



CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE

ENRIQUE H. BUCHER^{1*}, RUBÉN D. CORIA¹, ERIO D. CURTO¹ Y JAVIER J. LIMA²

¹ Centro de Zoología Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba. Casilla de correo 122. 5000 Córdoba.

* E-mail: buchereh@uolsinectis.com.ar

² Escuela de Ecología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. 4200 Santiago del Estero.

En este capítulo realizamos una evaluación sintética de la situación actual de conservación de la laguna Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce. En primer lugar, se mencionan los valores que justifican la conservación de este humedal y la legislación que ampara su condición de área protegida. En segundo término, se analizan las amenazas ambientales que afectan a la región. Finalmente, se enumeran las prioridades que deberían guiar las acciones de conservación a desarrollar para afianzar el uso sustentable del sitio Ramsar.

1. ¿CUÁL ES EL VALOR DE MAR CHIQUITA?

El valor que le asignamos a las áreas protegidas (como parques, reservas, etc.) ha ido cambiando a través del tiempo a medida que el proceso mundial de degradación ambiental se acelera y las investigaciones científicas se amplían y revelan nuevas y a veces complejas interacciones ambientales. En la actualidad, la valoración de los ecosistemas incluye tres aspectos básicos: los valores económicos, los valores de conservación y los servicios ambientales o funciones ecológicas que brindan a la humanidad.

Los valores económicos incluyen todos aquellos bienes y productos naturales a los que se les puede asignar un precio de mercado. Los valores de conservación se refieren al valor de un área como repositorio –reserva– de una porción de la biodiversidad de la región biogeográfica donde se encuentra. Finalmente, se entiende por servicios ambientales aquellos procesos esenciales para la funcionalidad ecológica del planeta y al menos para el mantenimiento del medio ambiente, como por ejemplo, el ciclado de nutrientes, la captación de agua en las napas subterráneas, la mineralización de las aguas servidas, etc. El valor de los servicios ambientales se hace más evidente cuando tenemos en cuenta que si estos procesos no fueran realizados por la naturaleza, deberíamos hacerlos nosotros mediante costosos procesos industriales (Constanza *et al.* 1997).

Los humedales tienen características particulares en cuanto a su valoración (Mitsch & Gosselink 1993), y dentro de ellos, los humedales salinos tienen aspectos únicos (Williams 2002). Entre los valores económicos de los lagos salados, en particular Mar Chiquita, pueden incluirse la pesca, la ganadería en los bañados y la extracción de fauna silvestre, particularmente de coipo

o nutria (cuando está permitida). Asimismo, también lo es el aprovechamiento de otros recursos no explotados hasta el presente, como podría serlo Artemia en períodos de aguas bajas y alta salinidad (ver capítulo 9). Otros productos potenciales pueden incluir la extracción comercial de minerales, incluidas la sal común y otras sales (ver capítulo 5). Es posible también que existan productos naturales que todavía no han sido descubiertos, pero que podrían hallarse con más investigación, como por ejemplo la existencia de plantas de valor medicinal o bacterias capaces de adaptarse a ambientes extremos que puedan ser utilizadas en viajes interplanetarios (extremófilas) (ver capítulo 7).

Otro recurso económico muy significativo, pero difícil de cuantificar, es el valor turístico del área, dado por el paisaje, el clima y la disponibilidad de agua y de playas. Del atractivo del paisaje depende en la actualidad una industria turística que se ha venido desarrollando sostenidamente, cuyo valor económico creciente es un indicador indirecto del valor del paisaje.

El valor de conservación está dado por la rica biodiversidad que caracteriza al área, en la que se incluyen muchas especies amenazadas y algunas emblemáticas, particularmente las tres especies de flamencos que se encuentran en Mar Chiquita (ver capítulo 15). En razón de su diversidad de aves, el gran humedal de Mar Chiquita es considerado un área importante para la conservación de la avifauna en Argentina (Di Giacomo 2005). Asimismo, la presencia de una abundante y diversa fauna de aves playeras (chorlos) le dan a Mar Chiquita la categoría de un sitio de suma importancia para la conservación de especies que migran tanto desde el hemisferio norte como desde la Patagonia, razón por la cual Mar Chiquita ha sido designada *Sitio Hemisférico de la Red Hemisférica de Aves Playeras (RHAP)*. Asimismo, la abundancia y la diversidad de la avifauna de Mar Chiquita han sido un factor determinante para justificar su declaración como sitio Ramsar (ver más adelante).

Entre los servicios ambientales, pueden incluirse el posible rol de la laguna en la regulación del clima lo-

cal (ver capítulo 5), el secuestro de carbono atmosférico que se inmoviliza en los sedimentos, la mineralización y la restitución a la atmósfera del nitrógeno proveniente del uso excesivo de fertilizantes en áreas agrícolas y la inmovilización de sustancias tóxicas (agroquímicos y metales pesados, por ejemplo) en los sedimentos (Canevari *et al.* 1999) (ver capítulo 8). Asimismo, los bañados pueden actuar como amortiguadores de las inundaciones excepcionales que llegan a la laguna de Mar Chiquita (ver capítulos 4 y 8).

A los valores mencionados puede agregarse el significado de Mar Chiquita como área importante para la investigación científica, ya que hay pocos lagos salados de similares características en el mundo. Finalmente, no podemos olvidar tampoco el valor estético y espiritual que la región tiene para muchas personas, sobre todo para la población local. ¿Quién puede dejar de admirar una bandada de flamencos atravesando el cielo con una puesta de sol como marco?

2. SITUACIÓN LEGAL DE CONSERVACIÓN DE MAR CHIQUITA

En la actualidad, el humedal que incluye los Bañados del río Dulce y la laguna Mar Chiquita se encuentra enmarcado en distintos sistemas legales de protección y conservación. Estos sistemas varían a nivel provincial, interprovincial e internacional. A nivel provincial, el hecho de que el humedal sea compartido por las provincias de Córdoba y Santiago del Estero plantea diferencias importantes, ya que la situación legal difiere en cada provincia. Por lo tanto, el análisis debe hacerse en forma separada para cada estado provincial (Rodríguez 1999).

2.1. NIVEL PROVINCIAL

Provincia de Córdoba: la primer medida de protección se implementó en 1976, cuando el área fue declarada Refugio de Vida Silvestre “Depresión Salina de los Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita” (Decreto N° 4.906/76). En 1994 fue declarada Reserva de Uso Múltiple “Área Natural Protegida

Bañados del Río Petri (Dulce) y Laguna Mar Chiquita (Laguna o Mar de Ansenúza)” (Decreto N° 3.215/94). Esta designación, de acuerdo con el marco de la Ley de Áreas Naturales de la Provincia de Córdoba (Ley N° 6.964/83), tiene como objetivo central el uso sustentable del ambiente y sus recursos, desde una perspectiva social, ecológica y económica, sin desmedro de las acciones de preservación, de educación ambiental y de recreación que pudieran desarrollarse. El órgano de aplicación actual es la Agencia Córdoba Ambiente.

