. Estos animales tienen mayor impacto sobre los pastizales debido a su peso, a que tienen períodos de actividad más prolongados y a que rompen más la vegetación que el ganado vacuno. Su utilización en el Pantanal de Mato Grosso ha requerido el desarrollo de una tecnología apropiada para disminuir los impactos negativos sobre la vegetación de los bañados.



Figura 45. Efectos de la ganadería bovina sobre los bañados del Iberá.

### 3.5. Impactos del fuego

#### 3.5.1. ¿El fuego produce efectos dañinos en los humedales del Iberá?

El fuego ha sido indicado como uno de los agentes ambientales de mayor capacidad de transformación en los ecosistemas (Shell Capsa Forestal, 1999 y 2000)<sup>4</sup>.

A nivel mundial, aún se discute mucho respecto de la influencia del fuego, habiéndose generado cierto consenso sobre su impacto negativo sobre la biodiversidad de los humedales.

En Sudamérica, donde no existen los grandes herbívoros (como en África, por ejemplo), la alta producción orgánica por la vegetación tiende a acumularse sobre el suelo como necromasa y, al cabo de varios años, se quema por fuegos intencionales o espontáneos, cuyas consecuencias son nefastas para la biota, por la extensión, intensidad, duración y falta de previsibilidad del fuego, que suele ocurrir durante la época crítica para muchos organismos. Morello (*op. cit.*) presenta una fecunda discusión sobre el tema, resumiendo la función del fuego en la gran planicie del Chaco.

En el NE argentino y, especialmente en la Región del Iberá, no se han desarrollado experiencias para evaluar la influencia del fuego en paisajes naturales. A manera de ensayo se seleccionaron tres parcelas representativas de los ecosistemas que con mayor frecuencia soportan incendios periódicos en la periferia del Iberá. Estos ensayos se realizaron en el establecimiento Puerto Valle, propiedad de Shell Capsa, quien financió el estudio:

1. Pastizal de uso agropecuario (Unidad de paisaje I<sub>3</sub> en Shell Capsa, 1999).
2. Pajonal de paja colorada (*Andropogon lateralis*) I<sub>3</sub>/B<sub>3</sub>, en Shell Capsa, 1999.
3. Pastizal de *Aristida jubata* con palma enana (*Butia paraguayensis*).

En cada parcela se demarcó un sitio fijo para observaciones periódicas (Figuras 46, 47 y 48-Anexo) y se efectuaron -antes, durante y después del fuego- las observaciones y mediciones que se resumen en la Tabla 6.

En ambas experiencias de fuego controlado, la cantidad de materia seca disponible en el suelo como combustible es la que habitualmente se encuentra en estos campos luego de dos o tres años libres de incendios: 6 y 13 tn/ha. A la fitomasa seca en pie debe adicionarse 500 y 700 kg/ha de materia seca (hojarasca), respectivamente.

<sup>4</sup> Se colocó en foresta de eucalipto; en bosque de galería y en suelo de pastizal y de pajonal quemados, tubos ciegos de 45 cm. En cada tubo se colocó un recipiente conteniendo 25ml de (OH)K. Luego de 24 horas se tituló con CIH 0,25 N. La producción de CO<sub>2</sub> representa la respiración de los organismos del suelo (invertebrados, raíces, microorganismos).

Tabla 6. Observaciones y mediciones realizadas en parcelas

Etapa / Atributo	Procedimiento	Antes del fuego	Durante el fuego	Después del fuego
1. Temperatura del aire en el sitio	Medición directa con termómetro digital	Si	Si	Si
2. Temperatura del aire en área aledaña	Medición directa con teletermómetro de 3 canales	Si	Si	Si
3. Temperatura del aire (5 cm )	Medición indirecta con esferas termosensibles	Si	Si	Si
4. Temperatura del aire (50 cm prof.)	Medición indirecta con esferas termosensibles	Si	No	Si
5. Temperatura del suelo (80 cm prof.)	Medición indirecta con esferas termosensibles	No	No	Si
6. Temperatura del suelo (10 cm prof.)	Medición directa con termocupla digital	Si	No	Si
7. Velocidad del viento	Anemómetro digital	Si	Si	Si
8. Contenido de materia orgánica, suelo	Oxidación total con peróxido de hidrógeno	Si	No	Si
9. Contenido de nutrientes, suelo. (1)	Fósforo total: digestión húmeda con persulfato. Nitrógeno: Kjeldhal	Si	No	Si
10. Humedad del suelo	Diferencia de peso húmedo-peso seco por gravimetría.	Si	No	Si
11. Necromasa combustible	Determinación de peso seco de la vegetación muerta en pie	Si	No	Si
12. Biomasa vegetal	Determinación de peso seco de vegetación verde	Si	No	Si
13. Respiración edáfica	Titulación de CO <sub>2</sub> con CIH (0,25N) de una solución de (OH)K incubada in-situ	Si		Si
14. Flora	Estudio de la distribución en laguna San Miguel, en esteros de recarga, pajonales y monte nativo	Si	No	Si
15. Fauna	Avistaje directo. Censo de huellas y rastros	Si	Si	Si
16. Modificaciones en el paisaje	Apreciación visual de la cobertura de cada unidad de paisaje	Si	No	Si

### 3.5.1.a. Efectos del fuego sobre el microclima del ensayo

El viento (de 5 a 3 km/h) sopló en forma continuada del mismo cuadrante, lo que favoreció que el fuego durara en total menos de 20 minutos en el sitio y que las llamas permanecieran menos de 8 minutos en el mismo punto.

En el sitio de pastizal, se midió un ligero efecto convectivo, probablemente relacionado con la proximidad de una foresta de eucaliptos.

La temperatura del aire se elevó hasta 40 °C a nivel del suelo (horizonte A<sub>0</sub>) y 10 minutos después alcanzó valores semejantes a los momentos previos a la quema.

A 1 m del suelo la elevación de la temperatura durante el incendio fue del orden de los 10 °C durante el paso de las llamas, recuperando los valores de base luego de media hora de finalizada la quema.

Las esferas termofusibles no se cuartearon, ni se deformaron y se bizcocharon como consecuencia del fuego, lo que ratifica que la intensidad y temperatura fueron de poca magnitud (temperatura ambiente menor de 100 °C).

La temperatura en el límite del rodal de eucaliptos (30 m de distancia de la línea de fuego ascendió 2 °C como consecuencia del incendio).

No se registraron diferencias significativas en la humedad del suelo (de 0 a 5 y de 5 a 10 cm) al comparar los datos anteriores y posteriores al fuego. Algo semejante ocurrió con la concentración de materia orgánica y de nutrientes.

### 3.5.1.b. Efectos del fuego sobre la vegetación

El fuego quemó toda la fitomasa *seca en pie* y una parte importante de la biomasa aérea del pastizal y del pajonal. Al final de la experiencia quedó una cantidad próxima a las 3 tn/ha en el pastizal y 5,5 tn/ha en el pajonal. El sistema radicular, los rizomas y la parte inferior de la canopia no fue afectada por las llamas. Las plantas herbáceas blandas se quemaron en más del 80% de su biomasa, eliminándose casi totalmente la biomasa aérea (Figura 49-Anexo).

En el palmar de palma enana (*Butia paraguayensis*) se quemó en un 100% la cubierta herbácea que crecía entre las palmas (Figura 50-Anexo), dejando el suelo al descubierto sin que resulten afectadas las palmas, ni aún los ejemplares menores de 30 cm de alto (Figura 51-Anexo).

Al cabo de la primera semana del incendio, comenzó la recolonización del suelo por especies geófitas, hemicriptófitas y caméfitas de ciclo de vida rápido. Luego de 20 días del incendio, 17 especies fueron colectadas y herborizadas para su identificación taxonómica. Al mes de ocurrido el incendio 28 especies integraban el estrato herbáceo del palmar enano, cubriendo un 20% del suelo.

Los resultados preliminares obtenidos en estos ensayos indican que una semana después del incendio del pastizal y del

pajonal se produjo un aumento de la respiración edáfica<sup>18</sup>, en tanto que las determinaciones en el palmar enano dieron un valor más bajo que los otros dos sitios.

### 3.5.1.c. Síntesis de los impactos del fuego

Las perturbaciones por fuego constituyen un factor controlante de la estructura y funcionamiento del sistema. Los disturbios por fuego controlado, dentro de un programa de quemas ecológicamente programadas, no tienen efectos nocivos para estos humedales. La utilización del fuego, mediante quemas rotativas de la frecuencia e intensidad necesaria, en condiciones meteorológicas favorables, en parcelas de tamaño y forma apropiada a las condiciones locales, constituye un programa de manejo y control ambiental de gran importancia para la conservación de los humedales.

### 3.5.1.d. Efectos del fuego sobre la fauna

Estos resultados puntuales indican que el aumento de la temperatura de fuego no resulta crítica para la fauna, a menos que sea alcanzada directamente por las llamas. De tal manera, la fauna de invertebrados que viven en el suelo y también la de vertebrados cavícolas no resulta puntualmente afectada por la quema.

Las aves no fueron alcanzadas por el fuego y las que se encontraban en un nido a 1,5 m de altura sobre el suelo persistieron en el nido durante el incendio y con posterioridad al mismo. El nido tampoco resultó afectado por el fuego durante esta experiencia (Figuras 52 y 53-Anexo).

