

Universidad Nacional
de la Patagonia
Austral

Los recursos pesqueros del Lago Cardiel: diagnóstico y sugerencias para su manejo



Noviembre 2001

Dr. Miguel Pascual
CENPAT-CONICET
UNPA-UACO

Dr. Esteban Frere
CENTRO DE INVESTIGACIONES PUERTO DESEADO
UNPA-UACO

Lic. Milagros Arguimbau
ACUERDO CENPAT- HARENGUS

Lic. Luis Pellanda
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACTIVIDADES
PORTUARIAS DE SANTA CRUZ

PREPARACIÓN DE ESTE REPORTE

Este informe fue preparado por el Centro de Investigaciones Puerto Deseado, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Caleta Olivia, a requerimiento de la Municipalidad de Gobernador Gregores.

RESUMEN SINTÉTICO

El Lago Cardiel, ubicado en el centro-oeste de la provincia de Santa Cruz, fue sembrado con trucha arco iris en 1943. A partir de 1950 se desarrolló una importante pesquería comercial y deportiva basada en este recurso. La pesquería comercial, la cual llegó a cosechar más de 100.000 peces al año, operó hasta 1995. Desde entonces permanece vedada, con evidentes signos de deterioro en la calidad de la pesca.

En este reporte se examina información histórica referida a las poblaciones de peces de este lago a fin de evaluar distintas hipótesis que han sido propuestas para explicar el deterioro de la pesca: sobrepesca comercial, cambio ambiental, deterioro genético del stock de truchas, sobrepoblación de truchas. Se evalúan también las distintas opciones de manejo disponibles: siembra de peces, raleo de la población, regulación de la pesca comercial.

En base a este análisis se propone establecer un plan de estudio y un plan de manejo experimental de la población de truchas. Para desarrollar estas acciones se propone la creación de un Consejo Asesor y de un Grupo Técnico de Apoyo, cuya función será colaborar con las autoridades de aplicación para establecer los objetivos de manejo para el Lago Cardiel, a definir las características del plan experimental y a supervisar su implementación.

CONSULTAS TÉCNICAS

Dr. Miguel Pascual

Centro Nacional Patagónico (CONICET)

Bld. Brown S/N

(9120) Puerto Madryn, Chubut

E-mail: pascual@cenpat.edu.ar Tel: (02965) 451024 Fax: (02965) 451543

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	5
EL LAGO CARDIEL Y SUS PECES.....	5
ANÁLISIS HISTÓRICO DEL ESTADO DE LA POBLACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS	8
ESTRUCTURA DE LARGOS Y PESOS.....	9
EDAD Y CRECIMIENTO	11
RELACIÓN LARGO-PESO Y CONDICIÓN.....	13
DIETA	14
HIPÓTESIS PARA EXPLICAR EL ESTADO DE LA POBLACIÓN DE PECES DEL LAGO CARDIEL Y LAS EVIDENCIAS EXISTENTES	16
ACCIONES DE MANEJO	18
PROPUESTA	20
INVESTIGACIÓN.....	20
MANEJO	22
UNA PROPUESTA ESPECÍFICA	24
REFERENCIAS	26

RESUMEN EJECUTIVO

1. Este reporte surge de la preocupación de la comunidad de Gobernador Gregores por el deterioro de la calidad de la pesca de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Lago Cardiel.
2. Los objetivos de este trabajo son ordenar la información técnica disponible y proponer un marco conceptual para la elaboración de un plan de manejo del lago.
3. El Lago Cardiel, una cuenca cerrada con una superficie de 460 km² y 49 m de profundidad promedio, se encuentra situado en la estepa patagónica de Santa Cruz (48°57'S, 71°13'O, 300 msnm) a 75 km de la localidad de Gobernador Gregores.
4. En 1943, 3.825 truchas arco iris de 2 meses de edad fueron accidentalmente sembradas en este lago. Apenas 8 años después de la introducción comenzaron a capturarse en este ambiente peces de gran porte. La pesca comercial comenzó en 1950, llegándose a cosechar más de 100.000 peces por temporada de pesca. También se generó una importante actividad de pesca deportiva. La explotación comercial se extendió hasta 1995. El interés en la pesca en este ambiente ha declinado marcadamente como resultado de una disminución de la calidad de pesca.
5. A pesar de que esta población ha sido sometida a explotación comercial por más de 50 años, hay muy poca información disponible acerca de las etapas históricas de la pesquería. Hasta hace unos pocos años no existía un programa regular de recolección de información con métodos estandarizados.
6. La información existente, sin embargo, muestra claramente que ha habido una reducción significativa en la calidad de la pesca en el Lago Cardiel a lo largo de la historia de la pesquería. Ha habido una disminución en las tallas y los pesos. La condición de los peces, lejos de destacarse como en tiempos pasados, es la más baja registrada entre todas las poblaciones de trucha arco iris de Santa Cruz para las cuales poseemos datos.
7. Cuatro hipótesis han sido propuestas para explicar el deterioro de la calidad de pesca: **sobrepesca**, **deterioro genético** del stock de truchas debido a las siembras realizadas durante los años de explotación comercial, **deterioro ambiental** producido por cambios en las condiciones físicas del lago y **déficit alimentario** por carga excesiva de truchas.

8. Se reconocen tres acciones de manejo principales disponibles para este ambiente: **regulación de la pesca, siembra de peces y raleo deliberado de la población**. Ninguna de estas acciones de manejo es beneficiosa bajo todas las hipótesis del deterioro de la calidad de pesca, lo cual genera la necesidad de dilucidar las causas de esta situación como objetivo central de manejo.
9. Proponemos generar un programa de investigación basado en priorizar actividades que permitan determinar las causas subyacentes a la condición de este ambiente. En este contexto se proponen dos actividades concretas de investigación de ejecución relativamente rápida:
 - a. Investigar la dieta actual de las truchas del Lago Cardiel a fin de determinar si han ocurrido cambios significativos con respecto a observaciones de 1973.
 - b. Evaluar si existe un deterioro genético en las poblaciones del Cardiel mediante experimentos de cría en piscicultura en forma comparativa con stocks de criadero.
10. Se propone además diseñar una estrategia de investigación a más largo plazo, considerando al Cardiel como un caso particular de un problema geográfica y conceptualmente más amplio. Para ello se propone incorporar en los análisis a otros ambientes de la provincia comparables al Lago Cardiel, tales como el Lago Strobel y las lagunas Encadenadas del Strobel.
11. Proponemos también establecer un plan de manejo experimental del Lago de tipo adaptativo. El mismo toma en cuenta explícitamente la incertidumbre referida a los orígenes del deterioro de la calidad de pesca y propone utilizar al manejo como herramienta experimental dirigida a desentrañar las causas del deterioro.
12. Los datos analizados en este informe sugieren que es poco probable que el deterioro de la pesca se deba primariamente a un problema de sobreexplotación del recurso. Las hipótesis que aparecen como más probables son un deterioro genético o un deterioro de la base alimentaria de los peces. Ambos escenarios sugieren que habría que aplicar un plan de raleo de la población, para cuya implementación proponemos algunos lineamientos.
13. La implementación de un plan de esta complejidad requiere de la colaboración entre distintos sectores: las autoridades provinciales de aplicación, las comunidades de las localidades vecinas y sus autoridades, quienes son los beneficiarios directos del plan, las empresas pesqueras y las asociaciones de pescadores, y los interesados en la utilización comercial y recreativa de la pesca deportiva. Es entonces muy importante que se consideren las complejidades institucionales y los potenciales conflictos entre intereses contrapuestos como parte integral del plan de manejo.