Provincia de Santiago del Estero: el manejo de las áreas protegidas de Santiago del Estero se basa en la Ley N° 5.787/89 de Protección de Áreas Naturales en la provincia. En el marco de esta legislación se crearon 15 Reservas de Uso Múltiple (Ley N° 6.381/97). Entre ellas, se incluye la Reserva Laguna de los Porongos, ubicada en los Bañados del río Dulce, cuyos límites precisos no han sido definidos hasta el presente. En estas áreas protegidas se prohíbe la pesca, la caza o cualquier tipo de acción sobre la fauna (salvo cuando valieran razones científicas así lo aconsejaren) y cualquier otra actividad que pudiera modificar el paisaje natural o el equilibrio biológico (Ley N° 4.802/79, modificada por la Ley N° 6.331/96). En el resto del área del humedal de Mar Chiquita bajo jurisdicción de la provincia, la caza está permitida y se ajusta a la legislación provincial vigente. El organismo de aplicación es la Subdirección General de Fauna, dependiente de la Dirección General de Recursos Forestales y Medio Ambiente.

2.2. NIVEL INTERPROVINCIAL Y NACIONAL

El instrumento legal existente de mayor significación a este nivel es el Convenio interprovincial para el manejo de las aguas del río interprovincial Salí-Dulce, en el cual se establece la proporción del caudal del río

que será adjudicada a cada una de las provincias que comparte la cuenca (Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba)¹. Dicho convenio fue ratificado por las provincias y por la Nación, mediante el Decreto Nacional N° 8.231, de 1967. Es importante mencionar que, de acuerdo con el análisis hidrológico que se realiza en el capítulo 4, las investigaciones actuales indican que el caudal asignado a Córdoba en el convenio sería insuficiente para mantener los procesos ecológicos fundamentales del sistema.

2.3. NIVEL INTERNACIONAL

A nivel internacional, Argentina es signataria de numerosos acuerdos vinculados con la conservación y el uso racional de la biodiversidad y los recursos naturales que involucran a Mar Chiquita en forma directa. Es importante recordar que, de acuerdo con la Constitución Nacional Argentina, una vez ratificados por el Congreso Argentino estos tratados internacionales tienen jerarquía superior a las leyes nacionales y provinciales (artículo 75, inciso 22).

El principal acuerdo vinculado directamente con Mar Chiquita es su nominación como sitio Ramsar. La gestión fue iniciada por la provincia de Córdoba y elevada a las autoridades de la convención Ramsar por el gobierno nacional. La propuesta fue aprobada y se hizo efectiva el 28 de mayo de 2002, cuando se designó el área con el nombre oficial de “Sitio Ramsar Bañados del Río Dulce y Laguna Mar Chiquita”. Esta nominación le da a la reserva una gran importancia y notoriedad internacional, y crea además importantes compromisos por parte de la población local y sus gobernantes (ver Cuadro 1). Sería ideal que en el futuro el área incluida en el sitio Ramsar se extendiera a la porción del humedal situada en el territorio de la provincia de Santiago del Estero.

¹ Este documento está incluido en forma íntegra en el Apéndice 2 del capítulo 4.

Otros acuerdos internacionales que tienen relevancia para la reserva Mar Chiquita son los siguientes (entre paréntesis se indica el decreto o ley de ratificación en la legislación argentina):

- *Convención para la protección de la flora, de la fauna y de las bellezas escénicas naturales de los países de América* (Decreto N° 8.9180/41).
- *Convención sobre comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES)* (Decreto N° 22.344/82).
- *Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres* (Ley N° 23.918/91).
- *Convenio sobre la diversidad biológica* (Ley N° 24.375/94).

En el plano internacional, Mar Chiquita también forma parte de redes de organizaciones no gubernamentales (ONG) vinculadas con la conservación y el desarrollo sustentable. Las más relevantes son la Red Hemisférica de Aves Playeras (RHAP)², dedicada a la protección de humedales importantes para la conservación de las aves playeras migratorias (ver capítulo 16), y la red de Lagos Vivientes (Living Lakes)³, que agrupa a organizaciones vinculadas con la conservación y el uso sustentable de los lagos del mundo.

3. PROBLEMAS AMBIENTALES

El gran humedal de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce enfrenta problemas y amenazas ambientales típicas de los lagos salados, aunque con matices propios. En general, casi todos los lagos salados del mundo están siendo afectados por la actividad humana. Los principales efectos adversos incluyen: a) alteración del régimen hidrológico de los tributarios y desvío de agua; b) contaminación; c) sobreexplotación y pérdida de biodiversidad y d) cambios climá-

ticos globales (Williams 2002). A continuación, presentamos un resumen de las principales amenazas ambientales que afectan a Mar Chiquita, basado en la limitada información local disponible.

3.1 ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Se trata de un problema muy importante en el mundo entero. Algunos casos han alcanzado gran repercusión internacional, como por ejemplo el Mar Muerto y el Mar de Aral en Asia, y el Lago Mono (Mono Lake) en los Estados Unidos (Abramovitz 1996; Williams 2002) (ver más adelante).

En el caso de Mar Chiquita, es de esperar que la cantidad de agua retenida en la cuenca alta de los tributarios disminuya en el futuro debido al incremento poblacional de las núcleos urbanos que toman agua de los ríos y al desarrollo de proyectos de irrigación para agricultura, así como de la actividad industrial que pueda generarse en la región. Al problema ocasionado por la extracción de agua, se agrega la creciente regulación del río resultante de la construcción de presas a lo largo de su curso, destinadas a optimizar el uso del agua para consumo humano e industrial. A medida que aumenta el número de diques, el río va perdiendo su régimen natural de crecidas anuales, lo que puede tener un efecto muy negativo sobre la dinámica de los Bañados del río Dulce (ver capítulos 4 y 8).

Una indicación del efecto de la extracción de agua en el curso superior del río Dulce es la bajante excepcional que sufrió la laguna Mar Chiquita en el período 1968-1972 (ver capítulo 1), coincidente con el llenado del dique Río Hondo, en Santiago del Estero, y que no puede ser explicado por variaciones de las lluvias durante ese lapso. Asimismo, los estudios de impacto ambiental del proyecto Canal Federal, el

² (<http://www.whsrn.org/>)

³ (<http://www.livinglakes.org/>)

cual tenía como fin desviar agua a la provincia de La Rioja (propuesto durante la década de 1990, pero no implementado) demostraron que el desvío de caudales al nivel proyectado tendría serios efectos negativos sobre Mar Chiquita (Universidad Nacional de Córdoba 1998).

Otra indicación de los problemas que pueden derivar de una caída marcada del nivel de la laguna Mar Chiquita por la retención de agua de los tributarios son las grandes plumas⁴ de polvo de sal que se han observado en el año 2006, como resultado de la bajante sufrida durante ese período, que han dejado expuestas grandes

Cuadro 1. La Convención Ramsar

Mar Chiquita integra la lista de sitios designados por la *Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*, aprobada el 2 de febrero de 1971 en la localidad iraní de Ramsar, situada a orillas del Mar Caspio. La convención Ramsar es un acuerdo de países en el marco de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Es el primero de los tratados intergubernamentales modernos sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales, y el único referido a un ecosistema en particular. Establece como objetivo central la necesidad de usar estos ecosistemas de manera sostenible debido a los importantes servicios ambientales que brindan a la humanidad. Los objetivos específicos son dos: 1) detener la disminución y la pérdida progresiva de humedales ahora y en el futuro, reconociendo las funciones ecológicas fundamentales de los humedales y su valor económico, cultural, científico y recreacional; y 2) coordinar los esfuerzos internacionales para alcanzar los objetivos mencionados en el inciso anterior. En los considerandos del documento de creación se reconoce a las aves acuáticas migratorias como un recurso internacional y además se señala que la conservación de los humedales puede asegurarse armonizando políticas nacionales previsoras con una acción internacional coordinada.