El principal efecto de estrés por fuego se relaciona con la pérdida temporaria de hábitat para refugio y para alimentación. Los impactos del fuego pueden resumirse en la Tabla 7.

Si bien lo anotado en la Tabla anterior es válido en términos generales, es difícil generalizar, porque cada humedal tiene diferente curva de producción anual y diferente estacionalidad. En los humedales de tipo 4 a 7 (Neiff, 2001), el fuego ha ocurrido en forma natural durante milenios, generalmente durante las tormentas. Los esteros acumulan metano, producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, lo que favorece la ocurrencia de incendios. La mayor parte de las plantas tienen sus rizomas a 2-5 cm de profundidad; otro grupo es de terófitos, que colonizan el sitio luego del fuego. Muchos animales, como las lolas (*Lepidosiren paradoxa*) y algunos peces, como los "cascarudos" (*Oplosternon littorale*), viven en charcos o enterrados en el barro durante el período crítico y no son afectados por el fuego.

Resulta difícil separar los efectos del fuego de aquellos que producen las sequías prolongadas, que suelen ocurrir juntos. Algunas experiencias puntuales realizadas en humedales subtropicales de la Argentina indican que los daños que produce

<sup>18</sup> Incluye la descomposición de la hojarasca remanente sobre el suelo y la producción de dióxido de carbono por las raíces y por la fauna edáfica.

Características	Fuego natural	Fuego inducido	Fuego inducido
Frecuencia	Baja: décadas.	Alta: 2-5 años	
Intensidad	Muy alta	Media-alta	Depende del combustible acumulado
Tensión	Alta	Baja	
Regularidad	Baja	Media-alta	
Amplitud (duración)	Alta	Baja	La duración del fuego es inversamente proporcional a la frecuencia e intensidad.
Estacionalidad	Alta: verano-otoño	Media: fin de invierno - comienzo de verano	Período de fertilidad: plantas y animales, distinto
Wetlands más afectados (ver: Neiff, 2000 )	Tipos 3 a 9	Tipos: 8, 7, 4, 6, 3.	Ocasionalmente: tipos 1 y 2.
<b>Vegetación</b>	Selecciona bioformas adaptadas	Selecciona bioformas adaptadas y modifica la proporción (espectro biológico)	Depende principalmente de la frecuencia.
¿Predominio de monocotiledóneas?	Variable, depende de frecuencia	Sí	
¿Exclusión de árboles?	No	Generalmente, sí	
Aumenta el área de foresta de palmas?	Sí	Sí	
Bioformas dominantes	Terófitos/Geófitos	Geófitos/terófitos	En humedales tipo 8.
<b>Fauna</b>			
¿Reduce el número de especies?-	Moderadamente	Fuerte reducción	
¿Reduce el número de nichos?-	Depende de frecuencia. Generalmente, sí	Sí	Consecuencia de la reducción de la oferta de hábitat.
Funciones interferidas	Poco conocida	Reproducción, alimentación refugio	Muy escasa información.

Tabla 7. Posibles impactos del fuego sobre la biodiversidad en humedales.

el fuego son poco importantes debido a que la mayor parte de las especies tienen bioformas tolerantes (Neiff, 2001).

En un *pirizal* (formación dominada por *Cyperus giganteus*) con 21 tn/ha de materia seca (Figura 54-Anexo) se realizó una experiencia de fuego controlado.

En estas condiciones el fuego produjo un aumento de pocos grados en la superficie del suelo y su efecto fue fugaz. Al cabo de un mes, el número de especies de plantas se había triplicado.

En la Región del Iberá, especialmente en los humedales de tipo 3 a 6, el fuego se practica también como una rutina, de año en año o con mayor espaciamento, para mejorar la oferta de forraje para las pasturas. Hasta el presente no se han descrito procesos de deterioro ambiental asociados a este disturbio y, en algunos ecosistemas como los palmares enanos de *Butia paraguayensis*, en las lomadas arenosas del O del Iberá, el fuego es un factor principal de estabilidad (Shell Capsa Forestal, 1999).

El fuego practicado según un plan de manejo adecuado a las características ecológicas de cada humedal favorece la biodiversidad y evita que se acumule demasiado material combus-

tible en el suelo (pasto seco, turba) que podría producir la muerte o segregación temporal de muchas especies. Sin embargo, poco se conoce sobre el tamaño más efectivo de las parcelas a quemar, sobre la recurrencia más apropiada del fuego, para distintos humedales.

### 3.6. ¿Qué efectos produce el turismo sobre el sistema natural del Iberá?

#### 3.6.1. Contexto de la actividad turística en Corrientes

La provincia de Corrientes se encuentra en un lugar geográfico privilegiado ecológicamente y con altas posibilidades de desarrollo turístico actual y futuro. Está situada en un área de contacto con Paraguay, Brasil y Uruguay y forma parte del Corredor Bioceánico del Mercosur. Para llegar al Iberá, además de Buenos Aires (acceso habitual a la Argentina), resulta económico y accesible hacerlo desde Asunción o Encarnación (Paraguay), de Foz de Iguazú, São Borja o Uruguayana (Brasil) o por el sur de Corrientes cuando se ingresa desde Uruguay.

Hasta mediados de los años noventa, Corrientes fue un sitio

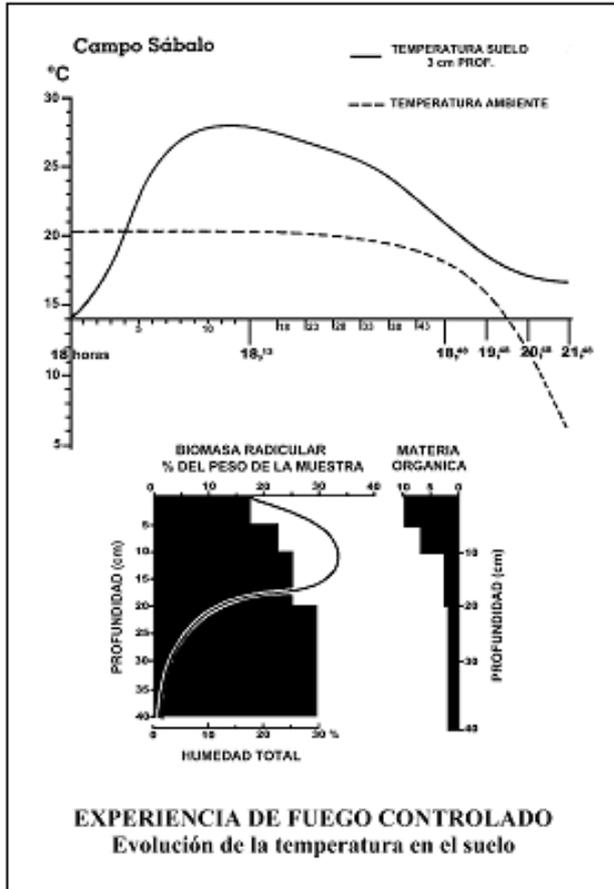


Figura 55. Experiencia con fuego controlado, en Campo Sábalo. En la parte superior se representa la evolución de la temperatura ambiente (línea de guiones) a un metro sobre el suelo y del suelo (línea continua) a 3 cm de profundidad, desde el inicio de la quema (18 horas) hasta la extinción de las brasas (21:45 horas). En la parte inferior se representa la estratificación de la biomasa radicular, la humedad del suelo y el contenido de materia orgánica. Se aprecia que la mayor concentración de raíces se encuentra entre 5 y 20 cm, zona en que el aumento de temperatura durante las quemas es, posiblemente mucho menor del registrado a 3 cm.

de “turismo de paso” para quienes unían, por ejemplo, Buenos Aires con las cataratas del Iguazú, o que debían continuar hacia alguno de los países mencionados. Hasta entonces, el principal atractivo turístico fueron los espectáculos que se realizaban para los carnavales y los certámenes de pesca, que comenzaron a fines de los años cincuenta y tomaron notoriedad a partir de la década del setenta.

Los humedales comenzaron a ser una alternativa turística en el mundo a comienzo de los ochenta, creciendo el interés internacional por el Iberá en la década del noventa. La infraestructura turística relacionada con el Iberá, como alternativa viable, empezó a organizarse a partir de 1994, agregándose a la hotelería convencional una serie de estancias que ofrecen opciones de turismo natural y servicios complementarios.

En 2002 la capacidad total de alojamiento turístico de Corrientes era próxima a 2.400 camas, distribuidas en 925 habitaciones. La mayor parte de la capacidad receptora correspondía a posadas y hoteles de dos y tres estrellas. La localidad de Ituzaingó, al N del Iberá, tenía unas 500 plazas y Esquina, al S, 600 plazas.

La actividad puede ser calificada como incipiente. Existen operadores turísticos de Corrientes y de Buenos Aires que ofrecen opciones turísticas al Iberá. La Universidad Nacional de Misiones (UNAM) y la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) tienen carreras de tecnicatura y/o licenciatura en turismo. Un buen análisis del turismo en el N del Iberá puede encontrarse en el trabajo de Vallejos (2002) realizado para la UNAM.