14. Se propone la creación de un Consejo Asesor del Lago Cardiel que trabaje junto a las autoridades de aplicación para establecer los objetivos de manejo, para evaluar la aplicabilidad de las medidas propuestas y definir las características del plan experimental, y para supervisar su implementación. Se propone además reunir a un Grupo Técnico para evaluar aspectos específicos del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Este reporte surge de la preocupación de la comunidad de Gobernador Gregores ante el deterioro de la calidad de la pesca de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) del Lago Cardiel. A nuestro grupo de trabajo le fue encomendada la tarea de analizar críticamente la información existente, realizar un diagnóstico de la situación y proponer acciones concretas para el manejo futuro de este importante recurso natural. No se presenta aquí un plan de manejo, lo cual obviamente debería contemplar una serie de aspectos sociales y políticos que van más allá de los objetivos técnicos de un trabajo de este tipo. Los objetivos de este informe son en cambio ordenar la información técnica disponible y proponer un marco conceptual para la elaboración de un plan de manejo del lago, aspectos ambos que pensamos son de importancia crítica para el éxito del mismo.

El reporte está dividido en cinco secciones. En la primera se presenta una descripción general del ambiente y sus recursos. En la segunda se realiza una revisión histórica del estado de la población de trucha arco iris del lago. En la tercera se analizan las distintas hipótesis que han sido propuestas para explicar el proceso sufrido por las poblaciones de trucha del Cardiel y se evalúa su verosimilitud en virtud de la información disponible. En la cuarta se analizan las acciones de manejo disponible y su potencial para producir cambios favorables en el ambiente. En la quinta y última sección se propone un plan de estudio y una serie de acciones tendientes a elaborar un plan de manejo para este recurso.

EL LAGO CARDIEL Y SUS PECES

El Lago Cardiel se encuentra situado en la estepa patagónica de Santa Cruz (48°57'S, 71°13'O, 300 msnm) a 75 km de la localidad de Gobernador Gregores (Figura 1). Se trata de una cuenca cerrada, con una superficie de 460 km², una extensión de costa de 120 km y una profundidad promedio de 49.1 m (Quirós et al, 1983, 1988). El río Cardiel es el único afluente, el que a su vez recibe las aguas de los ríos Rabón o Infantes, Areniscas y Lavas.

La temperatura media anual de la región es de 5.5°C, mientras que las precipitaciones medias anuales alcanzan los 200 mm. La temperatura del agua oscila entre los 5°C y 15°C sin estratificación vertical debido a que el agua es agitada por los fuertes y frecuentes vientos predominantes del cuadrante SO-O. Las aguas del lago son de origen pluvio-glacial por lo que adquieren un color lechoso, ocasionalmente con tintes verdosos.

En diciembre de 1943 un avión que transportaba peces desde el Centro de Salmonicultura en Bariloche para ser sembrados en localidades del sur de Santa Cruz tuvo un desperfecto mecánico en cercanías del Lago Cardiel. Los peces, un lote relativamente pequeño de 9.120 truchas de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) de 3 meses de edad y 3.825 truchas arco iris de 2 meses de edad, fueron entonces sembrados en este lago (Registros del Centro de Salmonicultura de Bariloche). Las truchas de arroyo dieron lugar a una pequeña población, pero las truchas arco iris prosperaron, originando una importante población.

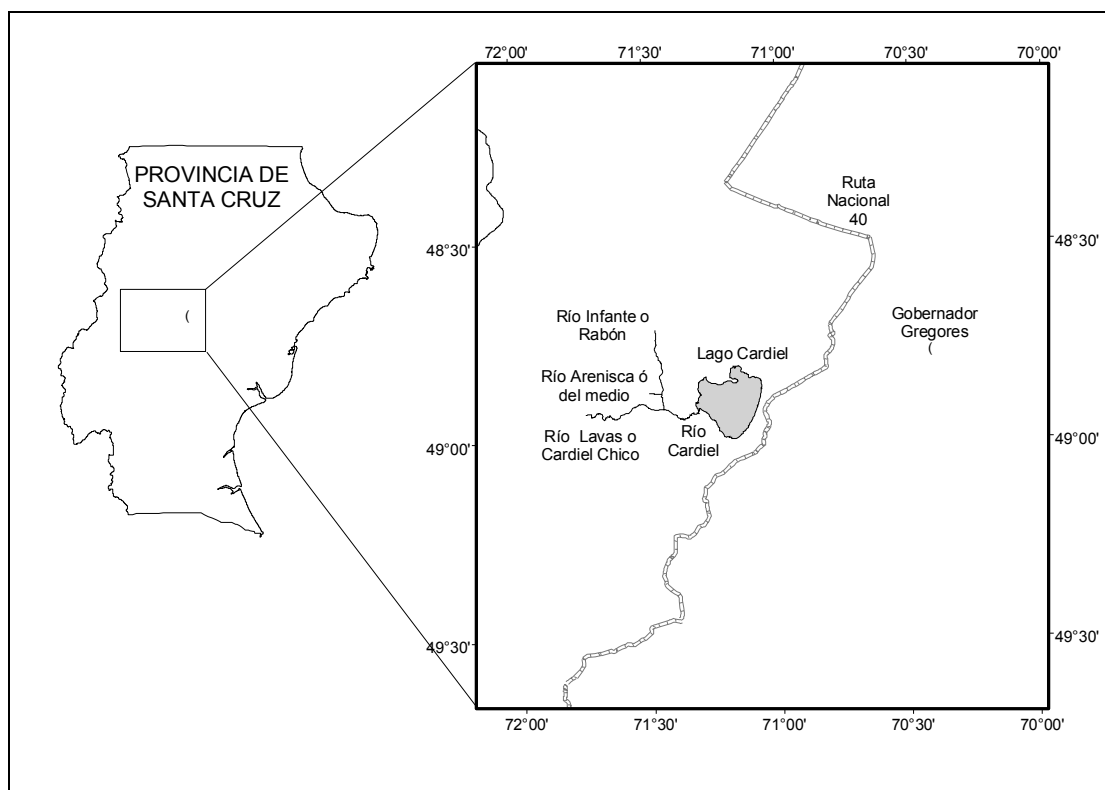


Figura 1: Gobernador Gregores, el Lago Cardiel, el río Cardiel y sus afluentes.

Apenas 8 años después de la introducción, un tiempo equivalente a sólo tres/cuatro generaciones de truchas, comenzaron a capturarse en este ambiente

peces de gran porte (Figura 2). La pesca comercial comenzó en 1950 con la explotación concedida a la Cooperativa de Pescadores de San Julián. Se construyó un galpón sobre la margen oeste del lago, en cercanías de la desembocadura del río Cardiel y el proceso era el eviscerado y salado de truchas en barricas, posteriormente trasladadas por tierra hasta San Julián.