Si bien UNESCO es depositaria de la Convención, ésta depende únicamente de la Conferencia de las Partes (países signatarios) que se reúnen cada tres años; la secretaría de Ramsar está ubicada en Gland (Suiza)⁵. Actualmente la integran 153 países y hasta el presente se han designado 1.629 sitios.

Los Estados adhieren a la Convención por los numerosos beneficios que esto trae aparejado, entre los que podemos destacar la posibilidad de poder participar en foros internacionales de conservación, la publicidad y el prestigio que reciben los humedales designados, el asesoramiento especializado para conservación y uso racional, el acceso a la información más reciente y la posibilidad de conseguir pequeñas subvenciones o de estar en contacto con organismos multilaterales de apoyo externo. Si bien la Convención no presenta un régimen de sanciones por incumplimiento del tratado o de los compromisos que de él derivan, sus disposiciones constituyen un acuerdo solemne y en ese sentido tienen carácter obligatorio con arreglo al derecho internacional.

La designación de un Sitio Ramsar compromete al Estado nacional y a las provincias a maximizar sus esfuerzos para la conservación y el uso sustentable de los humedales, así como a coordinar políticas y normas interjurisdiccionales. Asimismo, el tratado indica tres compromisos concretos por parte de los países contratantes: primero, proveer el uso racional de los humedales de su territorio; segundo, esforzarse por aumentar las poblaciones de aves acuáticas mediante la gestión de humedales aptos; y tercero, fomentar la formación de personal para el estudio, la gestión y la custodia de los humedales. Argentina es miembro de la Convención Ramsar. El compromiso fue ratificado por el Congreso Nacional, mediante la Ley N° 23.919 del año 1991. El país cuenta en la actualidad con 15 sitios Ramsar, de los cuales Mar Chiquita es el número 11 en orden de creación.

⁴ Se denominan "plumas" a las estelas de partículas visibles en el aire, como por ejemplo, las del humo de las chimeneas.

⁵ Información adicional disponible en la página Web de la Convención Ramsar: www.ramsar.org.

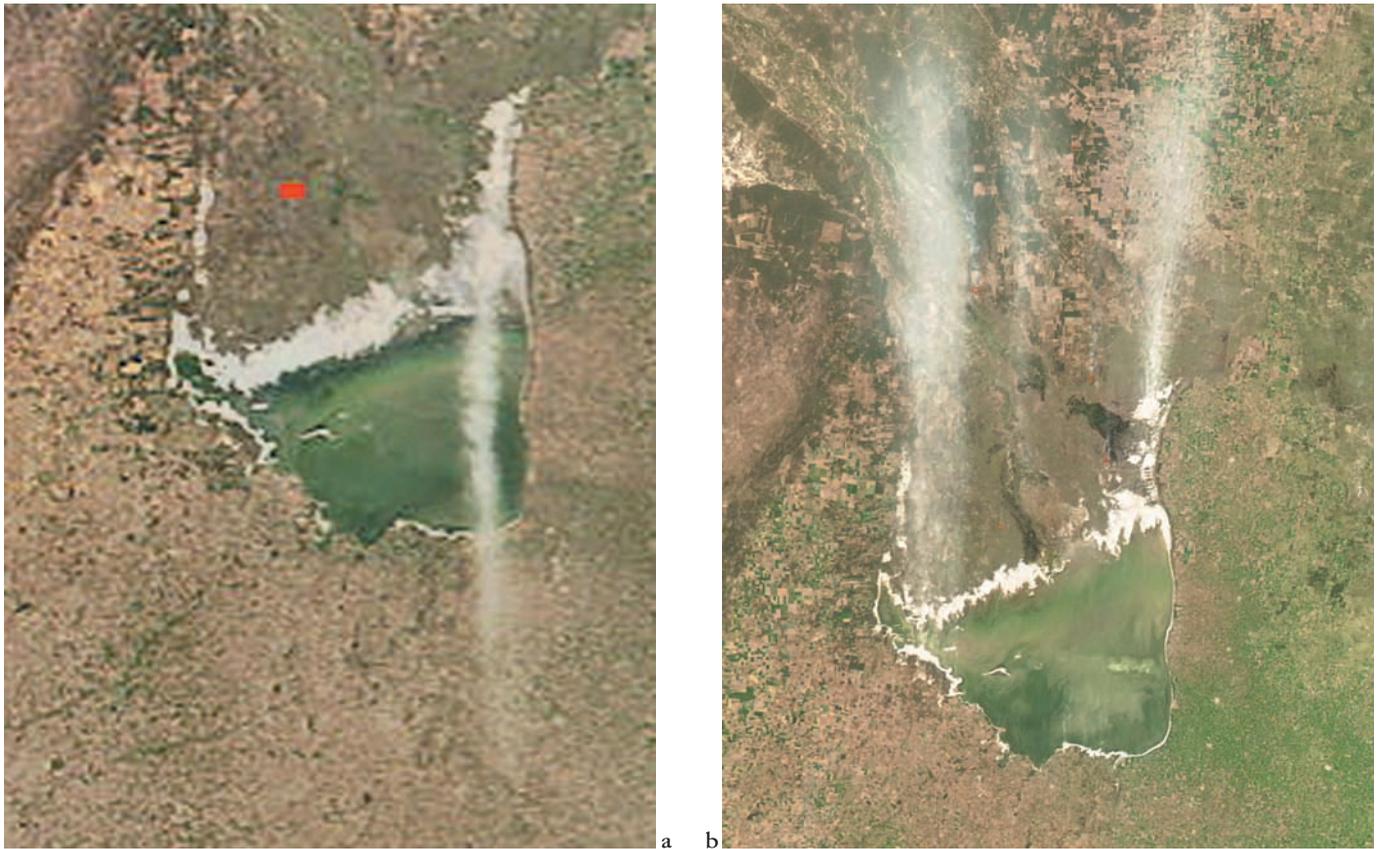


Figura 1. Plumas de polvo de sal producidas a partir de playas cubiertas de sal (de color blanco en la imagen) dejadas al descubierto por la bajante de nivel de Mar Chiquita en días de viento fuerte. En ambos casos la pluma se extiende aproximadamente 200 km. Imágenes del 29 de julio de 2006, con viento norte (a) y del 20 de agosto de 2006, con viento sur (b). Imágenes gentileza de Santiago Gassó, NASA/GFC, USA.

playas cubiertas de sal, tal como ya ha sido observado en el caso del Mar de Aral (Cuadro 2). En las imágenes satelitales se aprecia que los vientos fuertes del norte y del sur generan largas plumas a partir de playas salinas, que se extienden aproximadamente por 200 km (Fig. 1). Aunque no se cuenta con investigaciones detalladas, es indudable que este aerosol de sal puede tener efectos negativos sobre cultivos y suelos.

