



## EL PEJERREY COMO RECURSO

ENRIQUE H. BUCHER<sup>1\*</sup> Y MARCOS ETCHEGOIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Zoología Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba. C.C. 122, 5000 Córdoba.

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

<sup>2</sup> Hipólito Irigoyen 210, C.C. 5862 Villa del Dique, Calamuchita, Córdoba.

### 1. INTRODUCCIÓN

El inusitado crecimiento de las aguas de Mar Chiquita que se inicia a fines de la década de 1970, con la consecuente disminución de salinidad, permitió al pejerrey ocupar y multiplicarse rápidamente en sus aguas, hasta alcanzar niveles poblacionales muy altos. Se trata, sin dudas, de un fenómeno muy significativo y de gran interés por sus implicancias ecológicas y económicas.

En este capítulo resumimos lo que es conocido acerca del pejerrey en Mar Chiquita en el período 1980-2005, incluyendo datos recogidos a través de entrevistas, registros provistos por pescadores e investigaciones llevadas a cabo por los autores de este capítulo. Aunque la información obtenida es incompleta, estimamos que el panorama logrado provee una buena descripción de las principales variaciones registradas en el período de 25 años analizado, información que será de utilidad, no sólo como documento histórico, sino también como referencia para investigaciones futuras que se desarrollen sobre el tema en Mar Chiquita. Los antecedentes de investigación sobre el

pejerrey en Mar Chiquita son muy limitados. Se destaca el trabajo realizado por Sagretti y Bistoni (2001) y la monografía realizada por estudiantes de Miramar (Castellino *et al.* 2003)<sup>1</sup>.

### 2. EL PEJERREY EN MAR CHIQUITA

La alimentación del pejerrey fue estudiada en detalle por Sagretti y Bistoni (2001), quienes analizaron el contenido estomacal de ejemplares colectados estacionalmente en 1994 y 1995 en la costa sur de la laguna, en las proximidades de la desembocadura del río Segundo y hasta unos 200 m hacia el interior de la laguna. El material fue colectado mediante redes agalleras y de arrastre. Se capturó un total de 258 ejemplares, en el que predominaban las hembras (66%), con un rango de longitud de 35 a 355 mm.

La dieta difirió según el tamaño de los peces. Los individuos pequeños (menos de 70 mm) se alimentaban predominantemente de crustáceos, además de una pequeña proporción de peces e insectos. Los individuos de tamaño intermedio (entre 70 y 200 mm)

<sup>1</sup> Trabajo realizado por alumnos del Instituto Provincial de Educación Media (IPEM) 44 de Miramar, premiado en las Ferias de Ciencias provincial (Córdoba) y nacional de 2003.

### Características biológicas del pejerrey

El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (Fig. 1) pertenece a la familia Atherinidae, que se caracteriza por su origen marino y su gran capacidad de adaptación a variaciones de salinidad (eurihalinas). En Argentina hay varias especies dentro del género *Odontesthes*, la mayoría de las cuales son marinas, aunque se adaptan bien al Río de la Plata, donde se da una permanente mezcla de agua dulce y salada. Existen también especies de agua dulce, como nuestro *Odontesthes bonariensis* y *O. microlepidotus*, las cuales derivan de poblaciones de especies marinas que emigraron al continente, probablemente a causa de las variaciones del nivel del mar registradas durante las glaciaciones (Tejedor 2002). Existen numerosos estudios sobre la especie. Una excelente síntesis de los conocimientos actuales puede encontrarse en Grosman (2002).

**Adaptación a la salinidad.** La capacidad de la especie de tolerar altos niveles de salinidad, como consecuencia de su origen marino, explica la adaptación del pejerrey a un lago salino como Mar Chiquita. Tsuzuki *et al.* (2000) demostraron que este pez puede vivir y reproducirse en niveles de salinidad que van desde el agua dulce hasta el agua del mar. En general, se estima que los peces toleran salinidades de hasta 50 g/L para completar su ciclo reproductivo, mientras que los adultos pueden llegar a sobrevivir con un nivel de salinidad de 60 g/L. Esta capacidad depende de una adecuada aclimatación y disminuye a bajas temperaturas (Sardella *et al.* 2004).

**Alimentación.** El pejerrey es una especie esencialmente zooplanctófaga, aunque con una marcada versatilidad que le permite ampliar su espectro trófico cuando el zooplancton es escaso. En general, la dieta del pejerrey de tamaños inferiores a 300 mm de longitud estándar (longitud medida desde el extremo de la cabeza hasta el final de la columna vertebral, sin incluir la cola) está dominada por crustáceos copépodos y cladóceros, algas diatomeas, caracoles y algas filamentosas. Cuando el pejerrey aumenta de tamaño, incluye en forma creciente una alimentación piscívora y, en la mayoría de los casos, desarrolla canibalismo, alimentándose de pejerreyes menores (Ringuelet 1942; Escalante 2002). La incorporación de peces a la dieta puede darse cuando alcanza 190 mm de longitud estándar (Aquino 1991).

Dado que el zooplancton es un elemento clave para el desarrollo de las poblaciones de pejerrey, se considera que su calidad y la biomasa presente en el ambiente constituyen un indicador importante de la calidad del alimento disponible para el pejerrey (Ringuelet 1975; Ringuelet *et al.* 1980; Grosman 1995). La producción de pejerrey sería mayor en ambientes de menor diversidad de peces y, además, estaría favorecida por la presencia de un plancton mesohalino dominado por copépodos calanoideos superiores a 1 mm (Baigun & Delfino 2002).

La dieta del pejerrey tiene variaciones estacionales. En las lagunas pampeanas, esta especie muestra tres patrones a lo largo del año: en verano, se comporta como micrófago, es decir, consume zooplancton; en invierno, como macrófago: amplía su dieta en forma oportunista; en otoño y primavera, la dieta es intermedia. El invierno es la estación desfavorable para el pejerrey debido a que el zooplancton disminuye (Aquino 1991; Grosman 1995).

**Reproducción.** En las lagunas pampeanas el pejerrey muestra un período reproductivo intenso en primavera y otro menor en otoño. En la freza primaveral está involucrada casi la totalidad de las hembras (>90%). Una parte considerable de la población desova dos veces durante esa estación y más de la mitad vuelve a hacerlo en otoño (Calvo & Morriconi 1972).

Un aspecto interesante y a la vez importante del pejerrey es el hecho de que, tal como en otras especies pertenecientes a la familia Atherinidae, el sexo no está genéticamente determinado y puede ser alterado por la temperatura a que son expuestas las larvas durante un período denominado de diferenciación sexual. Este proceso, conocido como determinación termo-dependiente del sexo, también se da en los reptiles. En el pejerrey, la proporción de hembras decrece a medida que la temperatura del agua aumenta, desde 100% a 17-19 °C, 29,4% a 25 °C, cayendo hasta 0% con temperaturas superiores a 29 °C. Este tipo de respuesta tendría valor adaptativo en especies que viven en ambientes con fluctuaciones importantes (Miranda & Somoza 2002).

**Productividad.** Se considera que el potencial pesquero de las lagunas pampeanas es elevado. Algunos cálculos puntuales han determinado un rendimiento promedio esperado de entre 60 y 120 kg/ha/año. En la práctica, estos valores no siempre se alcanzan (Mancini & Grosman 2002).



Figura 1. Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)

consumían predominantemente caracoles (*Heleobia* sp.) y, en menor medida, insectos. Los peces mayores (por encima de 200 mm) tenían una dieta fundamentalmente piscívora, seguida, en menor escala, por caracoles e insectos. En esta muestra, los peces ingeridos eran fundamentalmente orilleros (*Jennynsia multidentata*). Se observaron sólo tres casos de canibalismo en hembras de 300 mm. La baja frecuencia de canibalismo, así como la inclusión de otras especies de peces (orilleros) en la dieta podría deberse a que el muestreo se llevó a cabo en la desembocadura del río Segundo, donde la mezcla con aguas dulces permite que sobrevivan peces que no logran hacerlo en el cuerpo principal de Mar Chiquita. Sagretti y Bistoni (2001) también encontraron diferencias estacionales en la dieta: en primavera y verano el componente alimenticio más importante lo constituyeron los peces, en otoño predominaron los caracoles y en invierno los insectos, particularmente larvas de dípteros de la familia Empididae y hemípteros (*Trypocoria* sp. y *Sygara* sp.).