Figura 2: Inicios de la pesca en el Lago Cardiel. Foto superior: río Cardiel 1957; foto inferior: Cerro Puntudo, cerca de la Bahía de los Pescadores, 1951 (gentileza Sr. Otto Wholer, Puerto San Julián).

Hasta el año 1966 operaron en el Cardiel tres empresas pesqueras: Pesquera Madryn, Savela S.A. y Mar Adriático S.A. A partir de 1965 comienza a operar en el lago la Pesquera San Julián S.A., la cual es adquirida en 1984 por Harengus S.A., propietaria de la planta conservera La Caleta en San Julián. Esta empresa explotó el lago como único permisionario hasta 1994. La Secretaría de Pesca y Actividades Portuarias de Santa Cruz (SPyAP) otorgó cupos de captura, reglamentando el uso de redes de enmalle de 105/110 mm de lumen para la misma. La cuota autorizada fue de 80.000/100.000 truchas por temporada, debiendo la empresa remitir partes de captura mensuales a la SPyAP.

Harengus S.A. siempre contrató a pescadores de San Julián y Gregores para trabajar en el lago, quienes estaban organizados originalmente en lo que fue la Cooperativa de Pescadores de San Julián. La empresa ponía los insumos y los pescadores la mano de obra. Con el tiempo la empresa construyó en el lago una casa, saladero, sala de eviscerado, tanques de agua, y demás comodidades para los pescadores que permanecían pescando por casi 6 meses.

Paralelamente al otorgamiento del cupo de captura, la empresa debía resembrar truchas en el lago, ya sea ovas con ojos o bien directamente alevinos. Estas resiembras se realizaron sistemáticamente por un período de aproximadamente 10 años.

Desde abril de 1994 a febrero de 1995 no hubo actividad pesquera comercial en el lago, momento a partir del cual se otorga una licencia comercial a la empresa Alpesca S.A. de San Julián hasta abril de 1995, con un cupo de captura de 50.000 ejemplares. A partir de entonces no ha habido solicitudes de pesca comercial para el lago Cardiel por parte de empresas pesqueras de envergadura.

ANÁLISIS HISTÓRICO DEL ESTADO DE LA POBLACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS

A fin de caracterizar el estado de las poblaciones de peces del Lago Cardiel en un contexto histórico, en esta sección se realiza un análisis de los antecedentes

técnicos existentes. A pesar de que han transcurrido casi 60 años desde la introducción de salmónidos en este ambiente y a pesar de que esta población ha sido sometida a explotación comercial por más de 50 años, existen importantes vacíos de información. Esto se debe a que no ha habido un programa sistemático y regular de recolección de información en este ambiente que abarque toda la historia de la pesquería.

Existen cuatro reportes técnicos de los años 1970 (INALI, 1973^a, 1973^b; Guijo y Herrera, 1980; Loguercho et al., 1980). A partir del año 1991, los técnicos de la Subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias de la provincia han realizado campañas más regulares para monitorear el estado de la población (Años 1991, 92, 93, 94, 98, Patricio Fernández y Luis Pellanda, Delegación de Pesca de Puerto Santa Cruz). En esta sección revisamos información de largos, pesos, crecimiento y condición de los peces proveniente de las fuentes mencionadas a fin de identificar tendencias en el estado de la población.

Estructura de largos y pesos

Uno de los problemas que encontramos al comparar las estructuras de largos reportadas por distintos investigadores es que las mismas fueron tomadas a partir de la pesca con redes “agalleras” con distinto tamaño de malla (Figura 3). Estas redes son selectivas para peces de tallas intermedias, es decir que tienen más probabilidad de pescar un determinado rango de talla, con probabilidad decreciente para peces más grandes y para peces más chicos. Este efecto, hace que las estructuras de tallas de las capturas provean una pintura sesgada de la estructura de tallas de la población. La utilización de artes de pesca diferentes en los distintos estudios dificulta entonces la distinción entre verdaderos cambios en los tamaños en la población y cambios en la selectividad de las redes. Una complicación adicional es que la selectividad de estas redes depende además de los materiales utilizados y de cómo están ensambladas.

De todos modos, los datos muestran algunos cambios substanciales en las tallas a lo largo del tiempo (Figura 3). Particularmente, las tallas registradas en los muestreos de 1998 son notoriamente más chicas que aquellas registradas en muestreos anteriores, diferencia que también se manifiesta en los pesos

registrados (Figura 4). Esto indica claramente que algunas tallas y pesos, otrora comunes (e.g., >50cm y >1kg) hoy son muy poco frecuentes.

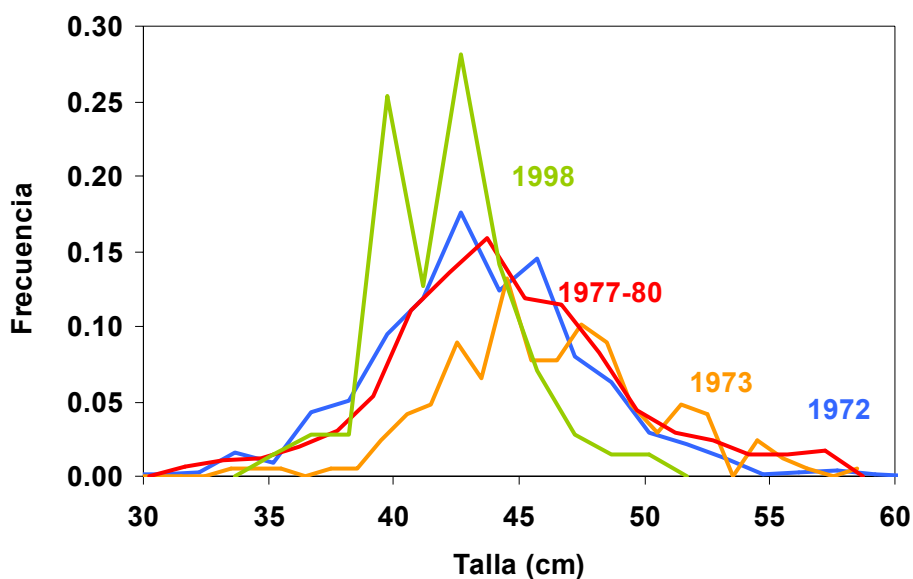


Figura 3: Distribución de largos de la trucha arco iris en distintos muestreos. Fuentes: 1972 y 1973 muestreos de INALI con redes agalleras de mallas de 90 y 110mm de lumen (INALI, 1973^a, 1973^b); 1977-80 muestreos con redes agalleras de mallas de 80 a 140mm de lumen (Guijo y Herrera, 1980; Loguercho et al., 1980); 1998 muestreos con redes agalleras de mallas de 110 y 115mm de lumen (Luis Pellanda y Patricio Fernández, SPyAP Santa Cruz).