El tratado interprovincial del río Salí-Dulce (analizado en la Sección 2) es el instrumento legal vigente que determina el caudal de agua al que tiene derecho el área de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce. Lamentablemente, este acuerdo tiene limitaciones

importantes. En primer lugar, su redacción se presta a confusión (ver capítulo 4). En segundo término, no contempla la necesidad de mantener los pulsos de inundación del río Dulce en el área de los bañados. En tercer lugar, y de acuerdo con estudios hidrológicos recientes (ver capítulo 4), el caudal que corresponde a Córdoba sería insuficiente en el caso de que las provincias de Tucumán y Santiago del Estero retuvieran toda el agua que les permite el tratado. En otras palabras, el sistema de los Bañados del río Dulce y la laguna Mar Chiquita podría sufrir un impacto negativo severo, con una caída marcada del nivel de la laguna y la supresión de las inundaciones anuales en los bañados.

Cuadro 2. Problemática de los lagos salados

Los lagos salados constituyen una parte importante de los humedales terrestres. Ellos componen un capital natural con importantes valores estéticos, culturales, económicos, recreacionales, ecológicos y de conservación. La composición de su biota es única y se distingue de cualquier otro ecosistema acuático. En la actualidad, las actividades humanas tienen un efecto negativo sobre los lagos salados, especialmente a causa del desvío de agua de sus tributarios, la construcción de diques, la contaminación, la sobreexplotación, la introducción de especies exóticas y los cambios climáticos. Las consecuencias de estos disturbios incluyen: desecamiento parcial o total, cambios en el tenor de salinidad, alteración de la dinámica limnológica y pérdida de biodiversidad. Se pueden mencionar ejemplos paradigmáticos de los problemas mencionados: el Mar de Aral y el Mar Muerto en Asia, y el lago Mono (Mono Lake) en los Estados Unidos (Williams 2002).

El Mar de Aral era el cuarto lago del mundo en tamaño antes de 1960. Después de esa fecha, y como consecuencia de desvíos masivos de agua de sus ríos tributarios para irrigación, el nivel del agua comenzó a disminuir en forma muy marcada (15 metros en 30 años), proceso que continúa en la actualidad. El área del lago se redujo a la mitad, su volumen a dos tercios y la salinidad del agua se triplicó. Estos cambios determinaron una sucesión de efectos ambientales negativos. En primer lugar, la industria pesquera colapsó y todavía hoy se pueden ver grandes barcos abandonados sobre la arena del desierto. A medida que el nivel del agua fue descendiendo, quedaron expuestas grandes porciones del lecho del lago. De esas extensas playas salinas el viento dispersó polvo y partículas de sal a grandes distancias, lo que aumentó la incidencia de enfisema y otras enfermedades respiratorias. Asimismo, esta lluvia de sal resulta en una disminución de la productividad agrícola en las regiones adyacentes, incrementando la salinificación del suelo. El clima continental se ha hecho más extremo, y los deltas y las islas que anteriormente tenían una rica vida silvestre han desaparecido. En su momento las autoridades soviéticas previeron esta disminución de nivel, pero estimaron (equivocadamente) que no habría impactos negativos.

El Mar Muerto representa otro ejemplo de regresión tan dramático como el del Mar de Aral, aunque los impactos ambientales en la región no han sido tan severos. Su nivel ha ido descendiendo a una tasa promedio de un metro por año desde finales del siglo XX, cuando grandes caudales de agua fueron derivados del río Jordán para irrigación. La salinidad del lago subió desde 200 g/L en 1910 hasta 340 g/L en la actualidad.

El Mono Lake también fue sometido a una gran extracción de agua de sus tributarios para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Los Ángeles. El nivel del agua del lago cayó alrededor de 20 metros desde 1920, y la salinidad se duplicó de 48 a 90 g/L. Este cambio resultó en una reducción muy marcada de la biodiversidad, particularmente de invertebrados y aves migratorias. Entre estas últimas se incluyen aves playeras (chorlos) que migran anualmente entre Mono Lake y Mar Chiquita (ver capítulo 16). Debido a la acción decidida y enérgica de ONG locales, se iniciaron acciones judiciales que llevaron a que el proceso se detenga y se revierta, al menos parcialmente.

3.1.1. MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

El uso del agua subterránea en la región de Mar Chiquita requiere un manejo cuidadoso. En primer lugar, debe tenerse en cuenta que la alimentación de los acuíferos está afectada por la deforestación en las Sierras de Córdoba (Gavier & Bucher 2004) (ver capítulos 1 y 5). Asimismo, el desvío del río Segundo cerca

de El Tío hacia el arroyo Plujunta desecó los humedales de esa región, haciéndolos utilizables para la agricultura. Al secar los bañados, se interrumpió la regeneración de las napas, proceso que daba origen a una amplia lengua de agua dulce que se extendía hacia las zonas adyacentes salinizadas. Asimismo, es muy probable que la dinámica del agua subterránea en el área esté estrechamente vinculada con los lechos

de los ríos y arroyos, los que pueden actuar como vía de recarga y descarga del acuífero subyacente, denominado Puelches (ver capítulo 5). La explotación sustentable de los acuíferos requiere, por lo tanto, un análisis cuidadoso de las obras de captación, con el fin de evitar que un uso inadecuado produzca la infiltración de agua salobre circundante, particularmente de la formación Paraná, que se ubica debajo de la formación Puelches (ver capítulo 5).

Por otro lado, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas constituye también un alto riesgo para los acuíferos. En particular, la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados lleva muy fácilmente a la contaminación de las napas con nitritos y nitratos, lo que significa una amenaza muy seria para la salud (ver capítulos 1 y 5).

3.2. CONTAMINACIÓN

Dado que la información disponible es muy limitada, en esta sección se analiza fundamentalmente un panorama amplio y general de riesgo ambiental para el área de Mar Chiquita. Las principales fuentes de contaminación del área incluyen los desechos urbanos e industriales, y los agroquímicos. Desde el punto de vista de las vías de entrada, es necesario separar la contaminación generada *in situ* en el área del humedal de aquella aportada por los ríos tributarios. Aunque no existe información al respecto, es posible que los contaminantes depositados por vía atmosférica cobren importancia en el futuro, como ya ha sucedido en países industrializados (Carpenter *et al.* 1998; Swackhamer *et al.* 2004).

3.2.1. CONTAMINACIÓN URBANA E INDUSTRIAL

En relación con los desechos urbanos, la contaminación directa es muy limitada, ya que Miramar es la única localidad ubicada sobre la costa de la laguna. Sin embargo, es posible que se produzca un rápido crecimiento de este y tal vez otros centros poblados, por lo que se requiere planificar adecuadamente el manejo de los efluentes urbanos en el futuro. Un aspecto clave por considerar es que el tratamiento usual

de este tipo de efluentes no incluye la recuperación de nutrientes (sobre todo de fósforo y nitrógeno), los que causan eutrofización en los humedales. Por lo tanto, se debe considerar la complementación de los sistemas actuales con trampas para nutrientes, que pueden estar basadas en sistemas biológicos de bajo costo (Hammerl-Resch & Gattenlöhner 2004).