De las múltiples actividades humanas, el turismo es una de

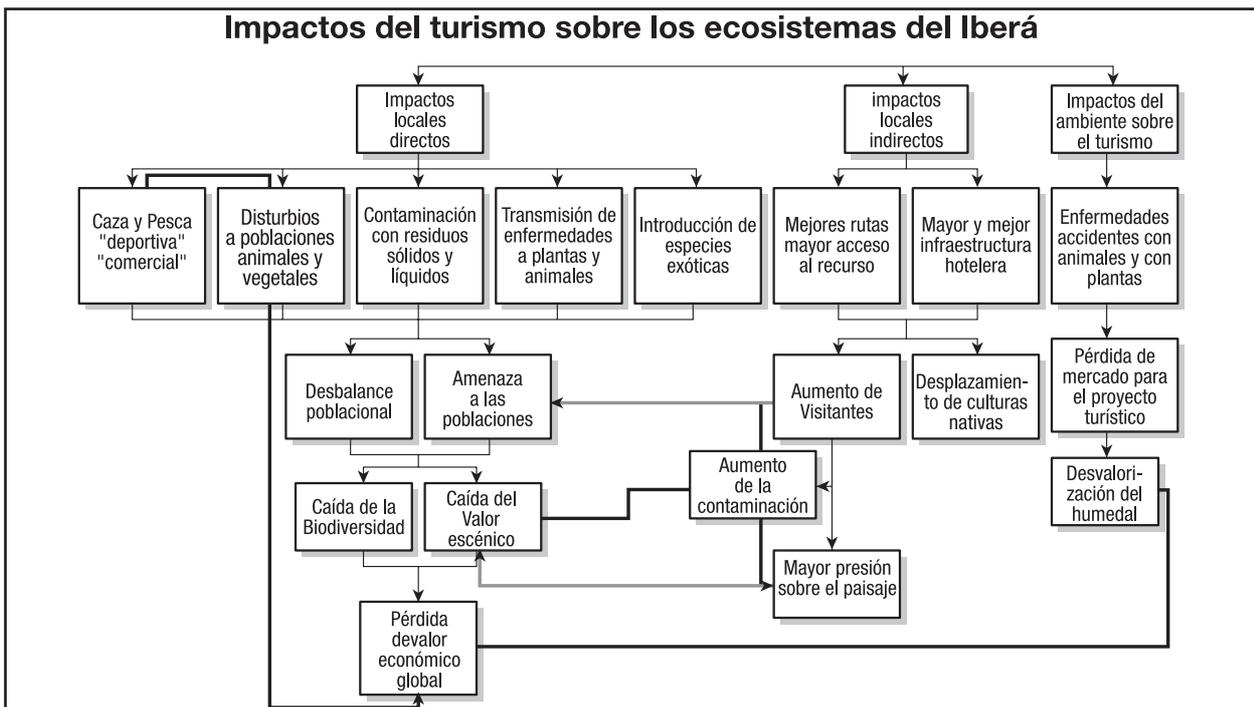


Figura 56. Efectos del turismo sobre el Iberá. El esquema apenas puntualiza los aspectos más relevantes a ser analizados y controlados durante un programa de gestión. La escasa experiencia local existente y el carácter incipiente de esta actividad, dificulta una apreciación más específica y precisa.

las más deseables, cuando se analiza la relación de costos y beneficios sobre el sistema natural que la sustenta:

- Atrae inversiones externas.
- Requiere gran cantidad de mano de obra capacitada.
- Permite revalorizar los recursos escénicos, las culturas nativas y el paisaje natural en sentido amplio.
- Promueve el mejoramiento de infraestructura y de servicios.
- No es una actividad destructiva, a condición que se realice con buenos criterios y como corolario de un proceso cultural organizado.
- Puede ser considerado como recurso renovable.

El ecoturismo constituye una forma de turismo especialmente compatible con la receptividad del paisaje, evitando o minimizando acciones destructivas sobre el paisaje. Pero aún así, el ecoturismo depende de una buena planificación y un buen manejo, puesto que la mala planificación o la pobre implementación de manejo pueden transformarse en un turismo común y traer los impactos negativos asociados. (Buchinger, 1996; Castelli, 2002).

Al presente, los impactos negativos del turismo sobre los ecosistemas del Iberá son poco notables, a no ser por cambios en el régimen de tenencia de la tierra, que tiende a concentrar un gran poder de decisión del recurso en los propietarios de

terrenos, por sobre el interés general.

Se requiere una adecuada estrategia de gestión para evitar efectos negativos sobre los ecosistemas y para que el *turismo natural* sea el principal factor de revalorización del Iberá.

Dado que no hay suficiente experiencia en sistemas equivalentes al Iberá, una forma de cubrir riesgos innecesarios debería comprender cuatro áreas principales:

- **Educación:** las acciones en esta área son necesarias para elaborar un contexto cultural adecuado que permita encauzar el desarrollo sostenible.
- **Prevención:** tiende a implementar un sistema de operaciones acorde con la capacidad de soporte del medio natural evitando la destrucción o deterioro del recurso.
- **Gestión:** está destinada a implementar los objetivos del programa de la forma más eficiente y eficaz.
- **Contingencia:** tiene por objeto minimizar o anular los efectos indeseables de siniestros relacionados a la actividad turística.

Si bien los bloques de los esquemas presentados son, en alguna medida autoexplicativos (Figuras 56 y 57), se requiere un desarrollo en extenso de las distintas fases, acordándole valores a las distintas variables en forma dinámica en el tiempo.

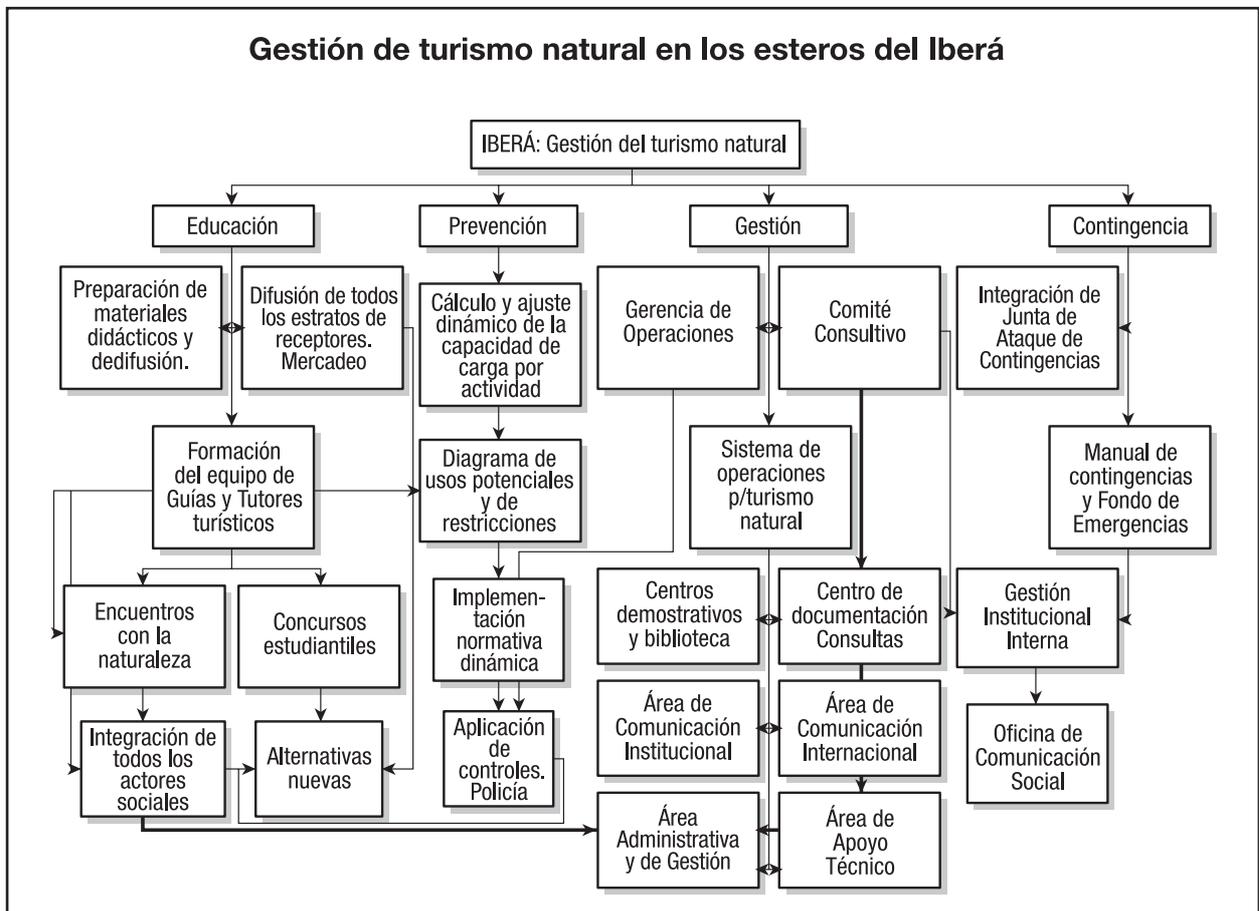
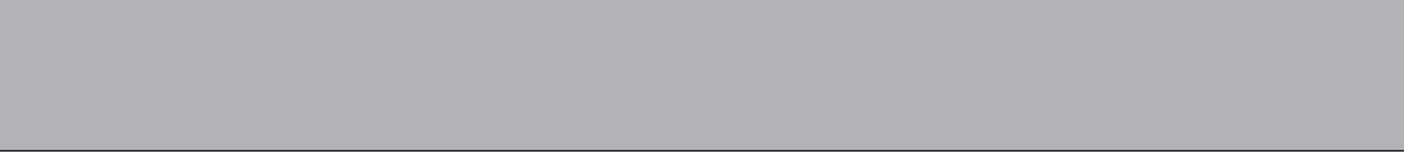


Figura 57. Gestión del turismo natural en los esteros del Iberá. Se presenta un esquema de interacciones necesarias en el caso específico del macrosistema Iberá. Se propone un esquema abierto de gestión participativa, adaptable a la dinámica del proyecto y útil para gestionar el turismo en condiciones de carga variable.