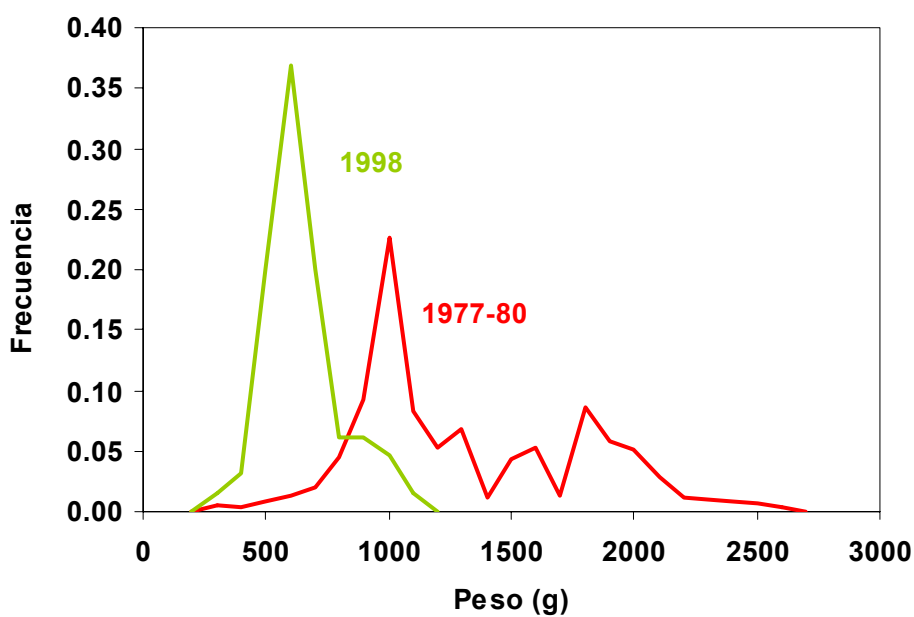


Figura 4: Distribución de pesos de la trucha arco iris en distintos muestreos. Fuentes: 1977-80 muestreos con redes agalleras de mallas de 80 a 140mm de lumen (Guijo y Herrera, 1980; Loguercho et al., 1980); 1998 muestreos con redes agalleras de mallas de 110 y 115mm de lumen (Luis Pellanda y Patricio Fernández, SPyAP Santa Cruz).

Otra prueba elocuente de la reducción histórica en el tamaño de los peces lo proveen las fotos históricas (Figura 2), donde a simple vista pueden apreciarse numerosos peces de más de 70cm, tallas prácticamente inexistentes en los muestreos antes analizados (Figura 3).

Edad y crecimiento

Para verificar el crecimiento de las truchas estimamos la edad de los individuos analizados a partir de la lectura de escamas. Para ello se leyeron escamas de 74 peces del Lago Cardiel colectados en 1998. A fin de establecer una comparación con el crecimiento experimentado por la misma especie en otros ambientes de la provincia, se leyeron también escamas de 126 peces provenientes de las lagunas encadenadas del Strobel, propiedad del Sr. Julio Cittadini (Gobernador Gregores) y de 28 peces capturados en Lago Argentino. También se analizaron los crecimientos medios típicos de la especie en una colección de lagos del hemisferio norte (Carlander, 1969).

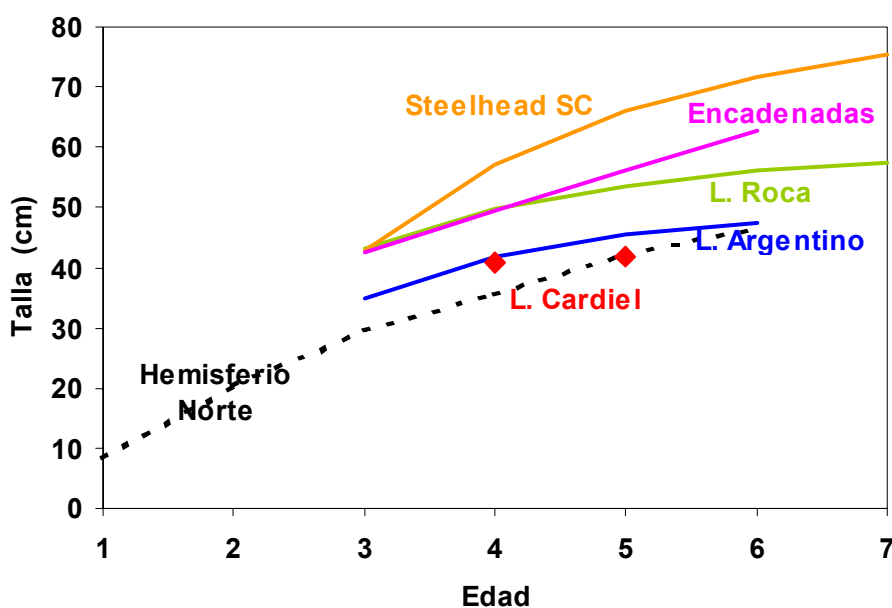


Figura 5: El crecimiento estimado de las arco iris del Cardiel (año 1998) comparado con el de la misma especie en el lago Roca (muestreos propios), en el lago Argentino (muestreos propios), en las lagunas encadenadas del Strobel (muestreos propios), en el río Santa Cruz (variedad *steelhead*, Pascual et al., 2001), y el promedio para lagos del hemisferio norte (Carlander, 1969).

El crecimiento en largo de los peces del Cardiel no es muy distinto de aquel experimentado por los peces del hemisferio norte o por aquellos colectados en el Lago Argentino (Figura 5), pero es muy inferior al de otras poblaciones de la provincia reconocidas por sus excelentes tallas (*steelhead* del río Santa Cruz, Lago Roca).

Resulta particularmente interesante la comparación con el crecimiento experimentado por las truchas arco iris de las vecinas lagunas encadenadas del Strobel. Como se discute más adelante, tenemos buenas razones para suponer que en los orígenes de la pesca, el Lago Cardiel tenía características similares a estas lagunas. En promedio, las truchas del Cardiel son entre 10 y 15 cm más chicas para las edades 4 y 5 que las truchas de las Encadenadas (Figura 5).

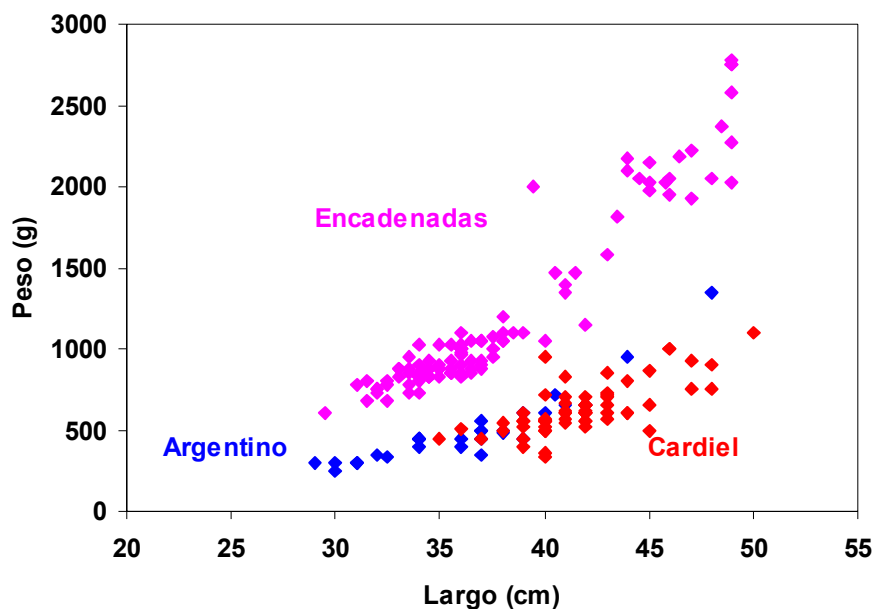


Figura 6: Relación largo-peso de las truchas del Lago Cardiel en comparación con aquellas de las Lagunas Encadenadas del Strobel y del Lago Argentino. Fuentes: Loguercho et al. (1980) y muestreos propios.