En mayo de 2003, Castellino *et al.* (2003) compararon la dieta y los parámetros poblacionales del pejerrey capturado en las cercanías de Miramar y en el área de las islas Las Acollaradas, al oeste de la laguna (Tablas 1 y 2). Los pejerreyes de menor tamaño (141-200 mm) se alimentaban principalmente de caracoles y, en menor medida, de insectos y peces (pejerrey). La dieta de los especímenes de tamaño intermedios (201-300 mm) estaba dominada por insectos y caracoles y contenía, en menor medida, pequeñas almejas e individuos de su propia especie.

Los individuos de mayor tamaño (301-400 mm) ingerían predominantemente peces (pejerreyes) y, en menor medida, insectos, caracoles y almejas. Las principales diferencias de la dieta entre sitios radicaron en: a) una mayor proporción de peces en Las Acollaradas y b) mayor proporción de material vegetal y almejas en los peces medianos y pequeños de Miramar.

En síntesis, la información disponible indica que el pejerrey de Mar Chiquita se alimenta fundamentalmente de zooplancton en sus etapas iniciales, aumenta la proporción de insectos y caracoles que ingiere cuando su tamaño supera aproximadamente

**Tabla 1.** Parámetros poblacionales en muestras de pejerrey obtenidas en dos sitios de Mar Chiquita el 18 de mayo de 1999 (Castellino *et al.* 2003).

| Parámetro                    | Área de pesca |             |
|------------------------------|---------------|-------------|
|                              | Miramar       | El Mistolar |
| Ejemplares analizados        | 120           | 100         |
| CPUE <sup>(1)</sup>          | 1,31          | 46,55       |
| Longitud estándar (mm)       | 245,17        | 271,50      |
| Peso (g) promedio            | 189,20        | 286,80      |
| Condición (k) <sup>(2)</sup> | 1,28          | -           |
| Frecuencia de tamaños (%)    |               |             |
| 150 – 200 mm                 | 2             | 0           |
| 200 – 250 mm                 | 59            | 15          |
| 250 – 300 mm                 | 38            | 74          |
| > 300 mm                     | 1             | 11          |

<sup>(1)</sup> CPUE: captura por unidad de esfuerzo (peso de la pesca en kg por paño de red de 50 m<sup>2</sup>); <sup>(2)</sup> condición  $k = 10^5 \cdot \text{peso}/\text{longitud estándar}^3$  (Murphy & Willis 1996).

**Tabla 2.** Contenido estomacal en muestras de pejerrey obtenidas en dos sitios de Mar Chiquita el 18 de mayo de 1999 (Castellino *et al.* 2003)

| Lugar                            | Miramar |         |         | El Mistolar    |         |         |
|----------------------------------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|
|                                  | 140-200 | 200-300 | 300-400 | 140-200        | 200-300 | 300-400 |
| Clase de tamaño (mm)             |         |         |         |                |         |         |
|                                  |         |         |         | Frecuencia (%) |         |         |
| Pejerrey                         | 0       | 8       | 53      | 14             | 34      | 56      |
| Caracoles ( <i>Heleobia</i> sp.) | 45      | 31      | 42      | 43             | 30      | 12      |
| Almejas                          | 22      | 27      | 11      | 14             | 52      | 26      |
| Insectos                         | 69      | 48      | 5       | 0              | 14      | 0       |
| Restos vegetales                 | 31      | 23      | 0       | 0              | 9       | 15      |
| Sin contenido                    | 4       | 15      | 11      | 29             | 21      | 2       |

los 70 mm y, por encima de los 300 mm, su dieta se hace predominantemente piscívora, con un componente muy fuerte de canibalismo. Estos resultados son similares a los encontrados en otras lagunas pampeanas (Escalante 2002). Se destaca, sin embargo, una mayor proporción de moluscos (caracoles y pequeñas almejas) en la ingesta de la población de Mar Chiquita.

### 3. LA PESCA EN MAR CHIQUITA

A continuación, se presenta una síntesis de la información disponible sobre la pesca en Mar Chiquita (Fig. 2), la cual se basa en tres fuentes: 1) información oficial, observaciones personales y recopilación de datos provistos por los pescadores, 2) datos cuantitativos provistos por pescadores (período 1992-1999) y 3) datos obtenidos por los autores, basados en el monitoreo de capturas realizadas por los pescadores en el período 1997-2001.

#### 3.1. RESUMEN HISTÓRICO

Mar Chiquita fue un lago salado sin peces (salvo aquellos ubicados en la desembocadura de cursos de aguas afluentes) hasta finales de la década de 1970, cuando el nivel comenzó a crecer rápidamente, como resultado de un incremento muy marcado en las precipitaciones en toda su cuenca (ver capítulos 3 y 4). En 1979, los pescadores de

Mar Chiquita Ricardo Lehtinen y Victorio Fauda informaron a técnicos del gobierno de la provincia de Córdoba sobre la presencia de pejerrey frente a las costas de Miramar. En ese momento, el nivel de la laguna era de alrededor de 69 msnm y la salinidad de 50 g/L, mientras continuaba creciendo en forma sostenida. En septiembre del mismo año, Marcos Etchegoin tendió en forma experimental 100 m lineales de red agallera para pejerrey de 22 mm y 100 m de red de 28 mm de malla. Para sorpresa de todos, la pesca fue muy abundante: se obtuvo un total de 1.100 ejemplares. Las dimensiones de los peces capturados eran también importantes. En las redes de 22 mm, la longitud promedio estándar fue de 220 mm y el peso medio 130 g, mientras que en las redes de 28 mm, la longitud promedio fue de 350 mm y el peso promedio de 323 g. El ejemplar de mayor tamaño tenía 400 mm de longitud y 500 g de peso. Estos valores eran muy altos, sobre todo si se los compara con los promedios obtenidos desde esa época hasta la actualidad, como se detalla más adelante.

Sobre la base de esta nueva situación, el gobierno de Córdoba autorizó la pesca comercial en Mar Chiquita (Resolución 137, 26 de junio de 1981, Departamento de Fauna, Caza y Pesca). La resolución también autorizaba a la Municipalidad de Miramar a distribuir entre los pescadores locales 2.000 m lineales de redes de malla de 28 mm, lo que fue au-



Figura 2. Pescadores en Mar Chiquita (Foto A. Molli).

mentado a 6.500 m en noviembre de 1981. Casi inmediatamente, se extendió la autorización de pesca comercial a las municipalidades de Balnearia, La Para y Marull.

En el período 1981-1986 se afianzó un grupo de alrededor de 20 pescadores, quienes trabajaron con notable éxito en toda la extensión de la laguna. Durante los primeros años el rendimiento fue excepcional. Se pescaba durante el invierno (julio-septiembre) con capturas medias de 625 kg/día por pescador, llegándose, en algunos casos, hasta 1.000 kg diarios (datos provistos por los pescadores). La gran oferta resultante y la falta de infraestructura de conservación en frío determinaron una caída marcada de los precios, factor que constituyó la principal dificultad para esta novel actividad económica en la región. Al promediar la década de 1980, el período de pesca fue extendiéndose hasta 7 a 8 meses al año, ya que muchos pescadores adoptaron esta actividad como única fuente de ingreso.

Un cambio importante en los criterios de manejo de la pesca en Mar Chiquita tuvo lugar en 1987, cuando

se decidió concesionar la pesca comercial en la laguna a una única empresa mediante licitación pública. Resultó beneficiada la firma Friogomen SA, que inició sus actividades en 1988. Como consecuencia, los pescadores artesanales inscriptos quedaron excluidos legalmente de la actividad pesquera. Un año después, la empresa dejó de operar en forma definitiva. Mientras tanto, los pescadores artesanales continuaron trabajando y enfrentando dos inconvenientes: la situación de ilegalidad, que resultaba en frecuentes pérdidas de sus redes, decomisadas por las autoridades, y el deterioro de los precios por sobreproducción.