## 1. El Iberá... últimas palabras y... eternos deseos

Si Ud. llegó hasta aquí, luego de acompañarme con la lectura de los capítulos anteriores, es porque la pregunta El Iberá... ¿en peligro? no está resuelta.

He comprometido mi opinión y lo haré, aunque mi visión pueda ser fragmentaria y limitada a mi conocimiento y vivencias previas.

Algo está en peligro *cuando puede dejar de ser lo que es*, perder su esencia. Seguramente hay muchas formas de peligro. El peligro consciente atrae a muchas personas y es quizás la razón de ser de la aventura y de muchos deportes. En realidad es un riesgo controlado al filo de lo posible. Cuando no se conoce el nivel de riesgo, se cae en la incertidumbre, que es el verdadero peligro, el que puede terminar en catástrofe.

En el caso de los sistemas naturales, éstos están en peligro porque hay gente. Si no hubiera personas no habría disturbios y la naturaleza evolucionaría sin que las plantas y los animales reciban nombres y las inundaciones y secas fueran buenas o malas para alguien. Pero... claro, tampoco estaríamos demasiado preocupados por lo que le pueda pasar a la naturaleza. Quiero decir que cuando pensamos en “impactos” o en “la suerte de los ecosistemas” lo hacemos porque hay un destinatario, presente y futuro.

Y que cuando expresamos una reserva respecto del uso de determinado recurso, nuestra precaución no es ignorante, porque -en todo caso- estamos reconociendo todo lo que no conocemos de ese sistema natural y estamos respetando el derecho del *hombre futuro*, que podría ir más allá de lo económico.

El uso que se haga de la naturaleza tendrá siempre algún impacto. La presencia humana sobre la Tierra es, obviamente, una realidad y la transformación de los ecosistemas para satisfacción del hombre no puede ser cuestionable en términos reales. Allí nace la necesidad de buscar las mejores opciones de uso, consensuando las mejores opciones de utilización racional, fijando límites de uso, preservando cuando fuere preciso.

Es necesario definir si los impactos de las actividades humanas se encuentran dentro del nivel de compensación de los ecosistemas y, si así no fuere, la sociedad debería conocer los riesgos emergentes de cada actividad.

Para responder a la cuestión central de este libro, comencé

explicando lo que el Iberá es y cómo funciona, según mi diagnóstico. Después presenté distintas actividades que son fuentes de impactos. Deliberadamente he ignorado algunas como la “caza deportiva” o con fines comerciales, entendiendo que matar animales -a menos que sea por necesidad de sobrevivencia- no tiene calificativo y debiera ser terminantemente prohibido.

Sin embargo, el deterioro del paisaje es una forma silenciosa de liquidar la vida silvestre en el largo término. En otras palabras, es la diferencia entre *matar* y *dejar morir* y, aquí, cada uno tendrá su propia evaluación.

Hay que tener presente que algunas formas de utilización determinan patrones de paisaje y de funcionamiento compatibles con la persistencia de los elementos y procesos básicos del ecosistema y estas formas son las que proponen los *modelos de desarrollo sostenible*. De hecho, son tan raros los casos en los que realmente se cumplen las premisas de estos modelos, que casi soy un descreído de ellos, al menos hasta que se los denomine *utilización aceptable* y, que no necesariamente implica aceptar la teoría de la sostenibilidad, sino encontrar el *nivel de parasitismo* permitido en el que la sociedad humana utiliza un recurso respetando la capacidad de carga del sistema.

De algunas actividades conocemos mejor los riesgos que de otras. la **Ganadería**, por ejemplo, se practica desde hace varios siglos en el Iberá. Se han señalado los impactos locales que produce el mal manejo de los campos, especialmente cuando la actividad pastoril se realiza en campos que anteriormente estuvieron dedicados al cultivo de arroz.

En la Región del Iberá la ganadería está asociada al uso del fuego y ambas acciones pueden resultar nocivas o no, de acuerdo al plan de manejo que se haga. En algunos paisajes, como los pajonales, fuego y ganadería pueden estar indicados. La ganadería en bañados de pastos cortos y tiernos, del borde de los esteros, no produce impactos graves y podría practicarse si se conoce la carga más conveniente en cada época y manteniendo áreas *buffer* (no intervenidas) para la vida silvestre. Reconociendo la importancia de la erosión localmente, el impacto del arrastre de sedimentos desde estos campos hacia el Iberá es despreciable al menos en la breve serie de tiempo que significan 400 años de ganadería en Corrientes.

Esta apreciación está apoyada en la exigua concentración de sólidos suspendidos en los cursos afluentes al Iberá (Shell Capsa Forestal, 1999) y en la inexistencia de depósitos de

acumulación. Dentro del Iberá el transporte de elementos minerales a través de los cursos de agua es más exiguo aún, como lo demuestra la composición de los suelos de embalsado situados al borde de los canales de escurrimiento.

La información disponible indica que la ganadería podría practicarse como hasta hoy sin que se modificara el curso de la sucesión ecológica, especialmente si se encara la recuperación de las áreas erosionadas y se toman los recaudos para paliar sus efectos negativos sobre la fauna silvestre (rediseño de potreros, uso de alambrados eléctricos, adecuada vacunación y tratamiento sanitario de los animales, desparasitado periódico y control de garrapatas y otros ectoparásitos, etc.). El uso del **Fuego** debería ser prescripto con restricciones, debiéndose analizar cada sector del Iberá en un *plan de manejo del fuego* destinado no sólo a su control, sino a diagramar qué parcelas debieran quemarse, cuándo, con qué periodicidad, con qué clima, e indicando un plan de monitoreo y de contingencia para cada caso. La utilización del fuego no debería estar excluida ni aún en las áreas de reserva, por los motivos ya explicados en este libro. El fuego es una poderosa herramienta de manejo ecológico que puede ser útil especialmente en dos de los modelos de organización del paisaje del Iberá: el de las grandes lagunas y esteros del E y el que denomináramos *Iberá-Ñeembucú*. En el modelo de paisajes fluviales como el valle del río Corriente, el uso del fuego es ecológicamente menos necesario por lo plano del relieve y por la frecuencia y amplitud del régimen de pulsos, que controla la acumulación excesiva de materia orgánica. El uso del fuego en estos paisajes debiera indicarse sólo eventualmente.

La **Agricultura**, en general, considerando las formas actuales de manejo, los cultivos que se practican, la posición y extensión de los mismos, no ha producido impactos importantes sobre los humedales del Iberá.

Una excepción la constituye el **Cultivo de Arroz** cuya práctica, en los casos que he conocido, merece ser fuertemente cuestionada, no sólo por los impactos que produce en la estructura del suelo, por la lixiviación de nutrientes y el arrastre de partículas minerales por gravedad, por el agregado de productos fitosanitarios (algunos de los cuales llegan a ser innecesariamente agresivos para el ambiente), o por la compactación que producen las máquinas cosechadoras, sino por lo que viene después del cultivo. Al cabo de unos cinco años, los campos son abandonados y/o dedicados a una actividad pastoril inapropiada, que incluye: permanencia de los terraplenes de retención del agua, sobrecarga de ganado (para la paupérrima condición del suelo), utilización inadecuada del fuego, ausencia de control de las gramíneas en cojines y sus correspondientes hormigueros, etc.

Nadie duda de la conveniencia y satisfacción de un buen plato de arroz. Pero en la autorización para el uso de los cam-

pos para el cultivo de arroz debería aprobarse un plan de manejo ecológico. El precio del kilogramo de arroz debería incluir la recuperación y puesta en producción de los campos, luego de abandonado el cultivo.

Este plan de manejo debería asignar un caudal permitido de bombeo de agua desde el humedal, cuidando que el volumen de agua extraída no implique impactos importantes que agraven las fases de aguas bajas del sistema. El promotor del proyecto debería utilizar filtros adecuados que impidan la succión de alevinos y peces pequeños, cosa que hoy produce daños significativos sobre la ictiofauna.

Las **Forestaciones** que hasta ahora se realizan en la periferia del Iberá, deberían contar con EIAs de suficiente calidad y especificidad en el análisis de impactos ambientales y en su tratamiento. Los licenciamientos debieran tener un término de tiempo (quizás, la primera cosecha) con el objeto de poder corregir los efectos negativos. El promotor debería presentar un claro y efectivo plan de gestión ambiental y contar con un manual de manejo ambiental en caso de contingencias.

El diseño de los parches, las calles cortafuego, los caminos internos y las playas de maniobras, deberían tener un diseño ecológico que favorezca la circulación y la existencia de dormideros para animales silvestres. Se debería propender al policultivo, evitando los parches coetáneos de la misma especie. Deberían dejarse franjas y áreas buffer, completando las investigaciones necesarias a tal fin.