Existe además el riesgo de contaminación generado por poblaciones situadas sobre las márgenes de los ríos tributarios, tema que requiere un análisis cuidadoso, ya que el impacto de estos efluentes depende de los volúmenes, del grado de tratamiento en el origen y de la distancia recorrida, entre otros aspectos. En particular, debe tenerse en cuenta que hay grandes ciudades en la cuenca, incluyendo Tucumán, Termas de Río Hondo y Santiago del Estero sobre el río Dulce, y la ciudad de Córdoba sobre el río Primero. Asimismo, existen muchas poblaciones menores pero de rápido crecimiento a lo largo de todos los tributarios.

La contaminación industrial generada en el sitio también es limitada en la actualidad, pero puede incrementarse en el futuro. Es posible que las curtiembres de pieles instaladas en las cercanías de la costa hayan liberado metales pesados (particularmente cromo, el que, según su estado químico, puede ser de alta toxicidad) en períodos en los que no existían controles de efluentes. Sería de esperar que estos metales pesados queden inmovilizados en los sedimentos, pero se requiere mayor investigación al respecto (Hoffman *et al.* 1995).

En cambio, el aporte de contaminantes de origen industrial a través de los ríos tributarios puede ser muy significativo. Estos pueden provenir tanto de fuentes puntuales como dispersas. Entre las fuentes potenciales se encuentran las plantas industriales ubicadas a lo largo de estos ríos, sobre todo de los ríos Primero y Segundo. Las aguas no tratadas provenientes de la ciudad de Córdoba también pueden contener una cantidad significativa de residuos industriales. Gaiero *et al.* (1997) realizaron una evaluación inicial de la presencia de metales pesados en el río Primero, la

cual provee una línea de base sobre la que se podrán evaluar los cambios que pudieran darse en el futuro.

En el caso del río Dulce, el área que atraviesa este río está en general poco industrializada, excepto en la provincia de Tucumán. Al respecto, existe particular preocupación por la posible contaminación por desechos industriales, especialmente los vinculados con la producción de azúcar y cítricos. No obstante, debe tenerse en cuenta que en los últimos casos se trata de materia orgánica, la que puede ser metabolizada por la actividad microbiana durante el largo recorrido de casi 400 km entre el dique y los bañados, en un río de poca profundidad y, por lo tanto, con alta capacidad de oxigenación. También debe considerarse el hecho de que el dique del Río Hondo puede actuar como una “trampa” de contaminantes. De todas formas, se trata de un aspecto que requiere evaluación para comprobar el impacto real sobre la laguna.

3.2.2. CONTAMINACIÓN POR PLOMO DE MUNICIÓN DE CAZA

La munición de plomo que queda dispersa en los humedales es una causa muy importante de mortalidad de aves por envenenamiento, a lo que se agregan también las plumadas usadas en los aparejos de pesca que quedan abandonadas. El problema de la mortalidad de aves acuáticas fue detectado hacia finales del siglo XIX y, desde entonces, se han informado episodios en casi todo el mundo (Eisler 1988).

Muchas toneladas de plomo se dispersan anualmente en humedales de todo el mundo. Las municiones se acumulan en los sedimentos de lagos y bañados, donde resultan accesibles para las aves acuáticas. Las municiones son ingeridas por las aves, que las confunden con alimento, y son retenidas en la molleja, donde se produce la ruptura mecánica del alimento. La combinación de la compresión mecánica de la molleja con la acidez del medio hace a las aves acuáticas vulnerables al envenenamiento por plomo. Millones de estas aves mueren anualmente por esta causa, ya sea en forma masiva en casos agudos o por un envenenamiento subletal, que va produciendo debi-

lidad, conducta alterada y menor reproducción. Se ha demostrado que puede bastar una sola munición para causar el envenenamiento crónico de un ave, mientras que la ingestión de 10 municiones es suficiente para matar rápidamente un ave adulta. Entre las aves afectadas también se incluyen los flamencos (Balasarre & Arengo 2000).

Una complicación adicional puede darse a través del envenenamiento secundario de las aves de presa y otros predadores que se alimentan de animales que han ingerido municiones o que están moribundos con municiones en su cuerpo (Eisler 1988; Kennedy & Nadeau 1993). El problema de intoxicación por munición de plomo también se da en humedales salinos, como lo prueban los estudios realizados en la región de la Camargue en Francia (Pain 1990).

Aunque no hay información detallada para Mar Chiquita, es indudable que en el área hay acumulación de munición de plomo en los sedimentos, por cuanto la caza está permitida en Santiago del Estero (excepto en el área de la Laguna de los Porongos, como se mencionó previamente), y además la caza furtiva ilegal y la de subsistencia están ampliamente difundidas en la región (observaciones personales de los autores). Por lo tanto, todo indica que debe existir mortalidad de aves a causa de este factor en todo el humedal de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce. Este problema puede haberse agravado con el auge del turismo cinegético, actividad que es practicada por cazadores provenientes de Europa y de Norte América y que se caracteriza por un alto número de disparos por cazador y por día. De acuerdo con los conocimientos y la experiencia mundial, no hay justificación para el uso de munición de plomo en Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce.

3.2.3. AGROQUÍMICOS

Los agroquímicos pueden ser una importante fuente de contaminación en Mar Chiquita, ya que la reserva está rodeada de áreas de gran desarrollo agrícola y que los ríos tributarios también atraviesan sectores donde se practica la agricultura (capítulo 1). Los

productos agrícolas contaminantes incluyen plaguicidas, herbicidas y fertilizantes.

Entre los plaguicidas, los insecticidas y los fungicidas contienen productos de alta toxicidad para los ambientes acuáticos. En algunos casos, la toxicidad de un producto varía según se lo aplique en humedales o en tierras de cultivos, por lo que este aspecto debe ser tenido muy en cuenta en el momento de considerar su uso. Por ejemplo, la toxicidad del insecticida Fipronil es moderada para aves pero extrema para organismos acuáticos, por lo que no debería ser usado en las proximidades de humedales o de cursos de agua.

Con respecto a los herbicidas, se considera en general que son poco peligrosos en ambientes terrestres. Sin embargo, la situación cambia en el medio acuático. En primer lugar, los herbicidas pueden eliminar algas y alterar la composición del fitoplancton y, por consiguiente, la dinámica ecológica del humedal. En segundo lugar, pueden ser tóxicos para muchas especies de animales. Por ejemplo, recientemente se ha demostrado que, el glifosato afecta a la fauna acuática (Relyea 2005 a, b) por lo que este producto debe ser usado específicamente en ambientes terrestres, evitando que llegue a los ambientes acuáticos.

Los fertilizantes constituyen un problema de gran importancia en los humedales, ya que pueden ocasionar eutrofización, con cambios en las comunidades biológicas y en los procesos dinámicos de aguas y suelos de los humedales (ver capítulos 7 y 8). El nitrógeno y el fósforo son los compuestos más usados y los que causan los mayores problemas (Wetzel 2001; Rabalais 2002). Dada su alta solubilidad, pueden ser transportados por los ríos tributarios a los bañados y a la laguna Mar Chiquita. Más aún, estos compuestos pueden alcanzar las napas freáticas, donde se generan compuestos tóxicos (nitritos y nitratos) que pueden afectar la salud humana (síndrome del bebé azul). Este es un problema de consideración en las áreas agrícolas de todo el mundo. En Argentina todavía no ha sido evaluado en detalle, a pesar del rápido incremen-

to que ha tenido el uso fertilizantes en los últimos años. Sin embargo, hay indicaciones de que ya existe un uso excesivo que puede incorporarse a las napas (Abril *et al.* en prensa).