Una nueva etapa en el manejo de la pesca en Mar Chiquita comenzó en marzo de 1996, al concluir la concesión otorgada a la empresa Friogomen. En ese momento, se decidió volver a las condiciones originales de 1981. Se autorizó la pesca comercial a personas inscriptas en los municipios ribereños de La Para, Marull, Balnearia, Miramar, Altos de Chipión y Morteros. En total fueron habilitados 50 pescadores, de los cuales un 20% vivía exclusivamente de la pesca, mientras que el resto tenía además otras actividades comerciales.

A partir de 1994 y hasta 2002 (año en el que concluyen nuestras observaciones), la pesca mostró una tendencia declinante. Hacia 1996, los pescadores comenzaron a explorar otros sitios en la laguna, donde se obtenían mejores rendimientos, sobre todo alrededor de las islas situadas hacia el oeste y noroeste (El Mistolar, Hueco de los Locos, Catanga, Acollaradas) y también hacia la desembocadura del río Dulce. Solo una limitada fracción de los pescadores (alrededor del 20%) poseía los recursos para alcanzar estos sitios, muy alejados de Miramar.

En 1997, se acentuó la caída en la producción pesquera, en coincidencia con una marcada disminución del nivel de la laguna, el cual descendió a 68,4 msnm, con una salinidad de 54,2 g/L. Los registros suministrados por pescadores muestran que el promedio de pesca diaria fue de 43 kg (junio), 55 kg (julio) y 49 kg (agosto) en 1994, a solo 21 kg (junio) 24 kg (julio) y 23 kg (agosto) en 1997. Esta caída trajo como consecuencia que muchos abandonaran la actividad, por lo que el número de pescadores activos cayó de 120 en 1985 a apenas 50 en 1997.

Hacia 1997, aproximadamente un 80% de los pescadores estaban asentados en Miramar, mientras el resto se distribuía entre Marull, La Para, Balnearia, Altos de Chipión y Morteros, en Córdoba, y Suardí y San Guillermo en Santa Fe. A partir de 1998, los niveles de pesca se recuperaron marcadamente, tendencia que continuó en 1999. Se observó además un incremento en la pesca obtenida en los meses de verano, hecho inusual hasta ese momento.

El período 2000-2002 se caracterizó por niveles de producción relativamente bajos, aunque estables. A partir de 2003, se notó otra caída pronunciada en la productividad, aunque esta vez no estuvo vinculada a una bajante del nivel de la laguna. Tal situación continuó agravándose hasta la actualidad. En un documento elaborado por la provincia de Córdoba (Agencia Córdoba Ambiente 2006) se indica que la

situación observada en febrero de 2006 era la siguiente:

- a) Disminución de las capturas en los últimos años.
- b) Escasa representación en las capturas experimentales de individuos de tallas comerciales.
- c) Muy escasa representación de individuos de pequeño porte.
- d) Alta representación de individuos intermedios.
- e) Deserción de pescadores por baja rentabilidad.

### 3.2. REGISTROS DE PESCADORES (PERÍODO 1992-1997)

Los señores Francisco Mare y Luis Gudiño llevaron un muy detallado registro de sus salidas de pesca. Entre ambos, sus datos abarcan el período 1992-1999 (Gudiño: 1992-99; Mare: 1994-99). Muy amablemente nos facilitaron dicha información, la cual incluye un registro diario de la cantidad (en peso) obtenida en cada jornada, así como del número de paños de red utilizados. A partir de estos datos, se realizó el análisis que se presenta en esta sección.

Las variaciones mensuales en la cantidad de pesca obtenida en el período 1992-99, juntamente con los cambios en el nivel de la laguna, se indican en la Figura 3. Los datos aportados por ambos pescadores muestran un patrón muy semejante, lo que valida las conclusiones a las que podemos arribar. No obstante, y dentro de este patrón similar, se observan algunas diferencias en la cantidad obtenida por cada pescador, que no son sistemáticas, sino que cambian en distinto sentido, según la época. Esto sugiere que tales diferencias se deberían a variaciones espaciales en la disponibilidad de pesca, por lo que los rendimientos difieren en función de la presencia del pejerrey en los lugares donde se realizó la pesca.

En la Figura 3 se aprecia que la pesca mensual osciló entre 100 y 2.000 kg en los meses más favorables, con picos de hasta 3.000 kg. Hasta 1997, la pesca fue estrictamente invernal, particularmente en el lapso ju-

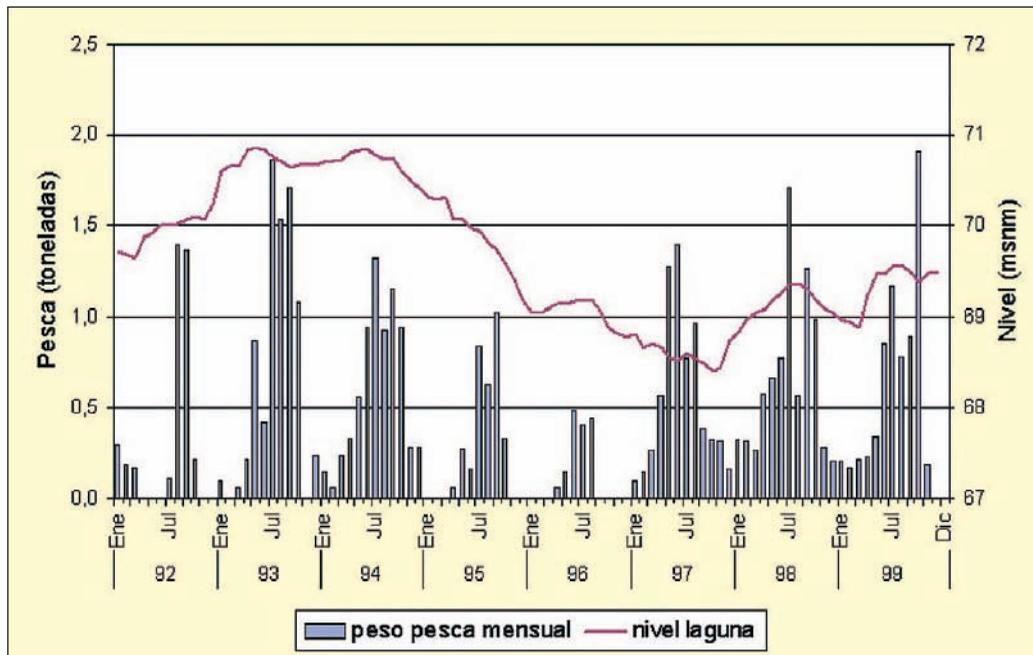


Figura 3. Promedio mensual de pesca en relación con el nivel de la laguna. Registros de los pescadores L. Gudiño y F. Mare.

nio-septiembre. Después de esa época (1998 y 1999) se observa que el período de pesca se expandió notablemente en los meses de verano, hasta hacerse continuo. No obstante, se mantuvo la presencia de un máximo invernal. Puede verse, asimismo, una caída importante aproximadamente a partir de 1994, la cual se acentúa hacia 1996. Si se compara con el nivel de la laguna, se observa que los cambios en productividad pesquera no muestran una relación clara con este parámetro. Al comienzo del período, la captura y el nivel aumentaron, pero luego la pesca declinó con, por lo menos, un año de anterioridad al descenso en el nivel de la laguna. Asimismo, la recuperación de la tasa de captura posterior a 1976 se inició con anterioridad a la recuperación del nivel de la laguna.