La circulación y el trabajo de máquinas en las calles internas debería respetar los ritmos de actividad de los animales y la caza y tenencia de perros debería prohibirse en los establecimientos (Giraud et al., op. cit.).

La experiencia acreditada por algunas empresas líderes en la periferia del Iberá demuestra que es posible producir con bajo nivel de impactos. Sin embargo, la autoridad de aplicación provincial debería mantener las exigencias en cuanto hace al monitoreo ambiental.

El **Turismo Natural** se presenta como una actividad muy promisoría actualmente y con grandes ventajas en cuanto a que -convenientemente guiado- tiene pocas transformaciones negativas para los humedales, favorece el conocimiento y la educación ambiental y permite captar recursos económicos importantes para la región.

Sin embargo, en la actualidad es practicado como una actividad poco coordinada y sin una adecuada evaluación de impactos y riesgos. No se han realizado los estudios para determinar la zonificación, ni la capacidad de carga por actividades, ni los sitios más apropiados de permanencia, ni los distintos servicios que deben ser ofrecidos en el turismo natural. Tampoco se ha explorado la potencialidad ecológica para el turismo y se practica con bajo nivel de aprovechamiento de la riqueza ambiental del sistema. Lo expresado conlleva el

riesgo de la improvisación y del provecho de algunos operadores en desmedro de otros. Tampoco está claro el aporte cultural del turismo natural en la forma en que se practica.

Los **Cambios en el Nivel del Agua del Sistema** son, indudablemente, los más preocupantes. En primer lugar, porque implican una modificación sobre todo el humedal y sobre los procesos que regulan su estabilidad. Segundo, porque implican efectos adversos tanto en los ecosistemas como en las actividades socioeconómicas de la región (ganadería, agricultura, forestación, turismo, etc).

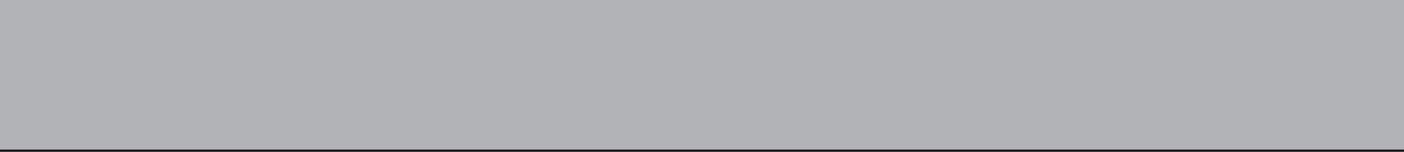
Tanto el descenso pronunciado del nivel del agua como el aumento son altamente perjudiciales para el humedal, como se ha tratado en esta contribución.

Desde mediados de 1989 se registra un importante y sostenido incremento del agua en el sistema, que es coincidente con el cierre que efectuara para la construcción del embalse de Yacyretá. Desde entonces y, a pesar de algunos períodos de sequía en el clima local, el nivel del Iberá se ha mantenido un 60% más alto que en el período previo a 1989. No se ha demostrado científicamente que este incremento de nivel en los esteros del Iberá no sea un efecto adverso de la construcción del embalse.

En este contexto, se ha planteado el recrecimiento de la cota de Yacyretá, elevando su nivel siete metros, con el objeto de acrecentar el rendimiento energético y solucionar deficiencias técnicas en el funcionamiento de las turbinas, sin contar con los estudios necesarios que permitan desvincular al embalse como causante del aumento de nivel en Iberá.

Esta iniciativa -en función de lo expresado- plantea un nivel de incertidumbre que debiera ser resuelto antes de modificar la situación actual, porque la posibilidad de revertir efectos colaterales negativos es muy baja si se la compara con otras actividades del hombre, comentadas en esta contribución.

El Iberá es un humedal único en Sudamérica, que ha recibido el reconocimiento de RAMSAR y de otros organismos internacionales. Por sus características escénicas, ecológicas, culturales y por constituir una gran reserva de agua limpia y de biodiversidad merece el mayor cuidado y respeto.



## BIBLIOGRAFÍA

- ADÁMOLI, J. (1995). *Diagnóstico do Pantanal: características ecológicas e problemas ambientais*. Programa Nacional do Meio Ambiente, 1-50.
- ADLARD, P. G. (1987). "Review of the ecological effects of *Eucalyptus*". Informe de Gómez Orea, D. (1986). Evaluación del impacto ambiental de proyectos agrícolas. UPM, Madrid.
- ALMIRÓN, A.; J. CASCIOTTA; J. BECHARA; P. ROUX; S. SANCHEZ y P. TOCCALINO (2003). "La ictiofauna de los esteros del Iberá y su importancia en la designación de la reserva como sitio Ramsar". En: ALVAREZ, B. B. -Coord- (2003): *Fauna del Iberá*. Ed. EUDENE, Corrientes.
- ALVAREZ, B. B. et al. -Coord- (2003): *Fauna del Iberá*. Ed. EUDENE, Corrientes, 390 p.
- AMEGHINO, F. (1886): *Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires*. 2da. Reimpresión. Instituto Agrotécnico de la UNNE, Resistencia [c: 1958].
- ANGELERI, J. y A. FULQUET (2003): *Propuesta de estudios para evaluar el transvasamiento de Yacyretá a Iberá*. II Reunión Foro Iberá-Yacyretá, Buenos Aires, 6/3/2003.
- ARBO, M. M. y S. G. TRESSENS -Eds.- (2002): *Flora del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 613 p.
- BARBIER, E.; M. ACREMAN y D. KNOWLER (1997): *Economic valuation of wetlands*. RAMSAR Convention Bureau, Gland.
- BARRET, W. H. y S. G. TRESSENS (1996): "Estudio de la vegetación nativa en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el norte de Corrientes, República Argentina", en: *Bonplandia*, 9 (1-2): 1-18.
- BARTELL, S. M.; R. H. GARDNER y R. V. O'NEILL (1992): *Ecological Risk Estimation*. Lewis Publishers 248 p.
- BERTONATTI, C. y F. GONZÁLEZ (1993): *Lista de vertebrados argentinos amenazados de extinción*. Boletín Técnico de Fundación Vida Silvestre Argentina 8, 2º ed. Buenos Aires, 35 p.
- BINI, L. M.; S. M. THOMAZ y D. SOUZA (2001): "Species richness and b-diversity of aquatic macrophytes in the Upper Paraná River floodplain", en: *Arch. Hydrobiol.* 151 (3): 511-525.
- BLANCO, D. E. (1999): "Los Humedales como Habitat de Aves Acuáticas", en: Malvarez, A. I. -Ed.-: *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*. UNESCO/ORCYT/MAB. Montevideo, 215-224.
- BLANCO, D. E. y A. PARERA (2003): *La inundación silenciosa* (M.H.Acerbi, Coord.). Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 56 p.
- BONETTO, A. A. (1976): *Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico*. DNCPyVN, INCYTH-PNUD-ONU, Buenos Aires, 202 p.
- BRINSON, M. M., A. E. LUGO y S. BROWN (1981): "Primary productivity, consumer activity and decomposition in freshwater wetlands", en: *Am. Rev. Ecol. Syst.* 12:123-161.
- BROUWER, R.; S. CROOKS y R. TURNER (1998): *Towards an integrated framework for wetland ecosystem indicators*. Working paper GEC 98-27. CSERGE, UK.
- BRUQUETAS, I. Y. y J. J. NEIFF (1991): "Decomposition and colonization by invertebrates of *Typha latifolia* L. litter in Chaco cattail swamp (Argentina)", en: *Aquatic Botany* 40: 185-193.
- BUCHINGER, M. (1996): *Turismo, Recreación y Medio Ambiente*. Ed. Universo, Buenos Aires, 283 p.
- BURIAN, K. (1971): "Primary production, carbon dioxide exchange and transpiration in *Phragmites communis* on the Neusiedler See, Austria", en: *Hydrobiologia*, 12: 203-218.
- CABRERA, A. L. (1976): *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería II (1-2), Buenos Aires. 85 p.
- CABRERA, A. L. y A. WILLINK (1973): *Biogeografía de América Latina*. OEA, Serie Biología, Monografía 13, 119 p.
- CANEVARI, P.; D. E. BLANCO; E. BUCHER; G. CASTRO e I. DAVIDSON (1998): *Los Humedales de la Argentina*. Wetlands Internacional & SRNyDS. Publicación 46, 208 p.
- CANZIANI, G.; R. FERRATI; P. FEDERICO; D. RUIZ MORENO; A. CANÓNICA; M. GANDINI y L. MORENO (2003): "Sistemas de información geográfica y sensores remotos", en: CANZIANI, G.; ROSSI, C.; LOISELLE, S. y R. FERRATI -Eds.- (2003): *Los Esteros del Iberá. Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur"*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 77-82.
- CANZIANI, G.; C. ROSSI; S. LOISELLE y R. FERRATI -Eds.- (2003): *Los Esteros del Iberá. Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur"*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 258 p.
- CARIGNAN, R. Y J. J. NEIFF (1992): "Nutrient dynamics in the floodplain ponds of the Paraná River (Argentina) dominated by *Eichhornia crassipes*", en: *Biogeochemistry*, 17 (85-121). Ed. R.W. Howarth, Holanda.
- CARNEVALI, R. (1994): *Fitogeografía de la Provincia de Corrientes*. Gobierno de la Provincia de Corrientes-INTA, 324 p.
- CASCO, S. L. (2003): *Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección del Bajo Paraná, influenciada por el régimen de pulsos*. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. 127 p.
- CASCO, S. L., M. ROLÓN y J. J. NEIFF (2001): *Análisis cuali-cuantitativo del paisaje como base para el diagnóstico de la biodiversidad*. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen Expandido. www.unne.edu.ar
- CASTELLANOS, A. (1965): *Estudio fisiográfico de la Provincia de Corrientes*. Publicación N° 49, Instituto de Fisiografía y Geología, Universidad Nacional del Litoral, 222 p.
- CASTELLI, L. (2002): "Ecoturismo y conservación en áreas protegidas". En: *Informe del Taller Implementación del gerenciamiento para la conservación del humedal de los esteros del Iberá*. Fundación ECOS, Corrientes.