En términos generales, es probable que el riesgo de efectos negativos de los agroquímicos aumente en el área de Mar Chiquita y en el área irrigada del río Dulce aguas abajo del dique Río Hondo, debido al desarrollo creciente de las actividades agrícolas en la región. Por lo tanto, es urgente tomar medidas precautorias de monitoreo y control.

3.2.4. MORTALIDADES MASIVAS DE ESPECIES SILVESTRES

En humedales como los de Mar Chiquita, es relativamente común que se observen casos de mortalidad masiva de animales silvestres, sobre todo peces y aves. Estas situaciones, que a veces adquieren una magnitud espectacular, son atribuidas casi siempre a intoxicación por contaminantes. Asimismo, sólo en rarísimas ocasiones llega a establecerse la causa real de mortalidad. El caso más notorio en Argentina ha sido la mortalidad masiva del aguilucho langostero (*Buteo swainsoni*) registrada en la década de 1990 en toda la región pampeana, como consecuencia del uso indiscriminado del insecticida Monocrotofos para el control de langostas (tucuras). Estos insectos ya contaminados y moribundos eran consumidos por el aguilucho langostero, lo que causó la muerte de miles de individuos (Goldstein *et al.* 1999; Hooper *et al.* 1999).

En el área de Mar Chiquita suelen darse episodios de mortalidad masiva de peces. Desde la década de 1990, se han observado algunos eventos moderados sobre la Laguna del Plata. Los más importantes se han dado sobre el río Dulce, de los cuales hay registros de por lo menos dos. El primero se produjo el 1 de noviembre de 1987, cuando se observó una gran cantidad de peces muertos sobre las orillas y flotando en el cauce de las aguas, río abajo de la localidad de Los Telares. Martínez (Martínez 1991) describe este incidente y lo atribuye al hecho de que en ese momento el agua del río Dulce tenía una elevada salini-

dad, de aproximadamente 20 g/L (conductividad de 28.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), la cual provenía del aporte del río Saladillo (brazo del río Dulce que pasa por la salina de Ambargasta y vuelve a unirse al cauce principal a la altura de Los Telares), el cual en ese momento aportaba un gran caudal debido a intensas lluvias (ver capítulos 2 y 3). Señala además que 5 días después (6 de noviembre), la salinidad del agua del río Dulce había descendido a sus niveles normales, por debajo de 1 g/L (conductividad de 1.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El brusco e intenso cambio de salinidad es una explicación muy plausible del fenómeno observado, ya que: a) en ese momento el río Dulce tenía un caudal bajo, como es frecuente a fines de la estación seca y b) los peces son particularmente susceptibles a cambios bruscos de salinidad (Tsuzuki *et al.* 2001).

Otro episodio similar, pero de magnitud excepcional, se registró el 10 de diciembre de 2003. A la altura de la entrada del río Dulce en la Laguna de los Porongos, se pudo documentar la vista impresionante del río completamente cubierto de peces muertos (Fig. 2). Según los informantes locales, esta mortalidad se observaba también río arriba, pero no es claro si sobrepasaba la confluencia con el río Saladillo. Una posible explicación (la primera a considerar) sería que este incidente fue una repetición del registrado en 1987, analizado anteriormente, pero lamentablemente no se cuenta con mediciones de salinidad. Otra hipótesis alternativa es que el envenenamiento de los peces fue ocasionado por un derrame masivo de insecticidas de alta toxicidad (por ejemplo Endosulfan, Cipermetrina Deltametrina, Fipronil), proveniente de las áreas de agricultura con riego sobre el río Dulce al sur de la ciudad de Santiago del Estero. El derrame pudo haber sido ocasionado por una lluvia intensa inmediatamente posterior a la aplicación de los plaguicidas, la cual habría transportado los tóxicos hacia el río. Lamentablemente, la información disponible sólo permite realizar conjeturas.

Finalmente, otra posible causa de incidentes de mortalidades de peces en el río Dulce podrían darse en períodos de estiaje, cuando tiene un nivel muy bajo o



Figura 2. Mortalidad masiva de peces en el río Dulce observada en diciembre de 2003. Fotografía tomada por Santiago Barra en la entrada del río Dulce a la Laguna de Los Porongos (cedida gentilmente por A. Molli).

llega a interrumpirse totalmente el flujo de agua, quedando gran cantidad de peces aislados en lagunas que se van secando lentamente.

También se han registrado en pocas ocasiones episodios de mortalidad masiva de pejerrey en la Laguna del Plata, sobre la costa sur de Mar Chiquita, aunque no de la magnitud de los casos mencionados previamente. Si bien tampoco ha sido posible establecer el factor causal, en ese caso la hipótesis más plausible a considerar sería un episodio temporal de anoxia (falta de oxígeno) resultante de temperaturas muy altas, gran disponibilidad de materia orgánica en descomposición (por ejemplo, aportada por el río Primero), o una combinación de ambos factores. Debe recordarse que las aguas salinas tienen menor capacidad de disolver oxígeno, lo que potencia los riesgos de anoxia (ver capítulo 5). Sin embargo, no pueden excluirse totalmente otros factores causales, como la contaminación originada en el lugar o la aportada por el río Primero.

En síntesis, las mortalidades masivas de peces en el área de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce son

indicadoras de disturbios ambientales que deben ser monitoreados y evaluados detenidamente. Sin embargo, no necesariamente pueden pensarse en la contaminación como el único agente causal. Como se ha visto en los casos analizados, en primer lugar deben considerarse posibles factores naturales.

Por otro lado, también se han registrado en el área de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce casos de mortalidad masiva de aves. Uno de los primeros detectados en Mar Chiquita fue un evento de mortalidad de miles de flamencos y otras aves acuáticas que se registró en enero de 1975, sobre todo en el área de la desembocadura del río Segundo, sobre la costa sur de la laguna (E.H. Bucher, observación personal). Aunque en este caso tampoco pudo establecerse exhaustivamente la causa de muerte, todas las evidencias de campo (tanto referentes a la situación general como a la sintomatología de los ejemplares afectados) eran compatibles con un brote de botulismo aviar (Friend 1987; Bucher 1992).

Más recientemente se han registrado otros casos de mortalidad de aves al sur de la laguna Mar Chiquita. El guardaparque Pablo Michelutti encontró, en un radio de 110 km a partir de la localidad de Miramar, 104 aves pertenecientes a 11 especies, 11 mamíferos de cuatro especies, y un lagarto, todos ellos con síntomas anormales (Michelutti 2002). Entre las aves, las gallaretas (especies del género *Fulica*) eran el grupo dominante (91% de los ejemplares). Entre los mamíferos halló tres gatos de monte y una comadreja. En este caso, teniendo en cuenta la amplitud del área y la diversidad de especies afectadas, así como la presencia de gatos silvestres, la primera hipótesis a considerar sería la de envenenamiento por un insecticida fosforado. Este producto habría afectado en primer lugar a aves acuáticas y, a partir de ellas, a carnívoros que se alimentaron de ejemplares intoxicados. En este caso tampoco fue posible determinar la causa precisa del incidente.