Si se calcula el total anual de la pesca obtenida por los dos pescadores durante el período analizado (Fig. 4), se observa que este valor osciló entre 1 y 8 toneladas anuales por pescador. Asimismo, se aprecia un valor relativamente bajo para 1992, así como la ya mencio-

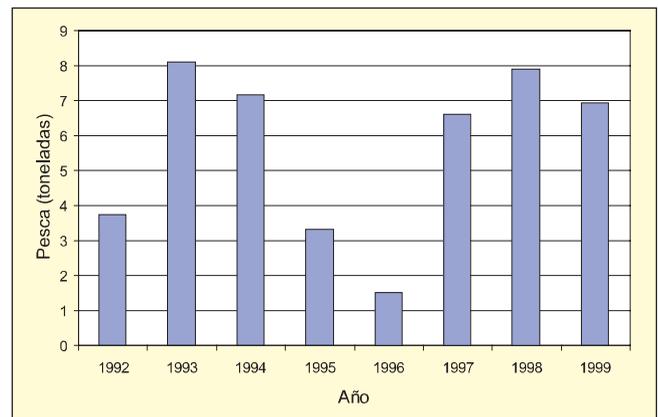


Figura 4. Total anual de pesca por pescador en Mar Chiquita en el período 1992-1999 (promedio de los registros de L. Gudiño y F. Mare).

nada abrupta caída en 1995 y 1996. El mismo patrón se observa al graficar las variaciones anuales en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), estimadas promediando los valores obtenidos por los dos pescadores informantes (Fig. 5).

En resumen, los datos de los pescadores Gudiño y Mare nos muestran un patrón bien definido y coincidente, con importantes variaciones entre años. El pejerrey se mantuvo en la laguna aun cuando esta presentaba niveles de salinidad muy por encima de los del mar (con un máximo de alrededor de 50 g/L, Fig. 7.; Tabla 3) y tuvo oscilaciones que, al menos a primera vista, no indican una relación clara y simple con el nivel y salinidad de la laguna.

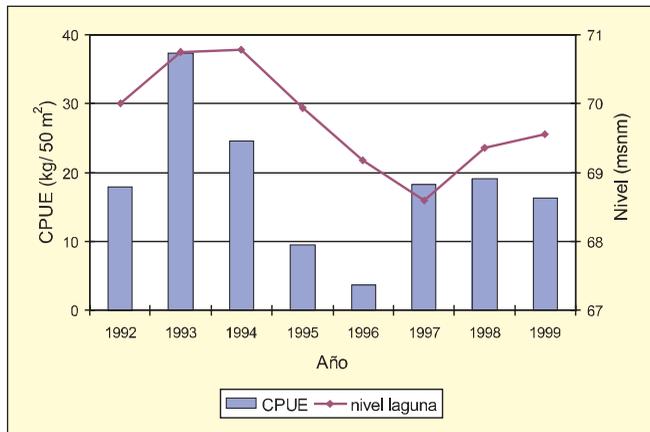


Figura 5. Promedio anual de captura de pejerrey por unidad de esfuerzo (CPUE: kg por paño de red por pescador) en relación con el nivel de la laguna en el período 1992-1999). Registros de L. Gudiño y F. Mare.

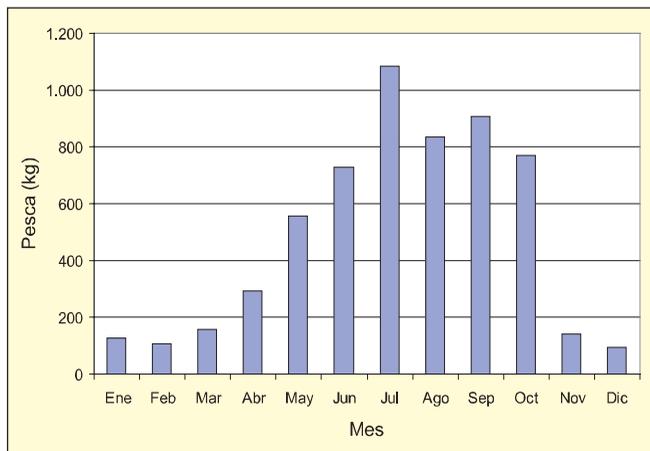


Figura 6. Pesca mensual promedio por pescador en el período 1992-1999. Registros de los pescadores L. Gudiño y F. Mare.

### 3.3. MONITOREO DE PESCA (PERÍODO 1997-2001)

Durante el período de 1997 a 2001 se obtuvieron datos estacionales de la pesca en Mar Chiquita. El muestreo se realizó en la misma ubicación (alrededor de 10 km al norte de Miramar). El monitoreo se llevó a cabo gracias a la colaboración del señor Ricardo Herrera, quién proveyó el apoyo logístico requerido. Se emplearon las artes y las técnicas de pesca usualmente utilizadas por los pescadores locales. El tamaño de las redes agalleras utilizadas fue variable, ya que los pescadores seleccionaron aquellas dimensiones que, a su juicio, eran las más adecuadas de acuerdo con el tamaño de los peces que se obtenían en ese momento. La información sobre fecha, cantidad y tamaño de redes utilizadas se resume en la Tabla 3. Los ejemplares colectados fueron medidos, pesados y, cuando resultó posible, sexados. Asimismo, se determinó el índice de condición *k* mediante la siguiente fórmula (Murphy & Willis 1996):

$$k = 10^5 * \text{peso} / \text{longitud estándar}^3$$

Debido a que el muestreo se basó en las actividades de los pescadores, los datos obtenidos no cumplen con todos los requisitos estadísticos correspondientes a un diseño ideal para este tipo de muestreo (Baigun 1987; Murphy & Willis 1996). La principal limitante radica en que no hay uniformidad en el tamaño de las redes utilizadas, por las razones ya expuestas. Por lo tanto, el cálculo de frecuencia por clase de tamaño no pudo ser corregido para compensar la selectividad de las redes usando la metodología usual (Baigun 1987). Como alternativa, se optó por usar el mayor valor registrado en las distintas redes para cada categoría de longitud. Asimismo, el cálculo de CPUE se realizó por separado para cada tamaño de redes (número o peso capturado por cada clase de tamaño, dividido por el número de redes) y luego se promediaron los valores obtenidos. No obstante estas limitaciones, estimamos que, de existir, el error resultante no es considerable, dado que la ex-

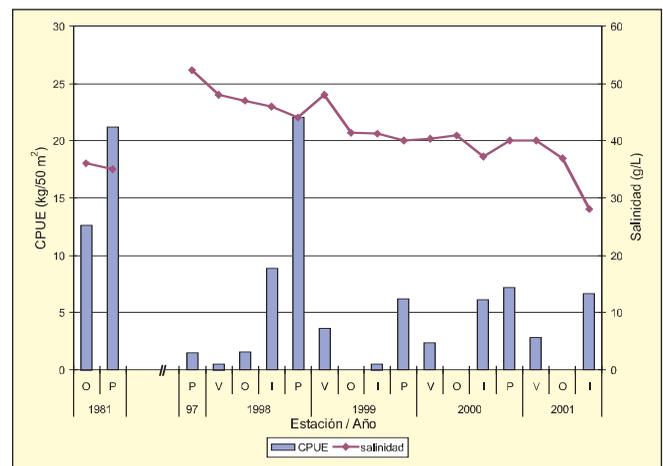
**Tabla 3.** Fecha, nivel de la laguna, salinidad, tamaño de malla (y número) de las redes utilizadas en las mediciones estacionales de monitoreo durante 1997-2001.

| Estación       | Fecha        | Nivel de la laguna (msnm) | Salinidad (g/L) | Redes usadas<br>Tamaño de malla en mm (cantidad) |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|--|
| Primavera 1997 | noviembre 23 |                           |                 |  |
|                | diciembre 2  | 68,7                      | 55,4            | 22 (3), 26-28 (7)                                |
| Verano 1998    | febrero 28   | 69,0                      | 46,8            | 22 (3), 26 (2), 30 (2)                           |
| Otoño 1998     | mayo 21      | 69,0                      | 46,8            | 22 (4), 28 (8)                                   |
| Invierno 1998  | agosto 8     | 69,4                      | 42,7            | 28 (6)   |
| Primavera 1998 | octubre 1    | 69,2                      | 44,0            | 26 (2) 32-34 (10)                                |
| Verano 1999    | febrero 11   | 69,0                      | 47,0            | 22 (2), 28 (12)                                  |
| Otoño 1999     | mayo 18      | 69,5                      | 41,4            | 26(10), 32 (14)                                  |
| Invierno 1999  | agosto 7     | 69,6                      | 41,3            | 26-28 (10), 32-34 (14).                          |
| Primavera 1999 | noviembre 8  | 69,5                      | 42,1            | 25 (4), 29 (10), 32 (4)                          |
| Verano 2000    | febrero 11   | 69,6                      | 41,4            | 22 (3), 26 (5), 29 (2)                           |
| Otoño 2000     | Sin datos    |                           |                 |  |
| Invierno 2000  | julio 22     | 70,0                      | 40,0            | 26 (10), 29 (5)                                  |
| Primavera 2000 | noviembre 4  | 69,85                     | 40,6            | 28 (10), 32 (10)                                 |
| Verano 2001    | marzo 10     | 69,8                      | 41,4            | 22 (6), 26 (4)                                   |
| Otoño 2001     | Sin datos    |                           |                 |  |
| Invierno 2001  | agosto 19    | 71,12                     | 29,1            | 26-28-30 (20)                                    |

perencia de los pescadores locales les permite seleccionar la combinación de redes más eficiente para la pesca disponible.