Relación largo-peso y condición

Las relaciones entre el largo y el peso permiten analizar los pesos registrados para un largo determinado. Esta relación para las truchas del Cardiel es extremadamente distinta de aquella de las truchas de las Encadenadas del Strobel (Figura 6). Por ejemplo, mientras que una trucha de 35cm típica del Cardiel raramente sobrepasa los 500g, los peces de la misma talla de las encadenadas tienen el doble de peso. Las truchas del Cardiel tienen pesos al largo algo menores a las del Lago Argentino, una población que no se caracteriza por su tamaño.

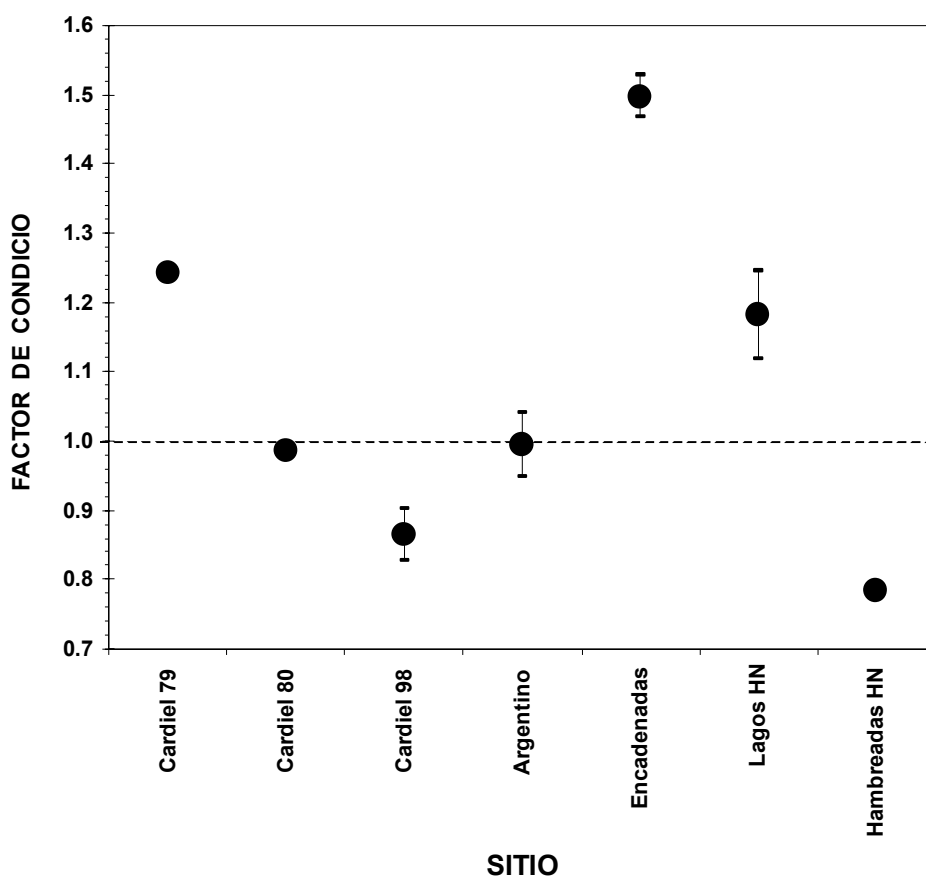


Figura 7: Factor de condición ($\text{Largo}^3/\text{Peso}$) medio de las truchas del Lago Cardiel en 1979, 80 y 98, en comparación con aquellas de las Lagunas Encadenadas del Strobel, del Lago Argentino, de una colección de poblaciones de lagos del hemisferio norte y de una población sufriendo inanición en el hemisferio norte. Para los datos analizados por nosotros y para las del hemisferio norte, se muestran los intervalos de confianza de la media del 95%. Fuentes: Loguercho et al. (1980), Carlander (1969) y muestreos propios.

Otra forma de visualizar estos mismos datos es a través del factor de condición k (Peso/Largo³), el cual provee un índice de la “salud” de los peces (Figura 7). En términos generales, valores de este índice por debajo de 1, indican un crecimiento deprimido. Tal es el caso de las truchas del Cardiel en los muestreos de 1998, las cuales tuvieron un k promedio de 0,86, significativamente por debajo del de las truchas del Lago Argentino (1,00), considerablemente más bajo que las truchas de lagos del hemisferio norte (1,18) y muy por debajo de las de las lagunas Encadenadas (1,50). Como valor límite inferior de referencia puede tomarse aquel observado para una población de lago sometida a un intenso proceso de inanición (0,79). Algunos muestreos históricos en el Cardiel (Loguercho et al., para 1979 y 1980) arrojaron valores de condición en apariencia mucho más altos que los actuales para el Cardiel. Sin embargo, no poseemos detalles de cómo fueron calculados estos factores, ni estimaciones de la variación en estas mediciones. Es por lo tanto difícil juzgar si a fines de los 90 hubo efectivamente una reducción significativa de la condición con respecto a los muestreos realizados 20 años antes.

Dieta

Los análisis de la dieta constituyen información crítica en el caso de poblaciones de peces que, como en el caso de las truchas del Cardiel, muestran una pobre condición corporal. Como se discute más adelante, una de las causas posibles para este patrón es una deficiencia alimentaria.

Tabla 1: Dieta de trucha arco iris en diciembre de 1972 (n=100 estómagos, INALI, 1973^a) y en marzo de 1973 (n=100 estómagos, INALI, 1973^b).

Item	Diciembre 1972		Marzo 1973	
	Números %	Volumen %	Números %	Volumen %
Crustáceos				
Cladóceros (<i>Daphnia</i>)	78	36	29	5
Copépodos	7	2	0	0
Anfípodos (<i>Hyaella</i>)	12	37	55	69

Insectos				
Chironómidos	2	3	9	4
Trichópteros	1	22	0	0

Lamentablemente, no existe información de este tipo recabada a través de los años que permita analizar si se produjeron cambios en los patrones de alimentación de los peces del Cardiel. La única información disponible se refiere a muestreos realizados a principios de los años 70 (Tabla 1). Los mismos muestran que la alimentación estuvo altamente concentrada en crustáceos de fondo (Anfípodos) y del plancton (Cladóceros), siendo los primeros fuertemente dominantes en la dieta durante los muestreos de fines de verano (69% del volumen de alimento digerido).

Si bien no existen en Patagonia estudios sistemáticos referidos a la dieta de salmónidos, la intensa alimentación de estos peces sobre anfípodos es un fenómeno común en lagunas cerradas, en las cuales son aparentemente muy abundantes. Este sería el caso de las truchas de las lagunas Encadenadas, las cuales se alimentarían fundamentalmente de estos crustáceos (Sr. Julio Cittadini, Gobernador Gregores, comunicación personal).