Tal como en el caso de los peces, los eventos de mortalidades masivas en aves no siempre pueden ser ad-

judicadas en forma directa o indirecta a la contaminación por plaguicidas, aunque sin dudas estos compuestos constituyen un factor a tener muy en cuenta en cada caso. Obviamente, se requiere un monitoreo permanente del problema. Uhart y Zaccagnini (1999) elaboraron un manual de procedimiento para documentar incidentes como los mencionados.

3.3. SOBREENPLOTAÇÃO Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

En el área de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce existen presiones significativas sobre la fauna y la flora. Los principales disturbios biológicos son la caza y pesca excesivas, la deforestación, el sobrepastoreo y la introducción de especies exóticas.

Caza: la caza en la región puede dividirse en caza de subsistencia y caza deportiva. La primera es practicada por la población local, con una modalidad muy similar a las descrita para los humedales salinos de los Bajos Submeridionales en Santa Fe (Pautasso 2003). La especie más procurada es el coipo (*Myocastor coipus*) debido a su valor comercial (ver capítulo 18).

La caza deportiva se centra en las aves, particularmente anátidos (patos). En la provincia de Santiago del Estero esta actividad está permitida, excepto en el área protegida de Laguna de los Porongos, mientras que en Córdoba está prohibida en toda la Reserva Mar Chiquita. Lamentablemente, la caza ilegal es muy frecuente en toda la región, dadas las dificultades de control existentes, situación similar a la que se da en la mayoría de las provincias argentinas (Blanco *et al.* 2002). A los cazadores ilegales locales pueden sumarse, en algunos casos lamentables, cazadores extranjeros que participan de grupos de turismo cinegético guiado y controlado por empresas argentinas.

Las infracciones frecuentes en la región incluyen la caza en áreas no permitidas y en épocas y cantidades no autorizadas. Más aún, es frecuente ver que a lo lar-

go de los caminos los cazadores matan cualquier ave que esté a su alcance, incluyendo flamencos, aves de presa, aves playeras, etc. En todos los casos se utiliza únicamente munición de plomo.

Deforestación: como ha sido señalado en los capítulos 1 y 10, el proceso de deforestación ha sido intenso en las áreas que bordean los bañados y la laguna Mar Chiquita. Desde el punto de vista del área protegida, el impacto más severo se ha dado (y continúa produciéndose) en los bosques costeros de la laguna, los cuales han desaparecido casi totalmente (ver capítulo 1). Esto significa una pérdida considerable en términos de calidad paisajística, de protección de las costas con barrancas y de hábitat para la fauna silvestre. Se espera que la presión sobre los fragmentos remanentes se intensifique, a pesar de estar legalmente protegidos.

Sobrepastoreo: aunque la vegetación de los bañados aparenta estar poco alterada, hay claras indicaciones de que, al menos en algunos sitios, el pastoreo excesivo puede cambiar la estructura de la vegetación. El sobrepastoreo resulta en la pérdida o la degradación de los pastizales y en la expansión de especies no palatables, particularmente arbustos halófitos. Este efecto puede agravarse si el creciente uso de alambrados es acompañado por una carga excesiva de animales, en lugar de un manejo racional (Fig. 3). La combinación de un uso inadecuado del fuego y el sobrepastoreo pueden potenciar el efecto negativo de este último (ver capítulo 8).

Introducción de especies exóticas: la introducción de especies exóticas es una amenaza para todos los ecosistemas, incluyendo los humedales salinos. Afortunadamente, hasta el presente el número de especies introducidas que se hayan asilvestrado son muy pocas. Entre las plantas, el tamarisco (*Tamarix gallica*) se ha adaptado y en algunos lugares de la costa de la laguna Mar Chiquita cubre áreas extensas, aunque no es particularmente agresivo. La introducción de pasturas no nativas es considerada una práctica corriente en el área de los bañados, sin que se hayan producido



Figura 3. Efecto del sobrepastoreo en los bañados. Una excesiva carga animal resulta en la desaparición de los pastos y en la pérdida de cobertura vegetal, con aumento del suelo desnudo expuesto a la erosión. Fotografía tomada en los alrededores de La Rinconada.

problemas de invasión de ambientes naturales hasta el momento. Sin embargo, teniendo en cuenta la experiencia negativa internacional, esta práctica debería ser controlada más estrictamente en un sitio Ramsar, (Zedler & Kercher 2004). La posibilidad de introducir peces u otras especies animales en la laguna y sus costas merece la misma preocupación. Cualquier propuesta de este tipo requiere un análisis muy exhaustivo y la consideración de la legislación vigente en un área protegida y sitio Ramsar.

3.4. CAMBIOS CLIMÁTICOS GLOBALES

Los cambios climáticos globales ocasionados por la actividad humana pueden tener un impacto importante sobre Mar Chiquita, particularmente en el balance hídrico a través de cambios en el régimen de lluvia en las cuencas de los ríos tributarios y en la temperatura media que determina la tasa de evaporación. Al respecto, es muy probable que la marcada variación en la lluvia y el crecimiento de nivel de la laguna que comenzara a fines de la década de 1970 estén vinculados con fenómenos de cambio climático a escala global, caracterizados por una frecuencia ex-

cepcionalmente alta de años en los que se da el evento de El Niño. En dichos años, las lluvias tienden a aumentar en la mayor parte del cono sur de Sudamérica, incluyendo el área de Mar Chiquita (Hulme & Sheard 1999).

4. PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

De acuerdo con lo analizado en las secciones anteriores, resulta claro que el humedal de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce requiere acciones de varios tipos que aseguren su conservación y su uso sustentable. Más aún, el hecho de que sea un sitio Ramsar implica, como ya se ha comentado, el compromiso de planificar y desarrollar actividades en este sentido, las que deben ser integradas en un Plan de Manejo, el cual a su vez debe estar sujeto a un proceso permanente de adecuación y reformulación.

Sobre la base de la información brindada en este libro y de la problemática ambiental analizada en las secciones anteriores, es posible plantear una lista de prioridades que deberían ser consideradas al elaborar un plan de manejo a largo plazo. Ellas serían, a nuestro juicio, las siguientes:

Coordinar y unificar el manejo del humedal entre Córdoba y Santiago del Estero: en la medida en que el manejo de todo el humedal sea integrado y tenga criterios comunes será posible una gestión mucho más eficiente y efectiva. Un objetivo ideal sería que

el sitio Ramsar también incluyera el área bajo jurisdicción de Santiago del Estero.

Asegurar la disponibilidad de agua necesaria para mantener la integridad del sistema: como se ha demostrado a lo largo de este libro, es esencial asegurar disponibilidad de agua suficiente para mantener la integridad ecológica del humedal de Mar Chiquita y los Bañados del río Dulce. Esto implica no sólo asegurar un caudal mínimo, sino también mantener los pulsos anuales de inundación necesarios para la dinámica de los bañados.

Establecer un programa de educación, extensión y participación que asegure la integración de la comunidad local: es evidente que, a menos que la sociedad civil y las autoridades locales –municipales y regionales– estén informadas y compenetradas con el significado, el valor y los beneficios del área protegida, resulta difícil progresar hacia un auténtico desarrollo sustentable de la región.