Asimismo, un único muestreo por estación puede no ser representativo de las condiciones registradas durante ese período, teniendo en cuenta las variaciones climáticas particulares durante el día de muestreo (como, por ejemplo, vientos fuertes). Sin embargo, creemos que la información obtenida es de gran valor para dilucidar los patrones generales de la dinámica poblacional del pejerrey observados en el período estudiado.

Las variaciones registradas en CPUE se indican en la Figura 7. Los valores oscilaron entre 20 kg y casi 0 kg por paño de red, y se mantuvieron por debajo de 5 kg en la mayor parte del período estudiado. Los muestreos de invierno y primavera de 1998 alcanzaron valores excepcionalmente altos, en coincidencia con los registros de los pescadores, analizados previamente. También la abundancia promedio de peces indicada por el valor de CPUE (Fig. 8) muestra un valor cre-



**Figura 7.** Captura estacional por unidad de esfuerzo 5 km al norte de Miramar, en relación con la salinidad del agua en los períodos 1981 y 1997-2001. O: otoño; P: primavera; I: invierno; V: verano. No hay datos entre 1981 y 1987 y para otoño de 2000 y otoño de 2001.

ciente a partir de un mínimo de verano hasta alcanzar un máximo en primavera, también coincidente con los registros de los pescadores, ya analizados.

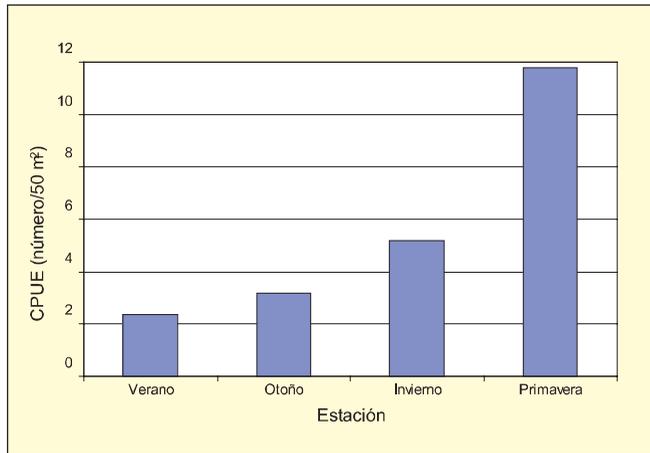


Figura 8. Promedio estacional por unidad de esfuerzo (CPUE: número de peces capturados por paño de red de 50 m<sup>2</sup>) a 10 km al norte de Miramar. Período 1997-2001.

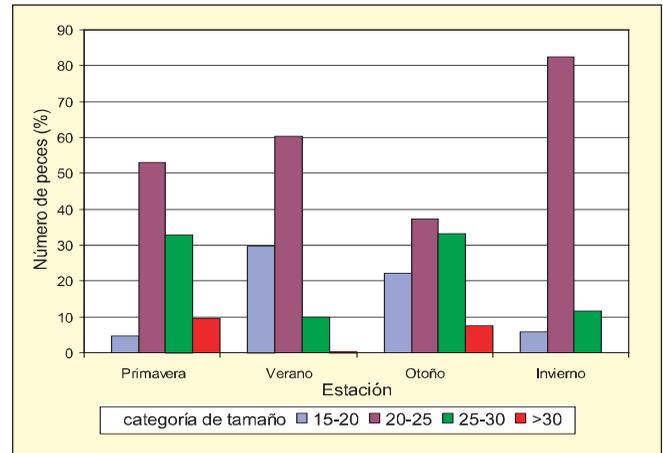


Figura 9. Promedio de la proporción de especímenes de pejerrey para cada categoría de tamaño en las muestras estacionales obtenidas a 10 km al norte de Miramar. Períodos 1981 y 1997-2001.

Si se grafica el valor promedio por estación del índice CPUE correspondiente a cada categoría de tamaño de los pejerreyes capturados, se observan diferencias significativas entre estaciones (Fig. 9). La categoría menor (entre 150 y 200 mm) tiene un mínimo en invierno y primavera, y llega a un máximo en verano y otoño. Esto puede deberse a que la cohorte nacida en primavera alcanza esta categoría de tamaño en verano y en otoño. A partir de entonces, su proporción disminuye tanto por la mortalidad como por el pasaje a la categoría superior a causa del crecimiento, en una proporción desconocida. Asimismo, las categorías de mayor tamaño (por encima de 250 mm de longitud estándar) son más numerosas en otoño y, particularmente, en primavera (incluyendo los ejemplares grandes, de más de 300 mm). Este fenómeno se vincularía con la presencia de ejemplares adultos en el área próxima a la costa en los períodos reproductivos de primavera y otoño, sumado al crecimiento de las cohortes de tamaño intermedio (Calvo & Morriconi 1972).

En la Figura 10 se indican las variaciones en tamaño, peso y condición de los ejemplares capturados. Se aprecia que la longitud estándar promedio del pejerrey osciló entre 200 y 300 mm. El peso varió entre 100 y 300 g. Los valores extremos de condición (k)

fueron 0,79 y 1,42, aunque en la mayoría de los casos oscilaron entre 1,0 y 1,2. Se observa que el peso medio tiende a alcanzar máximos en primavera, fenómeno posiblemente asociado a la ya mencionada presencia de ejemplares adultos reproductivos (incluyendo hembras próximas a la oviposición) en la cercanía de la costa.

### 3.3.1. PROPORCIÓN DE SEXOS

En todas las muestras se observó que los machos aparecían en mucha menor proporción que las hembras (Fig. 11). La media del porcentaje de machos fue 15%, con un máximo de 42% y mínimos inferiores al 5%. El máximo en verano y otoño de 1998 coincide con un período de mucha abundancia de pejerrey, indicado por un alto valor de CPUE. La gran predominancia de hembras encontrada en Mar Chiquita contrasta con los valores detectados en las lagunas pampeanas, donde en la época no reproductiva la proporción de sexos es similar, mientras que en el verano los machos son más abundantes en el área reproductiva (Calvo *et al.* 1977).

### 3.3.2. DESPLAZAMIENTOS

La información obtenida en los monitoreos indica claramente la existencia de variaciones en las caracte-

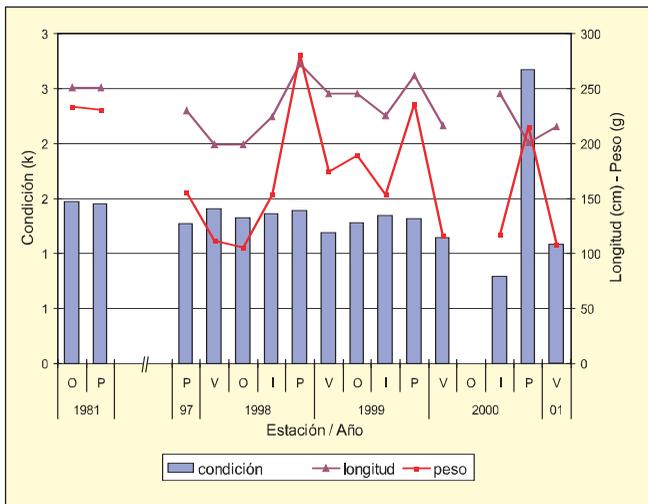


Figura 10. Longitud estándar, peso y condición (k) promedio en ejemplares de pejerrey capturados 10 km al norte de Miramar durante el período 1991-2001.