- CHEBLI, G., O. TÓFALO y G. TUZZINI (1989): "Mesopotamia", en: Chebli, G. y Spalletti, L. -Eds.-: *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 79-100.
- CHÉBEZ, J. C. (1999): "Los campos del norte correntino. ¿Un antes y un después?". Revista Magazine Semanal, 6 (299).
- CHRISTIAN, C. S. y G. A. STEWART (1947): *North Australia Regional Survey. General report on land classification and development of land industries*. CSIRO, Melbourne.
- CLEMENTS, F. E. (1905): *Research Methods in Ecology*. University Publishing Co., Nebraska, 512 p.
- COLIMBAUX, P. (1980): *Introducción a la ecología*. Limusa. 679 p.
- COLLANTES, M. B. y A. M. FAGGI (1999): "Los humedales del sur de Sudamérica", en: Malvárez, A. I. -ed.-: *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO-MAB-ORCYT, Montevideo, 15-26.
- COSTANZA, R.; S. FARBER y J. MAXWELL (1989): "Valuation and management of wetland ecosystems", en: *Ecological Economics*, 1: 335-361
- CUADRADO, G. A. y J. J. NEIFF (1993): "Palynology of embalsados in dystrophic lakes in Northeastern of Argentina", en *Rev. Brasil. Biol.* 53(3):443-451.
- DE FINA, A. y A. C. RAVELO (1973): *Climatología y fonología agrícolas*. EUDEBA, Buenos Aires, 281 p.
- DIEGUES, A. C. S. -Coord.- (1990): *Inventario de Áreas Úmidas do Brasil*. USP/UICN/F. Ford, 450 p. y mapas.
- DIEGUES, A. C. S. -Ed.- (1994): *An Inventory of Brazilian Wetlands*. IUCN, Gland, 216 p. y 56 mapas.
- ERDTMAN, G. (1960): "The acetolysis method", en: *Svensk. Bot. Tidskr.*, 54(4): 561-654.
- EASTMAN, J. y C. W. ROSE (1988): "The effect of tree spacing on evaporation from agroforestry", en: *Experiment agriculture and water management*, 42 (4): 355-360.
- EVARSA, 2002. *Diagnóstico hidrometeorológico del sistema Iberá*. Informe de circulación restringida, 40 p.
- FEARO (1973): "Ecological Land Survey Guidelines for Environmental Impact Analysis", en: *Ecol. Land Classif. Series*, 13: Fed. Environ. Assess. y Rev. Process, 43 p.
- FERRATI, R.; CANZIANI, G. Y D. RUIZ MORENO (2003): "Caracterización hidrometeorológica e hidrológica del sistema Iberá", en: CANZIANI, G.; C. ROSSI; S. LOISELLE y R. FERRATI -Eds.- (2003): *Los Esteros del Iberá. Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur"*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 83-101
- FIGUEREDO, M. V. (1929): *Lecciones de Historiografía de Corrientes*.
- FREDRICKSON, L. H. (1979): *Floral and faunal changes in lowland hardwood forest in Missouri resulting from channelization, drainage, and impoundment*. U. S. Dep. Int. Fish and Wild. Serv./OBSI-78/91, 130 p.
- FRUTOS, S. M. (2003): "Zooplankton de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá" en: Poi de Neiff, A. -Ed.-: *Limnología del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 143-170.
- FULQUET, A. (1999): "¿Crece el Iberá por culpa de Yacyretá?", en: *Diario El Litoral*, Corrientes, 22/09/1999.
- FULQUET, A. (2000a): "El embalse de Yacyretá afectaría la producción ganadera en Ituzaingó", en: *Diario El Territorio*, Posadas, 5/6/2000.
- FULQUET, A. (2000b): "Yacyretá-Iberá. El transvasamiento y su explicación", en: *Diario El Libertador*, Corrientes, 5/11/2000.
- FULQUET, A.; ACEVEDO, D.; ACERBI, M. Y D. RUIZ MORENO (2002): *Estrategias de acción frente a las amenazas identificadas. En: Informe del Taller Implementación del gerenciamiento para la conservación del humedal de los esteros del Iberá*. Fundación ECOS, Corrientes, Proyecto PNUD/ARG 02/GEF 35.
- GÁLVEZ, J. A.; A. CÓZAR y C. M. GARCÍA (2003): "Limnología de las lagunas Iberá y Galarza", en: CANZIANI, G.; ROSSI, C.; LOISELLE, S. Y R. FERRATI -Eds.- (2003): *Los Esteros del Iberá. Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur"*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 117-142.
- GANTES, P.; A. SANCHEZ CARO; M. A. CASSET y A. M. TORREMORREL (2003): "Nutrientes en vegetación y sedimentos de la laguna Iberá", en: CANZIANI, G.; ROSSI, C.; LOISELLE, S. y R. FERRATI -Eds.- (2003): *Los Esteros del Iberá. Informe del Proyecto "El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur"*. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 143-153.
- GARCÍA NOVO, F.; M. ZUNZUNEGUI; J. C. MUÑOZ REINOSO; J. B. GALLEGU-FERNANDEZ y M. C. DÍAZ BARRADAS (1996): "Surface and groundwater control on ecosystem development: the case of Doñana National Park (SW Spain)", en: J. CRUZ SAN JULIAN y J. BENAVENTE -EDS.-: *Wetlands: a Multiapproach Perspective*. Universidad de Granada y Coimbra Group, 81-101.
- GILL, C. J. (1970): "The flooding tolerance of woody species-a review", en: *For. Abstracts*, 3: 671-688.
- GIRAUDO, A. R. -Coord.- (2003): "Avifauna", en ALVAREZ, B. B.: *Fauna del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 181-307.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1981): *Ecología y Paisaje*. Blume, Madrid. 251 p.
- GRIME, J. P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. University of Sheffield, 222 p.
- GRUPO LAS MARÍAS S. A. (2001): *Evaluación de Impacto Ambiental*. T. I, 1-248, Corrientes.
- GUSCIO, F. J.; T. R. BARTLEY y A. N. BECK (1965): "Water resources problems generated by obnoxious plants" en: *Jour. Watways Harb. Div. Am. Soc. Civ. Engrs*. Vol. 10: 47-60.
- HASLAM, S. M. (1970): "The performance of *Phragmites communis* in relation to water supply", *Ann. Bot.*, 34: 867-877.
- HERBST, R. y J. SANTA CRUZ, (1985). Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. *D'Orbignyana*, 2: 1-51.
- HEY, D. L.; CARDAMONE, M. A.; SATHER, J. H. y W. J. MITSCH (1989): "Restoration of riverine wetlands: the Desplaines River wetlands demonstration project", en: *Ecological Engineering. An introduction to Ecotechnology*. W. J. Mitsch y J. E. Jørgensen -Eds.- J. Willey, New York: 159-183.
- HOLMES, J. W. y E. B. WROSNKI (1981): "The influence of plant communities upon the hydrology of catchments", en: *Land and stream salinity*. Elsevier Sci. Publ.: 19-34.
- INCYTH (1978): *Estudios hidrogeológicos de 11 localidades de la provincia de Corrientes*. Convenio Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas- Ministerio de Bienestar Social, Corrientes, Proyecto 1330: 1- 93.