Esta información sobre dietas y el conocimiento general del comportamiento de los distintos grupos de organismos permiten construir un modelo preliminar y tentativo de cómo ha sido la cadena alimentaria en el Cardiel en tiempos históricos (Figura 8).

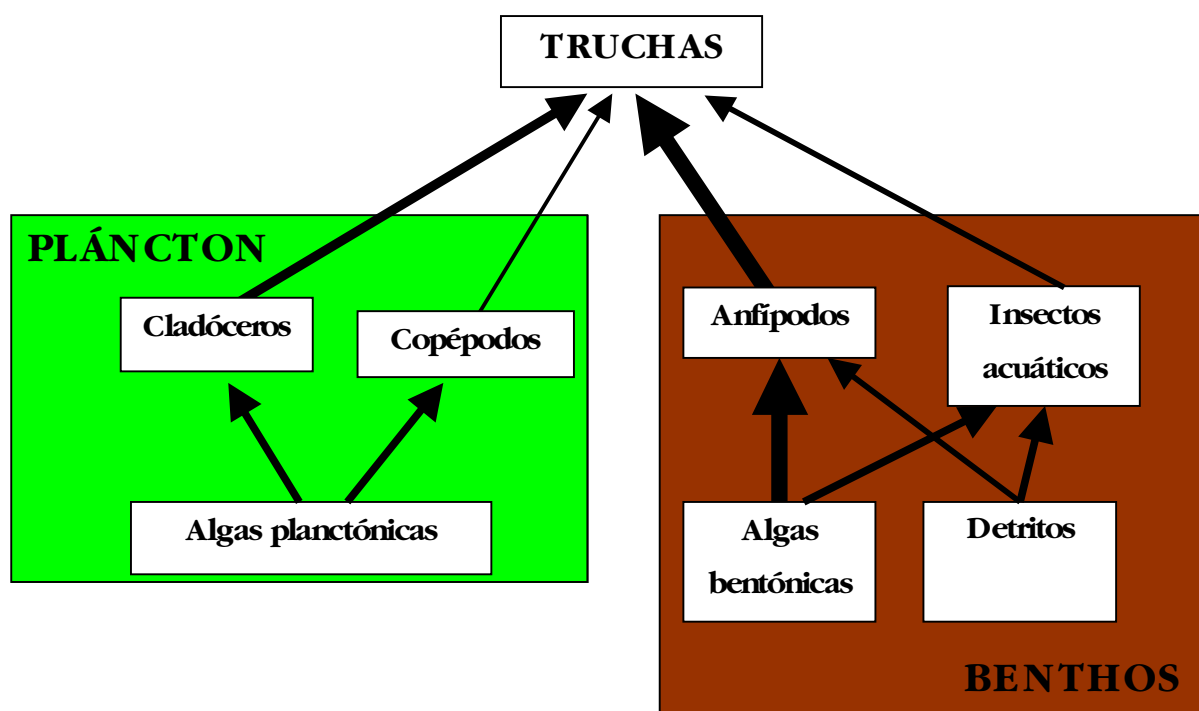


Figura 8: Diagrama tentativo de la cadena trófica histórica del Lago Cardiel. Las flechas muestran contribución como alimento de una especie a otra. El grosor de las flechas representa la magnitud de la contribución de cada presa.

HIPÓTESIS PARA EXPLICAR EL ESTADO DE LA POBLACIÓN DE PECES DEL LAGO CARDIEL Y LAS EVIDENCIAS EXISTENTES

En esta sección analizamos distintas hipótesis que han sido propuestas para explicar el deterioro de la calidad de pesca en el lago Cardiel a la luz de la información disponible. Las hipótesis que se presentan surgen de nuestra propia experiencia en este y otros ambientes similares, como así también de entrevistas realizadas a pobladores de la región, autoridades provinciales y municipales.

Sobrepesca: la explotación puede llevar a una declinación en la calidad de pesca, tanto por depresión excesiva del tamaño poblacional como por una marcada depresión de los tamaños de los individuos en la población. Podría plantearse que la pérdida de calidad de pesca en el Cardiel es el resultado de la larga historia de explotación comercial.

Sin embargo, la declinación observada en la condición de los peces del Cardiel no es compatible con esta hipótesis. De hecho, el raleo producido por la pesca debería mejorar las condiciones para los individuos restantes, produciendo el efecto contrario.

La única forma en la que la remoción por pesca puede ir en detrimento de la condición de los individuos en la población explotada es mediante el proceso de continua remoción de los peces de mayor talla y mejor crecimiento, seleccionando genéticamente a favor de los peces de crecimiento lento. Esta situación estaría comprendida dentro de la siguiente hipótesis.

Deterioro genético del stock de truchas: Ya sea por efecto de la pesca o por las sucesivas siembras realizadas en el Cardiel a lo largo de los años de explotación comercial, es posible que se haya producido un deterioro crónico en la calidad del stock de peces. Esta hipótesis, sin embargo, no tiene antecedentes conocidos en Patagonia. En general, siempre que se han sembrado truchas en ambientes sin peces, la calidad de pesca inicial ha sido buena, a pesar que los stocks utilizados para las siembras no fueron particularmente elegidos. Por ejemplo, algunas de las siembras realizadas en el Cardiel se realizaron desde la piscicultura de la Isla Pavón, el mismo stock que dio lugar a poblaciones con crecimientos y condición excepcionales en las lagunas Encadenadas del Strobel. Más adelante se proponen algunos estudios específicos para evaluar esta hipótesis directamente.

Deterioro ambiental: Podría postularse que se ha producido algún cambio en las condiciones físicas del lago, el que a su vez podría haber afectado las condiciones de crecimiento de las truchas. Uno de los procesos mencionados, por ejemplo, es el cambio de nivel de las aguas.

Sobreexplotación de la base alimentaria por las truchas: La experiencia acumulada a partir de la siembra de truchas en muchos lagos y lagunas de la Patagonia muestra que en muchos casos los peces muestran crecimiento y condiciones excepcionales en las etapas iniciales. Estas condiciones, sin embargo, no son necesariamente sustentables. Una vez que las poblaciones crecen en número, la base alimentaria original se reduce, pudiendo las poblaciones llegar naturalmente a un estado poco atractivo desde el punto de vista comercial/deportivo. Este fenómeno de “enanismo” natural ha sido observado en distintas poblaciones de truchas en el hemisferio norte

(Carlander, 1969, Figura 7) y también en Patagonia (Pascual y colaboradores, 2000).

El agotamiento de la base alimentaria es particularmente posible en ambientes donde, como en el Cardiel, los excepcionales crecimientos originales estuvieron basados aparentemente en el consumo prácticamente exclusivo de un solo ítem superabundante de alimento (*i.e.*, anfípodos). La misma situación de dieta restringida a los anfípodos está aparentemente repitiéndose en las lagunas Encadenadas.

ACCIONES DE MANEJO

Para organizar un plan de manejo es necesario comenzar por reconocer las herramientas de manejo con las que se cuenta. En esta sección evaluamos cuáles son las acciones de manejo posibles para el lago Cardiel y cuál es el valor de cada una de ellas en relación a las diferentes causas que han sido postuladas como responsables del deterioro de la población de peces.