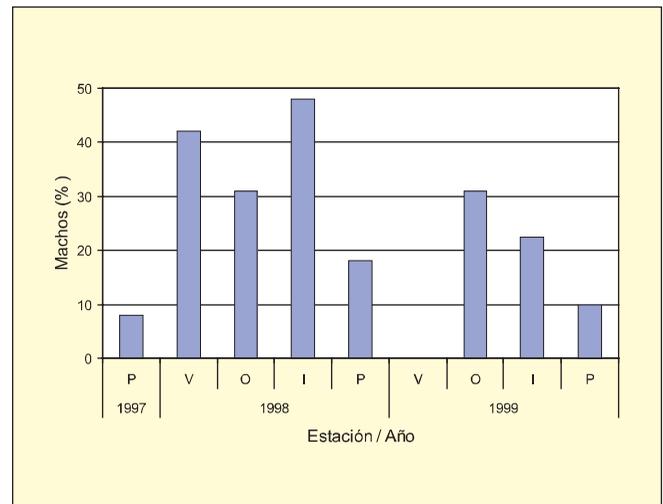


Figura 11. Variaciones en la proporción de machos en muestras de pejerrey obtenidas 10 km al norte de Miramar para cada estación del año durante el período 1997-2000 (no hay datos para el verano de 1999).

terísticas de las poblaciones del pejerrey dentro de la laguna Mar Chiquita. Como fue mencionado en el resumen histórico desarrollado previamente, los pescadores detectaron áreas donde la cantidad y la frecuencia de tamaños diferían marcadamente. Al comienzo de la presencia del pejerrey en la laguna, la pesca se concentraba fundamentalmente en la costa sur. Más tarde, se desplazó hacia un área ubicada entre 20 y 25 km al norte de la isla El Mistolar, donde la cantidad y el tamaño de los peces capturados eran mucho mayores. Este alto nivel de productividad se verificaba particularmente en otoño y comienzos de invierno (marzo-junio) (R. Herrera, comunicación personal). Las diferencias de productividad entre sitios se hacen muy evidentes en los muestreos realizados simultáneamente en otoño (18 de mayo) de 1999 (Tabla 2). En ellos se observa que en el área cercana a la isla El Mistolar hay mayor disponibilidad de pejerrey, con individuos de mayor tamaño, peso y condición (k).

Asimismo, se observan diferencias marcadas en la alimentación entre sitios. Es particularmente notable la

mayor presencia de pejerrey en la dieta de todas las clases de tamaño en isla El Mistolar, mientras que en las cercanías de Miramar se aprecia una dieta con mayor proporción y abundancia de pequeñas almejas e insectos (Tabla 2), lo cual podría deberse a que esta población se alimenta en un ambiente cercano a la desembocadura del río Segundo.

### 3.3.3. VARIACIONES FENOTÍPICAS DEL PEJERREY EN MAR CHIQUITA

Los pescadores de Mar Chiquita comentan que encuentran pejerreyes de distinta coloración, según provengan del área norte cercana a la desembocadura del río Dulce o de la costa sur, cercana a Miramar. Aunque no hay estudios al respecto, esta posibilidad no puede ser descartada, ya que la población que colonizó Mar Chiquita está sujeta a procesos de aislamiento y selección para un medio hipersalino. Beheregaray y Sunnucks (2001) estudiaron un proceso de especiación en una especie de pejerrey marino (*Odontestbes argentina*) en poblaciones de estuarios no totalmente aisladas entre sí. Ciertamente, se trata de un tema que merece ser investigado.

## 4. COMENTARIOS

### 4.1. TOLERANCIA DEL PEJERREY A LA SALINIDAD

En Mar Chiquita, el pejerrey fue capaz de mantenerse con un nivel poblacional alto, aun con una salinidad del agua levemente por encima de 50 g/L. Según nuestro conocimiento, este es el valor más alto registrado para la especie en condiciones naturales y está muy por encima de los verificados previamente por Tsuzuki *et al.* (2000).

El límite alcanzado por el pejerrey se encuentra también entre los más altos registrados en el mundo, los que generalmente oscilan entre 50 y 60 g/L, tenor que parece ser el límite fisiológico para los peces. Por ejemplo, el pez *Aphanius sophiae* es común en lagos salados de Irán, con rangos de entre 60 y 65 g/L (Hammer 1986).

Es posible, sin embargo, que con altos valores de salinidad la supervivencia de huevos y ejemplares pequeños de pejerrey se vea mucho más afectada que la de los adultos (Sardella *et al.* 2004). En estas condiciones, existe la posibilidad de que, si bien los individuos adultos pueden todavía desarrollarse en la laguna, la reproducción quede confinada a ambientes con aguas menos salobres, particularmente las desembocaduras y el cauce inferior de los ríos tributarios. Para aclarar este punto, se requiere más investigación que incluya, por ejemplo, las pequeñas cuencas de la antigua desembocadura del río Segundo en Altos del Chipión (Saladillo), los pequeños ríos que desembocan en la costa sur cercana a Miramar, la desembocadura actual del río Segundo y la del río Primero en la Laguna del Plata. La información disponible sugiere que, por encima de los 50 g/L de salinidad (correspondiente a un nivel de 69 msnm), la supervivencia del pejerrey estaría comprometida. Es muy improbable que la especie pueda ser viable por encima de los 65 g/L (68,5 msnm aproximadamente). No obstante, hay que tener en cuenta que los estudios de tolerancia a la salinidad de animales de agua dulce realizados en laboratorio no siempre se corresponden con la situación a campo (Kefford *et al.* 2004).

### 4.2. VARIACIONES TEMPORALES Y ESPACIALES EN LA PRODUCTIVIDAD DEL PEJERREY

Los resultados presentados en las secciones anteriores indican claramente que durante el período de más de 25 años de presencia del pejerrey en Mar Chiquita se produjeron marcadas variaciones temporales y espaciales en su productividad.

Aunque la información disponible es insuficiente para dilucidar las causas de dichos cambios, es posible al menos analizar, en una primera aproximación, los probables factores involucrados. De acuerdo con la información disponible, los factores más importantes a considerar incluyen la salinidad, los cambios de nivel, la disponibilidad de oxígeno, la disponibilidad de nutrientes, la contaminación, las interacciones biológicas y los factores intrínsecos a la dinámica poblacional del pejerrey.

#### 4.2.1. SALINIDAD

La salinidad es un factor limitante obvio para los peces en Mar Chiquita. Como se indicó previamente, la supervivencia del pejerrey parece estar seriamente afectada por encima de 50 g/L y sería inviable cuando se alcanzan los 60 g/L. Sin embargo, no es tan claro el papel que juega la salinidad con valores por debajo de los 50 g/L, rango dentro del cual ha oscilado la laguna en casi todo el período de presencia del pejerrey, como se mencionó anteriormente (Fig. 7).

#### 4.2.2. CAMBIOS DE NIVEL

Los cambios de nivel de agua podrían afectar al pejerrey, fundamentalmente, a través del efecto que provoca sobre la línea de costa. Al respecto, debe tenerse en cuenta que pequeñas variaciones de nivel implican grandes desplazamientos de la costa, debido a su escasa pendiente.

En los períodos de aguas crecientes, la invasión de áreas con vegetación terrestre (arbustales y pastizales costeros, por ejemplo) podría ofrecer un hábitat ideal para el arraigue y la protección de los huevos, al asemejarse al hábitat de plantas acuáticas emergentes

(por ejemplo, totorales), semejante al preferido por el pejerrey en las lagunas pampeanas (Calvo *et al.* 1977). En cambio, con el nivel de agua en bajante, se forman grandes playas barrosas, sin vegetación arraigada, las cuales van quedando rápidamente al descubierto a medida que descienden las aguas. Esto puede afectar la supervivencia de huevos que, en este caso, quedan depositados directamente sobre el fondo, sobre todo teniendo en cuenta que durante la primavera, final de la estación sin lluvias, la tendencia de la laguna es usualmente hacia la bajante.