Zonificar la Reserva: de acuerdo con los requerimientos de un sitio Ramsar, así como con lo previsto en la Ley de Áreas Naturales de la provincia de Córdoba, resulta importante zonificar el área de la reserva para realizar un manejo más eficiente. En particular, debe darse prioridad a la protección más cuidadosa de áreas ecológicamente valiosas o sensibles, y a aquellas sujetas a uso intensivo, como la costa sur de la laguna Mar Chiquita y el área de los bañados del río Dulce.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVITZ J.N. (1996). Imperiled waters, impoverished future: The decline of freshwater ecosystems. *World Watch Institute*, Washington.
- ABRIL A., BALEANI D. & CASADO-MURILLO N. (en prensa). Effect of wheat crop fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina. *Agriculture Ecosystems & Environment*.
- BALDASARRE G. & ARENGO F. (2000). A Review of the Ecology and Conservation of Caribbean Flamingos in Yucatan, Mexico. *Waterbirds*, 23 (special publication 1): 70-79.
- BLANCO D.E., BELTRAN J. & DE LA BALSE V. (2002). La caza de aves acuáticas en la provincia de Buenos Aires: diagnóstico de la situación actual. *Wetlands International*, Buenos Aires.
- BUCHER E.H. (1992). Population and conservation status of flamingos in Mar Chiquita, Córdoba, Argentina. *Colonial Waterbirds*, 15: 179-184.
- CANEVARI P., BLANCO D.E. & BUCHER E.H. (1999). Los beneficios de los humedales de la Argentina. *Humedales para las Américas*, Buenos Aires.
- CARPENTER S., CHAIR N.F., CARACO D.L., CONNELL R.W., HOWARTH A.N., SHARPLEY A.N. & SMITH V.H. (eds.) (1998). Contaminación No Puntual de Aguas Superficiales con Fósforo y Nitrógeno. Tópicos en Ecología 3. *Ecological Society of America*.
- CONSTANZA R.R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B.L., K., NAEEM S., O'NEILL R., PARUELO J., RASKIN R., SUTTON P. & VAN DEN BELT M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253-260.
- DI GIACOMO A.S. (ed.) (2005). Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. *Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata*, Buenos Aires.
- EISLER R. (1988). Lead hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. *U.S. Fish and Wildlife Service, Biology Report* 85.
- FRIEND M. (ed.) (1987). Field Guide to Wildlife Diseases. *U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication* 167, Washington, D.C.
- GAIERO D.M., G. R.R., DEPETRIS P.J. & KEMPE S. (1997). Spatial and temporal variability of total non-residual heavy metals content in stream sediments from the Suquia river system, Córdoba, Argentina. *Water, Air, and Soil Pollution*, 93:303-319.
- GAVIER G.I. & BUCHER E.H. (2004). Deforestación de las Sierras Chicas de Córdoba (Argentina) en el período 1970-1997. Miscelánea N° 101. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, Córdoba.
- GOLDSTEIN M.I., LACHER T.E., WOODBRIDGE B., BECHARD M.J., CANAVELLI S.B., ZACCAGNINI M.E., COBB G.P., TRIBOLET R. & HOOPER M.J. (1999). Monocrotophos-induced mass mortality of Swainson's hawks in Argentina, 1995-1996. *Ecotoxicology*, 8:201-214.
- HAMMERL-RESCH M. & GATTENLÖHNER U. (eds.) (2004). Reviving Wetlands. Sustainable Management of Wetlands and Shallow Lakes. *Global Nature Fund (GNF)*, Radolfzell, Germany.
- HOFFMAN D.J., RATTNER B.A., BURTON JR. G.A. & CAIRNS JR. J. (eds.) (1995). Handbook of Ecotoxicology. *Lewis Publishers*, Boca Ratón, USA.
- HOOPER M.J., MINEAU P., ZACCAGNINI M.E., WINEGRAD G.W. & WOODBRIDGE B. (1999). Monocrotophos and the Swainson's Hawk. *Pesticide Outlook*, 10:97-102.
- HULME M. & SHEARD N. (1999). Climate Change Scenarios for Argentina. *Climatic Research Unit*, Norwich, UK.
- KENNEDY J.A. & NADEAU S. (1993). Lead shot contamination of waterfowl and their habitats in Canada. Canadian Wildlife Service Report Series 164. *Canadian Wildlife Service*, Ottawa, Canada.
- MARTÍNEZ D.E. (1991). Caracterización geoquímica de las aguas de la Laguna Mar Chiquita, provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. *Universidad Nacional de Córdoba*, Córdoba.
- MICHELUTTI P. (2002). Mortandad de fauna en el NE de Córdoba los días 5-6-7/03/2002. *Informe Inédito*. Miramar, Córdoba.
- MITSCHE W.J. & GOSSELINK J.G. (1993). Wetlands. Segunda edn. *John Wiley & Sons, Inc*, New York (US).
- PAIN D.J. (1990). Lead shot ingestion by waterbirds in the Camargue, France: an investigation of levels and interspecific differences. *Journal of Environmental Pollution*, 66: 273-285.
- PAUTASSO A.A. (2003). Aprovechamiento de la fauna silvestre por pobladores rurales en la fracción norte de los Bajos Submeridionales de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)*, 8:1-62.
- RABALAIS N.N. (2002). Nitrogen in Aquatic Ecosystems. *Ambio*, 31:102-112.
- RELYEA R.A. (2005a). The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15:618-627.
- RELYEA R.A. (2005b). The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15:1118-1124.
- RODRÍGUEZ A.S. (1999). Marco Jurídico-Institucional Ambiental Aplicable a los Humedales. En: Los Humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación (eds. Canevari P., Blanco D.E., Bucher E.H., Castro G. & Davidson I.). *Wetlands International*, Buenos Aires.
- SWACKHAMER D.L., PAERL H.W., EISENREICH S.J., HURLEY J. & HORNBuckle K.C. (2004). Impacts of Atmospheric Pollution on Aquatic Ecosystems. Issues in Ecology 12. *Ecological Society of America*
- TSUZUKI M.Y., OGAWA K., STRUSSMANN C.A., MAITA M. & TAKASHIMA F. (2001). Physiological responses during stress and subse-

- quent recovery at different salinities in adult pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Aquaculture*, 200:349-362.
- UHART M. & ZACCAGNINI M.E. (1999). Manual de procedimientos operativos estandarizados de campo para documentar incidentes de mortandad de fauna silvestre en agroecosistemas. *Comisión Interinstitucional para la Conservación de la Vida Silvestre en Agroecosistemas*, Buenos Aires.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA (1998). Valoración del Impacto Ambiental en la Región de Mar Chiquita y la Cuenca afectada por el Canal Federal. Informe al Consejo Federal de Inversiones (CFI). *Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Córdoba.
- WETZEL R.G. (2001). *Limnology. Lake and River Ecosystems*. 3 edn. *Elsevier Academic Press*, San Diego.
- WILLIAMS W.D. (2002). Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025. *Environmental conservation*, 29:154-167.
- ZEDLER J. & KERCHER S. (2004). Causes and Consequences of Invasive Plants in Wetlands: Opportunities, Opportunists, and Outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23:431-452.