La herramienta fundamental del manejo pesquero es la *regulación de la pesca*, típicamente mediante tres tipos de normas específicas: cuotas de captura anual o limitación del número de pescadores, mallas mínimas permitidas y vedas estacionales. Durante la explotación comercial del Cardiel se establecieron reglamentaciones de cada uno de los tres tipos antes mencionados.

Otra de las herramientas utilizadas a lo largo de la historia de la pesquería del Cardiel ha sido la *siembra de peces*. Las mismas fueron concebidas como una forma de suplir la supuesta disminución en la reproducción natural producida por la remoción de peces. Una forma alternativa de concebir las siembras es como una herramienta para reemplazar los stocks presentes en el Cardiel por algún nuevo stock genético que pudiera resultar en un mejor crecimiento o condición en este ambiente.

Una herramienta de gran utilidad potencial en el Cardiel es el *raleo o remoción de peces de la población* para reducir el tamaño poblacional. Tal actividad sería de fundamental importancia en caso de considerarse que la baja en la calidad de la pesca se debe a una superpoblación de truchas y sobreexplotación de la base alimentaria. También debería implementarse si se intenta el reemplazo de stocks bajo la hipótesis de deterioro genético.

El raleo puede realizarse mediante la pesca comercial, regulándola de modo tal que permita producir la disminución deseada. Una alternativa a explorar es la remoción de peces maduros en el río Cardiel durante la remonta en la época reproductiva. Este constituiría un método más eficiente de raleo y, en teoría, permitiría acceder a toda la población reproductiva del lago, seleccionando los peces a remover.

Tabla 2: Valor de distintas acciones de manejo bajo distintas hipótesis referidas al deterioro de la pesca en el Lago Cardiel. Las acciones beneficiosas se indican mediante (+ + +), las acciones con efectos negativos se indican con (- - -) y las acciones con efecto incierto se indican con (?).

ACCIONES	HIPÓTESIS PARA EL DETERIORO			
	Sobreexplotación de la base alimentaria	Deterioro Genético	Deterioro ambiental	Sobrepesca
Sembrar	- - -	+ + +	?	?
Limitar la pesca	- - -	?	?	+ + +
Ralear la población	+ + +	+ + +	?	- - -

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es que no existen acciones de manejo universalmente apropiadas, sino que su valor depende de las hipótesis antes propuestas para explicar la baja en la calidad de pesca. Algunas acciones, pueden incluso resultar contraproducentes para los fines deseados (Tabla 2). Por ejemplo, la hipótesis del deterioro genético plantea que la mejor estrategia a seguir es una combinación de raleo del stock actual y sucesivas siembras basadas en un nuevo stock genético. Por otra parte, bajo la hipótesis de una sobreexplotación de la base alimentaria, el raleo aparece como una posible solución, pero las siembras contribuirían a incrementar aún más el tamaño poblacional. De hecho, todas y cada una de las tres acciones de manejo posibles son beneficiosas dadas algunas de las hipótesis y contraproducentes para otras.

La conclusión fundamental de este análisis es que no existe una opción de manejo que sea netamente beneficiosa bajo todas las causas posibles para el deterioro de la calidad de pesca. Un plan de manejo para revertir la situación

de este ambiente requiere plantear un programa de actividades que, con el tiempo, permita identificar las causas de la baja en la calidad de pesca.

PROPUESTA

La información existente indica claramente que ha habido una reducción significativa en la calidad de la pesca en el Lago Cardiel a lo largo de la historia de la pesquería. En la actualidad, la condición de los peces del Cardiel, lejos de destacarse como en tiempos pasados, es la más baja registrada entre todas las poblaciones de trucha arco iris de Santa Cruz para las cuales poseemos datos. Proponemos que si se pretende revertir esta situación será necesario desarrollar un plan de acciones concretas, considerando en forma explícita las distintas hipótesis planteadas para explicar la baja en la calidad de pesca.

En esta sección, primero analizamos algunas actividades de investigación que creemos son de fundamental importancia para contribuir al manejo de este ambiente. Finalmente, proponemos una serie de acciones asociadas al manejo del recurso *per se*.

Investigación

Uno de los problemas fundamentales que encontramos en nuestro análisis para evaluar las posibles causas de la declinación en la calidad de pesca en el Cardiel es la falta de información sistemáticamente recolectada a través del tiempo. Por ejemplo, la falta de estadísticas pesqueras (captura, esfuerzo pesquero, tallas y pesos capturados) impide intentar una reconstrucción de la historia de la pesquería. Los cambios en los artes de pesca utilizados por distintos investigadores a través del tiempo dificultan enormemente la reconstrucción histórica del estado poblacional. La falta de datos históricos de la dieta de las truchas y la abundancia de alimento en el ambiente impiden evaluar si existieron cambios en la comunidad del lago que puedan explicar la pérdida de potencial pesquero.

Las oportunidades de investigación abundan, pero para lograr producir información de utilidad hay que establecer prioridades para las futuras actividades. Por ejemplo, creemos que es poco probable que el mantenimiento del *status quo* de no explotación, realizando muestreos regulares de la

población de peces del lago, permita discriminar las causas que determinan la actual situación de este ambiente. Los análisis a implementar deben buscar situaciones contrastantes con valor experimental que permitan discernir los procesos subyacentes a la condición de este ambiente.

Una tarea de investigación concreta, la cual tendría un enorme valor informativo inicial, es el estudio de la dieta de las truchas del Lago Cardiel en la actualidad. Esta información permitiría determinar si han ocurrido cambios significativos en la estructura de la cadena trófica con respecto a los estudios desarrollados en los 1970's. Bajo la hipótesis de un cambio en la base alimentaria de las truchas, deberían registrarse cambios significativos en la dieta respecto a los estudios tempranos (Tabla 1; Figura 8).

Otra tarea de investigación concreta es evaluar la hipótesis del deterioro genético en las poblaciones mediante la cría en piscicultura de descendientes de los peces del Cardiel. La medición de crecimiento y condición en forma comparativa con los stocks de criadero proveería una comprobación directa de la existencia de una reducción crónica en la capacidad de crecimiento de los peces del Cardiel.

Más allá de los dos temas puntuales antes planteados, creemos que es importante diseñar una estrategia de investigación a más largo plazo, con el objetivo más amplio de estudiar la dinámica de la trucha arco iris en cuencas cerradas sin peces nativos del norte de Santa Cruz y de sus principales presas. Para desarrollar esta estrategia proponemos incorporar en los análisis a otros ambientes de la provincia que sean comparables al Lago Cardiel, pero que se encuentren en etapas distintas de desarrollo de poblaciones de truchas, tales como las lagunas Encadenadas del Strobel y el Lago Strobel.

La base para esta propuesta es considerar que el Cardiel representa un caso particular de un problema geográfica y conceptualmente más amplio. Tal enfoque permitiría utilizar la variación geográfica como un experimento natural para entender aspectos generales de la dinámica de la trucha arco iris y sus presas, en ambientes con distintas densidades de truchas y sus presas, y con historias disímiles de siembras. La razón práctica para proponer tal enfoque es que no sólo sería más eficaz para entender el sistema del Cardiel, sino que también brindaría conocimientos generales para intentar evitar que el proceso sufrido por este ambiente se repita en otros ambientes.