#### 4.2.3. LIBERACIÓN DE SULFURO DE HIDRÓGENO

En algunos lagos salados se producen, en ciertas ocasiones, mortalidades masivas de peces debido a la falta de oxígeno y a la intoxicación con sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>) que se forma en el fondo. El caso más conocido es el del Salton Sea, en California, Estados Unidos. En este lago, y en situaciones especiales de poco viento y temperatura favorable, se producen condiciones anóxicas en el fondo y, por consiguiente, la liberación de SH<sub>2</sub> por la fotosíntesis anaeróbica bacteriana (ver capítulos 7 y 8). Si posteriormente se producen vientos fuertes, el agua sin oxígeno y con abundante sulfuro (sustancia tóxica para los peces) se eleva a la superficie y produce gran mortandad de peces, ya que el cambio brusco no les da oportunidad de adaptarse o desplazarse (Watts *et al.* 2001).

En el caso de Mar Chiquita, no hay indicios de que este fenómeno pueda llegar a producirse, debido a su escasa profundidad (Salton Sea supera los 11 m) y a los fuertes vientos que usualmente predominan en la región. Sí es posible, sin embargo, que se produzcan mortandades ocasionales en días muy cálidos por deficiencia de oxígeno ocasionada por factores naturales, como se han registrado ocasionalmente en la Laguna del Plata.

#### 4.2.4. NUTRIENTES Y DINÁMICA LIMNOLÓGICA

La disponibilidad de nutrientes en la laguna puede afectar la productividad del zooplancton y otros componentes de la dieta del pejerrey. La entrada de nutrientes en el sistema está muy influenciada por el

aporte de los tributarios (sobre todo en ocasión de las inundaciones del río Dulce). Además, también existe incorporación de nutrientes cuando las aguas están creciendo e invaden terrenos costeros, donde se produce la disolución del material del suelo y la descomposición de la biomasa inundada. Por lo tanto, es de esperar que el aporte sea máximo en períodos de crecientes y mínimo cuando las aguas están en retroceso y los ríos tributarios en estiaje. Hasta el presente, se desconoce en qué medida la dinámica del ciclado interno de la laguna interactúa con los aportes externos, aunque sería de esperar que sin aportes externos haya una inmovilización progresiva de los nutrientes en los sedimentos (ver capítulo 8).

Los cambios en la disponibilidad de nutrientes, factores climáticos o interacciones complejas entre especies pueden hacer variar la composición específica y la abundancia del plancton (fito y zooplancton). Tales variaciones afectan la disponibilidad de alimento para el pejerrey, tal como se indicó anteriormente en la sección sobre alimentación. Los estudios realizados en el Salton Sea, un lago salado del sur de California, revelan que las interacciones entre salinidad, química del agua y ciclado de nutrientes pueden ser muy complejas (Gonzalez *et al.* 1998).

#### 4.2.5. CONTAMINACIÓN

Parece muy baja, en principio, la posibilidad de que algún proceso de contaminación pueda haber alcanzado una magnitud suficiente como para afectar a la población del pejerrey de Mar Chiquita en forma permanente. Debe tenerse en cuenta la falta de indicaciones en este sentido, el tamaño de la laguna y la distancia a centros urbanos e industriales.

La contaminación puede afectar a los peces tanto produciendo mortalidades masivas como por procesos crónicos que afectan en forma permanente la reproducción y supervivencia de la población. No se han registrado eventos de mortalidad masiva de pejerrey dentro de la laguna, comparables a los que se han registrado en el lago salado de Salton Sea, California (Cohen *et al.* 1999). No obstante, se han registrado

algunos eventos aislados de mortandad reducida de peces en la costa sur de la laguna, cuya causa no fue establecida (Michelutti 2002).

Otro factor potencial que puede afectar al pejerrey son las toxinas producidas por cierto tipo de algas, lo que puede o no estar vinculado a procesos de eutroficación causados por aportes de nutrientes de origen antrópico. No existe información al respecto. En estudios realizados en el lago salado de Salton Sea (California, Estados Unidos) se evaluó este aspecto y se llegó a la conclusión de que las toxinas algales podrían tener importancia en algunos casos observados de mortalidad masiva de peces y aves (Reifel *et al.* 2002).

En síntesis, parece poco probable la posibilidad de que las variaciones en la población del pejerrey observadas en Mar Chiquita se deban a problemas de contaminación. No obstante, se requiere un monitoreo permanente de este factor para establecer su real magnitud.

#### 4.2.6. PRESIÓN DE PESCA

La pesca excesiva ha sido considerada como un importante factor causante de los cambios observados en la producción pesquera de Mar Chiquita. No obstante, la presión de pesca es muy difícil de estimar, dado que: a) el número de pescadores activos es desconocido y varía constantemente, b) los pescadores, en su mayor parte, procesan y venden la pesca por su cuenta y c) los desembarques se realizan en muchos lugares de la costa, además de Miramar.

En términos de una aproximación somera, podemos tomar como base los registros provistos por los señores Gudiño y Mare. Según estos datos, la pesca promedio por pescador en la década de 1990 fue de alrededor de 4.000 kg/año (Fig. 4). Si suponemos, de manera optimista, que en la época operaban un total de 100 pescadores con la misma capacidad de pesca, entonces nos encontraríamos con que el total anual rondaría los 400.000 kg (400 toneladas).

Por otro lado, la productividad potencial de Mar Chiquita podría estimarse a partir de los valores co-

nocidos para las lagunas pampeanas. Si se supone que la pesca en Mar Chiquita pudiera alcanzar 30 kg/ha –es decir, la mitad de la producción media mínima de 60 kg/ha estimada por Mancini y Grosman (2002) para las lagunas bonaerenses– y se considera, en forma conservadora, que Mar Chiquita tiene un área apta para la pesca de unas 400.000 ha, entonces la productividad potencial podría rondar las 12.000 toneladas anuales, valor 30 veces superior al de 400 toneladas de pesca efectiva estimado para la laguna, de acuerdo con los registros de pescadores, analizados previamente.

En principio, este simple análisis sugiere que sería improbable que la presión de pesca registrada haya sido un factor significativo para explicar las variaciones observadas en el período analizado. Más aún, dadas las grandes distancias por cubrir y los costos asociados, es muy probable que las áreas de la laguna muy alejadas de los centros poblados sean escasamente explotadas por los pescadores y menos aún cuando la pesca es baja, lo que permitiría la recuperación de los cardúmenes.

#### 4.2.7. DINÁMICA POBLACIONAL

Otros factores que pueden influenciar la disponibilidad de peces para la pesca en Mar Chiquita son aquellos derivados de la propia dinámica de la población del pejerrey. Al menos dos de ellos merecen ser tenidos en cuenta: a) los posibles movimientos migratorios y b) la existencia de ciclos generados por la misma población.

La posibilidad de que se generen ciclos por la dinámica interna dentro de la población de peces no puede descartarse, ya que es un fenómeno que ocurre en lagos (Carpenter & Kitchell 1993). Los pescadores de Mar Chiquita comentan que cada uno de los períodos de gran abundancia de peces en la laguna fue seguido por una caída marcada y por varios años de pesca muy pobre.

Estudios teóricos han mostrado que el canibalismo puede tener varios efectos sobre la estabilidad de las

poblaciones. Por un lado, puede inducir ciclos o caos (variaciones irregulares) y, por el otro, también puede amortiguar ciclos causados por otras interacciones. Asimismo, se sabe que el canibalismo puede generar condiciones de estabilidad múltiple. Esto significa que las poblaciones pueden permanecer en distintas condiciones de abundancia y distribución de edades, sin tender a una única condición estable (Claessen & de Roos 2003).