- IRIONDO, M. (1981): *Antigüedad del último cambio climático en el litoral*. Ecología Argentina, 6: 5-8.
- IRIONDO, M. (1987): *Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe*. D'Orbignyana, Corrientes, 54 p.
- IRIONDO, M. (1991): "El Holoceno en el Litoral", en: *Com. Mus. Prov. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*, 3 (4), 40 p.
- IRIONDO, M. (1994): "Los climas cuaternarios de la región pampeana", en: *Com. Mus. Prov. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*, 4 (2), 48 p.
- IRIONDO, M. (1997): "Models of deposition of loess and loessoids in the Upper Quaternary of South America", en: *J. of South Amer. Earth Sci.*, 1: 71-79.
- IRIONDO, M., J. A. DE ORELLANA y J. J. NEIFF (1974): "Sobre el concepto de mallín cordillerano", en: *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 5: 5-38. Buenos Aires.
- IRIONDO, M. y N. O. GARCIA (1993): "Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years", en: *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecology*, 101: 209-220.
- IRIONDO, M. y D. KRÖHLING (1995): "El Sistema Eólico Pampeano", en: *Com. Mus. Prov. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*, 5 (1): 68 p.
- IRIONDO, M. y E. SCOTTA (1978): "The evolution of the Paraná river Delta", en: *Procc. Int. Symp. Coastal Evolution in the Quaternary*, Sao Paulo: 405-418
- JACKSON, M.L. (1970): *Análisis químico de suelos*. Omega, Barcelona. 662 p.
- JUNK, W. J., P. B. BAILEY 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.* Can. Spec. Pbl. Fish. Aquat. Sci. 106, 110-127.
- KLAMT, E.; N. KÄMPF y P. SCHNEIDER (1985): *Solos de várzea no estado do Rio Grande do Sul*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Facultad de Agronomía, Departamento de Solos. Boletim Técnico N°4.
- KLIMAS, C. V. (1987): "Anticipating critical impacts to floodplain ecosystems resulting from water level regulation", en: *P.I.A.N.C.-A.I.P.C.N. Bull.*, 57: 29-33.
- KLIMAS, C. V.; C. O. MARTIN y J. W. TEAFORD (1981): "Impacts of the flooding regime modification on wildlife habitats of bottomland hardwood forests in the lower Mississippi Valley" en: *U.S. Army Eng. Waterways Exp. Sta. Tech. Rep.*, Vicksburg. 140 p.
- LALLANA, V. (1978): "*Hydrocotyle ranunculoides*, hemiepfita de *Eichhornia crassipes*", en: *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 9: 13-18.
- LALLANA, V. (1985): "Productividad de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms en una laguna isleña de la cuenca del río Paraná medio. II Biomasa y dinámica de la población", en: *Ecología*, 5: 1-16.
- LAMBERT, A. (2003): *Economic valuation of wetlands: an important component of wetland management strategies at the river basin scale*. RAMSAR, [www.ramsar.org/features\\_econ\\_vall.htm](http://www.ramsar.org/features_econ_vall.htm), mayo 2003.
- LANCELE, H. (2003): "Características físicas y químicas de las aguas del Iberá", en: Poi de Neiff, A. -Ed.- *Limnología del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 71-85.
- LEWIS, J. P. y E. A. FRANCESCHI (1979): "Notas sobre la dinámica de la vegetación del valle del río Paraná", en: *Ecosur*, 6 (12): 145-163.
- LEWIS, W. M., F. H. WEIBZHAN; J. L. SAUNDERS III y S. HAMILTON (1990): "The Orinoco river as an ecological system", en: *Interciencia* 15(6): 346-357.
- LIMA, W. P. (1990): *Environmental impact of Eucalyptus*. Final Report. Wiggins Teape Grup Forestry Dept. Beacons Field, 300 p.
- LINACRE, E. T.; B. B. HICKS; G. R. SAINTY y G. GRAUZE (1970): "The evaporation from a swamp", en: *Agr. Meteorol.*, 7: 375-386.
- LINDEMAN, R. L. (1941): "Seasonal food-cycle dynamics in a senescent lake", en: *Amer. Midl. Nat.*, 26: 636-673.
- LITTLE, E. C. S. (1967): "Progress report on transpiration of some tropical water weeds", en: *Pans (c)* 13(2): 127-132.
- LOPEZ CADENAS DE LLANO, F. -Coord.- (1998): *Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión*. TRAGSA-TRAGSATEC/Mundi Prensa, Madrid, 946 p.
- LOTTI & ASOCIATI S.P.A. (1999): *Estudio hidrogeológico macroregional del área costanera del río Paraná en el tramo entre presa Yacretá y el Arroyo Yabebirt Informe final*, 72 p.
- LOUCKS, W. L. y R. A. KEEN (1973): "Submersion tolerance of selected seedling trees", en: *J. For.* 71: 496-497.
- LUKEN, J.O. (1990): *Directing ecological succession*. Chapman and Hall, 251 p.
- MARBLE, A. D. (1992): *A Guide to Wetland Functional Design*. Lewis Publish, 222 p.
- MARCHESE, M. y EZCURRA DE DRAGO, I. (1992): "Benthos of the lotic environments in the Middle Paraná River System: transverse zonation", en: *Hydrobiología*, 237: 1-13.
- MERELES, F.; R. DEGEN y N. LOPEZ DE KOCHALCA (1992): "Humedales en el Paraguay: Breve reseña de su vegetación", en: *Amazoniana*, XII (2): 305-316.
- McALLISTER, D.; J. CRAIG; N. DAVIDSON; D. MURRAY y M. SEDDON (2001): *Biodiversity Impacts of Large Dams*. IUCN-The World Conservation Union. Thematic Review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration. <http://www.dams.org/>. 61p.
- MERINO, M. L. y M. BECCACECI (1996): *Evaluación de estado poblacional y conservación del venado de las pampas (O. berzoarticus) en la provincia de Corrientes*. LITSA, Corrientes, 30 p.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, GOBIERNO DE CORRIENTES (2000): *Propuesta para Inversores*. 60 p.
- MITCHELL, D. S. (1969): "The ecology of vascular hydrophytes on lake Kariba", en: *Hydrobiología*, 34: 448-464.
- MITSCH, W. J. y J. G. GOSSELINK (1993): *Wetlands*. ITP-Van Nosstrand Reinhold Publ., 722 p.
- MITSCH, W. J. y J. GOSSELINK (2000): "The value of wetlands: importance of scale and landscape setting", en: *Ecological Economics*. 35 (1): 25-33.
- MITSCH, W. J.; STRASKRABA, M. Y J. E. JØRGENSEN -EDS.- (1988): *Wetland Modelling*. Elsevier, Amsterdam, 227 p.
- MOORE, P.D. y D.J. BELLAMY (1976): *Peatlands*. Elek Science, 221 p.
- MORELLO, J. H. (1984): *Perfil Ecológico de Sudamérica*. Instituto de Cooperación Iberoamericana, Barcelona, 93 p.
- MOSCHINI-C, V; POMPEO, M. L. Y J. J. SOARES (1995): "Fenología de *Scirpus cubensis* Poepp. & kunth na lagoa do Infernao. (Estazao zoológica Jataí, Luiz Antonio - SP)", en: *Acta Limnol. Brasil.*, 7: 1-9

- NEIFF, J. J. (1977): "Investigaciones ecológicas en el complejo de la laguna Iberá en relación a diversas formas de aprovechamiento hídrico", en: *Seminario sobre Medio Ambiente y Represas*. Montevideo, Uruguay. OEA, Universidad de la República, Tomo I: 70-88.
- NEIFF, J. J. (1978). "Fluctuaciones de la vegetación acuática en lagunas del valle del río Paraná en la transección Paraná-Santa Fe, entre 1970 y 1977", en: *Physis*, 38 (95): 41-53.
- NEIFF, J. J. (1981): "Panorama ecológico de los cuerpos de agua del nordeste argentino", en: *Symposia, VI Jornadas Argentinas de Zoología*. La Plata, 115-151.
- NEIFF, J. J. (1982): "Esquema sucesional de la vegetación en islas flotantes del Chaco", en: *Bol. Soc. Arg. Bot.*, 21(1-4): 325-341.
- NEIFF, J. J. (1986a): "Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental", en: *Ambiente Subtropical*, 1: 5-35.
- NEIFF, J. J. (1986b): "Las grandes unidades de vegetación y ambiente insular del río Paraná en el tramo Candelaria-Itá Ibaté", en: *Rev. Cienc. Nat. Litoral*, 17 (1): 7-30.
- NEIFF, J. J. (1990a): "Ideas para la interpretación ecológica del Paraná", en: *Interciencia*, 15(6): 424-441.
- NEIFF, J. J. (1990b): "Aspects of primary productivity in the lower Paraná and Paraguay riverine system", en: *Acta Limnologica Brasiliensia*, Vol. III, Tomo I: 77-113.
- NEIFF, J. J. et al. (1994): *Ambientes protegidos y áreas compensatorias del embalse de Yacyretá*. Presentado al Superior Gobierno de la Provincia de Corrientes, Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 104 p.
- NEIFF, J. J. (1996): "Large rivers of South America: toward the new approach", en: *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 167-180.
- NEIFF, J. J. (1997): "El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica", en: Malvarez, A. I. y P. Kandus -eds.-: *Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos*. ORCYT-MAB (UNESCO), 1-49.
- NEIFF, J. J. (2001): "Diversity in some tropical wetland systems of South América", en: *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Vol II. B. Gopal, W. Junk and J. Davis -Eds.- Backhuys Publish The Netherlands, 57-186.
- NEIFF, J. J. (2003): "Ambientes acuáticos y palustres del Iberá", en: Poi de Neiff, A. S. G. -Ed.-: *Limnología del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 3-16.
- NEIFF, J. J., S. CASCO; A. GIRAUDO y B. ALVAREZ DE AVANZA (2002): "¿Forestaciones o biodiversidad en el futuro de Corrientes?", en: *Jornadas de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. Resistencia, 21 al 25 de octubre.
- NEIFF, J. J.; E. M. MENDIONDO y C. A. DEPETTRIS (2000): "ENSO Floods on River Ecosystems: Catastrophes or Myths?", en: *River Flood Defence, Kassel Reports of Hydraulic Engineering*. 9, F141-F152. F. Toenmann & M. Koch -eds.-. Kassel, Herkules Verlag Vol. I, Section F: Flood Risk, Floodplain and Floodplain Management.
- NEIFF, J. J. Y M. NEIFF (2003): *PULSO, software para análisis de fenómenos recurrentes*. Dir. Nac. de Derecho de Autor Nro. 236164 (Argentina). <http://www.neiff.com.ar>.
- NEIFF, J. J. y A. POI DE NEIFF (2003): "Connectivity processes as a basis for management of aquatic plants", en: *Ecología e Manejo de Macrófitas Acuáticas*. Bini and Thomaz -eds.-. Editora Universidad Estadual de Maringá (en prensa).
- NEIFF, J. J.; H. J. REBORATTI, M. C. GORLERI Y M. BASUALDO (1985): "Impacto de las crecientes extraordinarias sobre los bosques fluviales del Bajo Paraguay", en: *Bol. Com. Especial Río Bermejo*. Honorable Cámara de Diputados de la Nación Argentina 4: 13-30.
- ORFEO, O. (2000): "Paleoambientes sedimentarios en el noreste de Corrientes", en: *II Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente (Buenos Aires)*. Asociación Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 41-42.
- ORFEO, O. (2003): "Geología del macrosistema Iberá", en: *Jornadas "Iberá un patrimonio nuestro"*. FACENA (UNNE), 3/4/2003.
- PARERA, A. y A. VILA (1995): *Proyecto Venados Correntinos*. Informe Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 8 p.
- PARERA, A. y D. MORENO (2003): *Situación actual del venado de las pampas en la provincia de Corrientes*. Boletín Técnico de Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires (en prensa).
- PECOM ENERGÍA (2001): *Caracterización ambiental de humedales del proyecto forestal de PECOM*. Corrientes.
- PENFOUND, W y T. T. EARLE (1948): "The biology of waterhyacinth", en: *Ecol. Monogr.*, 18: 447-472.
- PENMAN, H. L. (1963): *Vegetation and hydrology*. Farnham Roy B. (Inglaterra). Commonw. Bur. Soils Agric. Bur. (Tech. Comm. 53).
- POI DE NEIFF, A. S. G. -ED.- (2003a). "*Limnología del Iberá*". EUDENE, Corrientes, 191 p.
- POI DE NEIFF, A. S. G. (2003b): "Invertebrados de la vegetación del Iberá", en: Poi de Neiff, A. (Ed.) "*Limnología del Iberá*". EUDENE, Corrientes, 171-191.
- POPOLIZIO, E. (1977): Contribución a la geomorfología de la Provincia de Corrientes. *Geociencias*. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas, Universidad Nacional del Nordeste, N° 7 (texto) y N° 8 (ilustraciones).
- POPOLIZIO, E. (1981): "Geomorfología del Macrosistema Iberá", en: *Estudio del Macrosistema Iberá*. Gobierno de la Provincia de Corrientes - Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Vol. 1 a 6, Tomo II.
- RAMOS, V. (1999): "Las provincias geológicas del territorio argentino", en: Caminos, R. -Ed.-: *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (3): 41-96.
- RAMSAR (2002): *Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de Ramsar*.
- RIJKS, D. A. (1969): "Evaporation from a Papyrus swamp", en: *Q.J.R. Met. Soc.*, Vol. 95: 643-649.

- REBORATTI, H. J., J. J. NEIFF y M. ROMANO (1987): "Estructura de los alisales de *Tessaria integrifolia*. I. Análisis poblacional de rodales típicos", en: *Rev. Asoc. Nat. Litoral*, 18(1): 77-83. Buenos Aires, Argentina.
- RINGUELET, R. A. (1975): "Zoogeografía y Ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur", en: *Ecosur*, 2 (3):1-222.
- ROGERS, R. (1981): "Flooding, stand structure, and stand density affect pin oak growth in southeastern Missouri", en: *Journ. Appl. For.* 21 p.
- RUDESCU, L.; C. NICOLESCU e I. P. CHIVU (1965): *Monografia stufului den delta Dunarii, Romania*. Editura Academiei Republ. Social.
- SHELL CAPSA FORESTAL (1999): *Caracterización ambiental de los proyectos forestales de Puerto Valle, Garruchos y el Ciriaco*. SHELL C.A.P.S.A. Vol. I, II, y Resumen Ejecutivo. 640 p. y anexos.
- SHELL CAPSA FORESTAL (2000): *Evaluación del impacto ambiental de los predios forestales de SHELL CAPSA: EIA La Palmita, Uriburu y San José*. 3 vol. y anexos.
- SIOLI, H. (1975): "Tropical rivers as expressions for their terrestrial environments", en: Golley, F. B. y Medina, E. -Eds.-: *Tropical Ecological Systems. Trends in terrestrial and aquatic research*. Springer-Verlag, New York, 275-288.
- SMID, P. (1975): "Evaporation from a reedswamp", en: *J. Ecol.*, 63: 299-309.
- TAPEBICUÁ (2001): *Evaluación Ambiental del Proyecto Forestal. Informe final*. T. I y II. Corrientes.
- TATTAR, T. A. (1972): *Effects of inundation on trees*. USDA For. Serv., N. E. Area State and Priv. For. P-72-4, 6 p.
- TESKEY, R. O. y T. M. HINCKLEY (1977): *Impact of water level changes on woody riparian and wetland communities*. 6 volúmenes. U.S. Fish and Wildlife Service Off. Of Biol. Serv. 77/58, 77/59, 77/60, 78/87, 78/88, 78/89.
- TGCC (1996): "Vegetación del Sistema Paraguay-Paraná", en: *Diagnóstico de la Hidrovía Paraguay Paraná*. PNUD/ONU. Informe producido por el Consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal, Capítulo 5, 206 p., tablas y figuras.
- TIMMER, C. E. y L. W. WELDON. (1967): "Evapotranspiration and pollution of water by water hyacinth", en: *Contr. J. Vol. 6*: 34-37.
- TUR, N. (1965): "Un caso de epifitismo acuático", en: *Rev. Soc. Arg. de Botánica*, X(4): 323-327.
- VALLEJOS, Z. F. (2002): *Perspectivas de desarrollo sostenible en el Municipio de Ituzaingó y su área de influencia*. Monografía de Graduación, Universidad Nacional de Misiones, Posadas, 41 p.
- VASALLO, M. A. (1976): "Historial biodinámico del sistema Iberá", en: *V Seminario Nacional de Grandes Obras Hidroeléctricas*. Corrientes, 14 p.
- WALLER, T. y P. A. MICUCCI (1992): *Relevamiento de la distribución, Habitat y Abundancia de los Crocodilios de la República Argentina*. Informe Final, CITES, FUCEMA, CICuR, 61 p. y apéndices.
- WELCOMME, R. H. (1985): *River fisheries*. FAO Fish. Tech. Paper 262, Rome. 330 p.
- WHITLOW, T. H. y R. HARRIS (1979): *Flood tolerance in plantas: a state-of-the-art review*. U.S. Army Eng. Waterways Exp. Stn. TR E-79-2. Vicksburg, MS. 161 p.
- ZALOCAR, Y. (2003): "Fitoplancton de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá", en: Poi de Neiff, A. -Ed.- *Limnología del Iberá*. EUDENE, Corrientes, 85-142.









SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN SEPTIEMBRE DE 2004 EN IMPRENTA KURZ, AUSTRALIA 2320 CAPITAL FEDERAL.  
TIRADA: 300 EJEMPLARES.

IMPRESO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA



# EL IBERÁ...

**EN PELIGRO?** presenta al lector, en un lenguaje accesible, el funcionamiento ecológico de uno de los sistemas más valiosos del país y de Sudamérica. El Prof. Juan José Neiff, prestigioso científico, discute el proceso de avance de las áreas palustres sobre los grandes lagos del Iberá y explica las transformaciones en la dinámica del agua superficial como consecuencia de la colonización por la vegetación y el proceso de formación de suelos orgánicos ("embalsados" o islas flotantes). Discute, además, la influencia de diferentes disturbios antrópicos (ganadería, agricultura, forestación, fuego, turismo) y sus posibles consecuencias sobre la dinámica del sistema. Asimismo, trata los efectos observados en el Iberá, luego de la elevación de la lámina de agua en abril de 1989, la cual permanece un 60% por encima de los promedios anuales registrados hasta ese entonces. Teniendo en cuenta la posible vinculación de este hecho con el llenado del embalse de Yacyretá, el autor analiza escenarios de un hipotético recrecimiento del nivel de los esteros del Iberá y señala las posibles consecuencias ecológicas.

La Fundación Vida Silvestre Argentina, preocupada por el futuro de uno de los humedales más importantes del planeta, de características singulares en América tropical, considera que la publicación de esta obra es uno de los aportes más sólidos al conocimiento científico del Iberá. Se trata de una contribución valiosa, que puede ser de interés para la justa valoración del sistema y para apoyar su manejo sustentable.

**"ESTE LIBRO HA SIDO DECLARADO DE INTERÉS PARLAMENTARIO POR LA HONORABLE CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN, SEGÚN RESOLUCIÓN 1.249-D-04 DEL 21 DE ABRIL DE 2004"**



Centro de Ecología Aplicada  
del Litoral  
CECOAL - CONICET



Ciencia y Tecnología para el Desarrollo,  
Aprovechamiento y Gestión  
de los Recursos Hídricos  
CYTED XXI



Universidad Nacional del Nordeste  
UNNE



Instituto Nacional de Limnología  
INALI - CONICET



FUNDACIÓN  
VIDA SILVESTRE  
ARGENTINA