Los desplazamientos del pejerrey y el desarrollo de poblaciones con distinta estructura en diferentes regiones de las lagunas son esperables en un lago de la magnitud de Mar Chiquita. La información presentada en las secciones anteriores demuestra la existencia de estos fenómenos, incluidas las diferencias encontradas en capturas simultáneas entre Miramar y la isla El Mistolar, y los cambios registrados en las áreas con pesca favorable en distintas épocas del año.

Los pocos datos disponibles son compatibles con un patrón basado en el movimiento hacia las costas por parte de los individuos adultos en las épocas de reproducción (primavera y otoño) y un posterior retorno

hacia las áreas centrales de la laguna. Estos desplazamientos explicarían, al menos en parte, las diferencias observadas en la proporción de sexos.

El patrón general podría ser modificado en función de variaciones en los aportes de nutrientes y la composición del fito y del zooplancton, entre otros factores. Por ejemplo, la aparente concentración de cardúmenes al norte de la isla El Mistolar podría estar vinculada al flujo este-oeste de las aguas en la parte norte de la laguna, aportadas por el río Dulce (ver capítulos 6 y 8).

En síntesis, la limitada información disponible no permite arribar a un modelo explicativo de las variaciones observadas, más allá del hecho obvio de que la presencia del pejerrey en Mar Chiquita está condicionada por un límite superior de salinidad no muy superior a 50 g/L (cota de 69 msnm). La experiencia mundial sugiere que en Mar Chiquita es muy probable que la dinámica del pejerrey responda a una compleja y variable combinación de factores, todo ello sumado a la enorme extensión y variabilidad espacial de la laguna (Carpenter & Kitchell 1993).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA CÓRDOBA AMBIENTE (2006). Diagnóstico y evaluación del ordenamiento y aprovechamiento sustentable del recurso ictícola de la Reserva de Usos Múltiples Mar Chiquita y Bañados del Río Dulce. *Agencia Córdoba Ambiente*. Córdoba.
- AQUINO A.E. (1991). Alimentación de *Odontestbes bonariensis* (Cuv. & Val., 1835) (Osteichthyes, Atherinidae) en el embalse El Cadillal (Tucumán, Argentina). *Biología acuática*, 15:176-177.
- BAIGUN C. (1987). Redes enmalladoras: características y aplicaciones dirigidas a la evaluación de los recursos pesqueros de agua dulce. *Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, Santo Tomé, Santa Fe.
- BAIGUN C. & DELFINO R. (2002). Consideraciones y criterios para la evaluación y manejo de pesquerías de pejerrey en lagunas pampásicas. En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey (ed. Grosman F.), pp. 142-160. *Astyanax*, Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina.
- BEHEREGARAY L.B. & SUNNUCKS P. (2001). Fine-scale genetic structure, estuarine colonization and incipient speciation in the marine silverside fish *Odontestbes argentinensis*. *Molecular Ecology*, 10:2849-2866.
- CALVO J. & MORRICONI E. (1972). Fenómenos reproductivos en el pejerrey *Basilichthys bonariensis* III. Estudio de la fecundidad, época y número de desoves. *Anales Sociedad Científica Argentina*. 93: 75-84.
- CALVO J., MORRICONI E.R. & ZAVALA SUAREZ J.E. (1977). Fenómenos reproductivos en el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). II: Proporción de sexos y desplazamientos reproductivos. *Physis*, 36:135-139.
- CARPENTER S.R. & KITCHELL J.F. (eds.) (1993). The Trophic Cascade in Lakes. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- CASTELLINO M., CONSTANTINO E., GAGGI G., MAGLIANO E., MAESTRI M. & PIRAZZINI E. (2003). Hablando de dietas... "Odontesthes nos cuenta". XXXV *Feria de Ciencias y Tecnología*, Miramar, Córdoba.
- CLAESSEN D. & DE ROOS A.M. (2003). Bistability in a size-structured population model of cannibalistic fish - a continuation study. *Theoretical Population Biology*, 64:49-65.
- COHEN M.J., MORRISON J.I. & GLENN E.P. (1999). Haven or Hazard: The Ecology and Future of the Salton Sea. *Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security*, Oakland, California.
- ESCALANTE A.H. (2002). Alimentación natural del pejerrey. En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey (ed. Grosman F.), pp. 69-79. *Editorial Astyanax*, Azul, Buenos Aires, Argentina.
- GONZALEZ M.R., HART C.M., VERFAILLIE J.R. & HURLBERT S.H. (1998). Salinity and fish effects on Salton Sea microecosystems: water chemistry and nutrient cycling. *Hydrobiologia*, 381:105-128.
- GROSMAN M.F. (1995). Variación estacional en la dieta del pejerrey (*Odontestbes bonariensis*). *Revista Asociación Ciencias Naturales del Litoral*, 26:9-18.
- GROSMAN M.F. (ed.) (2002). Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. *Astyanax*, Azul, Argentina.
- HAMMER U.T. (1986). Saline Lake Ecosystems of the World. *Dr. W. Junk Publishers*, Boston.
- KEFFORD B.J., PAPAS P.J., METZELING L. & NUGEGODA D. (2004). Do laboratory salinity tolerances of freshwater animals correspond with their field salinity? *Environmental Pollution*, 29:335-362.
- MANCINI M.F. & GROSMAN F. (2002). Efecto de la pesca deportiva sobre una población de pejerrey (*Odontestbes bonariensis*). En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey (ed. Grosman F.). *Astyanax*, Azul, Buenos Aires, Argentina.
- MICHELUTTI P. (2002). Mortandad de fauna en el NE de Córdoba los días 5-6-7/03/2002. *Inedito*. Miramar, Córdoba.
- MIRANDA L.A. & SOMOZA G.M. (2002). Biología reproductiva del pejerrey (*Odontestbes bonariensis*): diferenciación sexual y endocrinología de la reproducción. Aspectos básicos y su potencial aplicación en acuicultura. En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. (ed. Grosman F.), pp. 46-54. *Astyanax*, Azul, Buenos Aires, Argentina.
- MURPHY B.R. & WILLIS D.W. (eds.) (1996). Fisheries Techniques. 2 edn. *American Fisheries Society*, Bethesda, Maryland.
- REIFEL K.M., MCCOY M.P., ROCKE T.E., TIFFANY M.A., HURLBERT S.H. & FAULKNER D.J. (2002). Possible importance of algal toxins in the Salton Sea, California. *Hydrobiologia*, 473: 275-292.
- RINGUELET R. (1942). Ecología alimenticia del pejerrey (*Odontestbes bonariensis*) con notas limnológicas sobre la Laguna Chascomús. *Revista Museo de La Plata (NS)*, 2 (Sección Zoología): 427-461.
- RINGUELET R. (1975). Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur, Argentina*. 2:1-122.
- RINGUELET R., OROART A.R. & ESCALANTE A.H. (1980). Alimentación del pejerrey (*Basylichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) en laguna Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiós*, 1: 447-460.

- SAGRETTI L. & BISTONI M.A. (2001). Alimentación de *Odontesthes bonariensis* en la laguna salada de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). *Gayana*, 65: 37-42.
- SARDELLA B.A., COOPER J., GONZALEZ R.J. & BRAUNER C.J. (2004). The effect of temperature on juvenile Mozambique tilapia hybrids (*Oreochromis mossambicus* x *O. urolepis bornorum*) exposed to full-strength and hypersaline seawater. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 137:621-629.
- TEJEDOR D. (2002). El pejerrey como recurso genético. En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey (ed. Grosman F), pp. 27-31. *Astyanax*, Azul, Buenos Aires, Argentina.
- TSUZUKI M.Y., AIKAWA H., STRUSSMAN C.A. & TAKASHIMA F. (2000). Comparative survival and growth of embryos, larvae and juveniles of pejerrey (*Odontesthes bonariensis* and *O. hatcheri*) at different salinities. *Journal of Applied Ichthyology*, 16:126-130.
- WATTS J.M., SWAN B.K., TIFFANY M.A. & HURLBERT S.H. (2001). Thermal, mixing, and oxygen regimes in the Salton Sea, California, 1997-1999. *Hydrobiologia*, 466:159-176.