Manejo

Más allá de las investigaciones planteadas en la sección anterior, existe una necesidad muy concreta de establecer un programa de manejo para el Lago Cardiel. Para ello es necesario reconocer que este ambiente plantea un problema de manejo complejo. En pesquerías típicas es común que el deterioro de la pesca se deba a la pesca misma, situación en la cual es claro que la recuperación del stock explotado requiere del establecimiento de medidas restrictivas de la cosecha. En el caso del Cardiel, la información disponible no permite corroborar que la veda vigente constituya una medida de manejo acertada. Por ejemplo, si efectivamente existe una depresión de la base alimentaria en este ambiente, la ausencia de explotación podría agravar la situación en vez de contribuir a mejorarla. Planteamos que para intentar revertir la situación de este ambiente se requiere un plan de manejo experimental. A continuación planteamos algunos lineamientos para el mismo.

La primera cuestión a tener en cuenta es la gran incertidumbre acerca de las causas que subyacen al deterioro de la pesca en el Cardiel. Dada la situación actual, es poco probable que la acumulación de investigación en sí misma permita establecer medidas de manejo concretas. Las investigaciones propuestas en la sección anterior seguramente contribuirán a discriminar entre distintas hipótesis, pero restará aun evaluar las acciones específicas a implementar. Por ejemplo, supongamos que la información recopilada indica claramente que hay un deterioro de la base alimentaria y que es conveniente establecer un plan de raleo de la población de truchas. En este caso aun quedaría establecer qué tallas ralear, cuántos peces remover, cuánto tiempo se espera que insuma la recuperación de la base alimentaria, etc. Estas cuestiones concretas sólo se conocerán a partir de la implementación del mismo raleo.

Esta circularidad es típica de los problemas de manejo de recursos naturales y demuestra que las actividades de manejo y las tareas experimentales para evaluar el funcionamiento del sistema son en realidad partes inseparables del mismo proceso. El desafío entonces es plantear acciones de manejo que permitan “aprender” a medida que procede la explotación, de forma tal que se pueda optimizar la utilización futura del recurso. Esta estrategia es llamada manejo adaptativo (Walters, 1986; Holling, 1978; Lee, 1993; Parma et al., 1998)

y ha sido aplicada con éxito a algunos problemas de manejo complejos (Hilborn, 1992; Lee, 1993).

Un esquema adaptativo para el Cardiel podría incorporar las siguientes acciones:

1. Establecer los objetivos de manejo. Por ejemplo, recuperar las tallas y condiciones de los peces a niveles históricos de modo tal que se recupere el valor de la pesquería comercial y deportiva.
2. Establecer modelos conceptuales y cuantitativos del funcionamiento del lago en concordancia con las cuatro hipótesis planteadas.
3. Establecer cuáles son las acciones de manejo disponibles. Por ejemplo, establecer una trampa para la captura de reproductores en el río Cardiel y remover peces de la población para reducir la carga de peces en el ambiente.
4. Establecer qué respuestas se esperarían del sistema al aplicar acciones de manejo determinadas para los distintos modelos en 2. Por ejemplo, al aplicar el raleo se esperaría una mejora en la condición de los peces bajo la hipótesis de depresión de la base alimentaria, no se esperarían cambios si el deterioro es genético o ambiental, podría esperarse un deterioro si la población está sobreexplotada.
5. Evaluar y seleccionar acciones de manejo de acuerdo a sus aptitudes relativas para mejorar el estado del Lago
6. Ejecutar las acciones de manejo
7. Monitorear las respuestas del sistema, evaluar los resultados de las acciones implementadas y volver a 5 para establecer nuevas medidas.

Como puede apreciarse, las componentes básicas de este enfoque son que toma en cuenta explícitamente las incertidumbres existentes, propone utilizar intencionalmente al manejo como herramienta experimental, plantea que el manejo es una actividad continua, y su implementación depende en forma absoluta del establecimiento de un sistema de monitoreo de las respuestas del sistema a las acciones efectuadas.

La implementación de un plan de esta complejidad requiere de la colaboración entre distintos sectores: las autoridades provinciales de aplicación, las comunidades de las localidades vecinas y sus autoridades, quienes son los beneficiarios directos del plan, las empresas pesqueras y las asociaciones de pescadores, y los interesados en la utilización comercial y recreativa de la pesca deportiva. Es entonces muy importante que se consideren las complejidades institucionales y los potenciales conflictos entre intereses contrapuestos como parte integral del plan de manejo. Un plan perfecto en el papel está destinado al fracaso si no existe un consenso en los objetivos y en las acciones a implementar.

Creemos que es necesario crear un Consejo Asesor del Lago Cardiel que trabaje junto a las autoridades de aplicación para establecer los objetivos de manejo, para definir las características del plan experimental y para supervisar su implementación. Creemos también que es necesario generar un Grupo Técnico, conformado por profesionales de la universidad, provincia y centros de investigación, para evaluar aspectos técnicos del proyecto, tales como los planes de colección de la información de base, definir las actividades de raleo, etc.

Una propuesta específica

Los datos analizados en este informe sugieren que es poco probable que el deterioro de la pesca se deba exclusivamente a un problema de sobreexplotación del recurso. Las hipótesis que aparecen como más probables son un deterioro genético o un deterioro de la base alimentaria de los peces. Ambos escenarios sugieren que habría que aplicar un plan de raleo de la población. En base a esto sugerimos las siguientes acciones:

1. Realizar un estudio preliminar del crecimiento de los peces, de la condición, de la alimentación y de la disponibilidad de alimento en el lago (por ejemplo, anfípodos). Complementar esta información con muestreos en el Lago Strobel y en las lagunas Encadenadas.
2. Evaluar la factibilidad técnica de establecer una trampa en el río Cardiel para remover reproductores de la población.

3. Evaluar si los peces a capturar en dicha trampa tendrían valor comercial, buscando la forma de autofinanciar la operación de raleo y el plan de monitoreo.
4. Utilizar la mejor información técnica disponible para decidir los niveles de raleo a implementar y las tallas a remover.
5. Implementar el raleo.
6. Desarrollar un programa de monitoreo para evaluar las respuestas de la población y el ambiente al raleo.

En caso de no detectarse una respuesta y si se demostrara por medios experimentales que existe un deterioro genético, habría que introducir las políticas de siembra como acción de manejo adicional a considerar en el punto 4.

REFERENCIAS

- Carlander, K.D. 1969. Handbook of Freshwater Fishery Biology. Volumen 1. Life History Data on Freshwater Fishes of the United States and Canada, Exclusive of the Perciformes. The Iowa State University Press, Iowa, EEUU.
- Guijo, A. y C. Herrera. 1980. Estudio sobre la biología de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) en una pesquería comercial. Dirección General de Recursos Renovables Acuáticos, Ministerio de Economía, Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz.
- Hilborn, R. 1992. Institutional learning and spawning channels for sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **49**:1126-1136.
- Holling, C.S. 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley & Sons, New York, EEUU.
- INALI. 1973^a. Evaluación de los recursos ictícolas de aguas interiores de la provincia de Santa Cruz. Primer Informe Parcial. Instituto Nacional de Limnología (INALI) y Fundación Bariloche. Febrero de 1973.
- INALI. 1973^b. Evaluación de los recursos ictícolas de aguas interiores de la provincia de Santa Cruz. Segundo Informe Parcial. Instituto Nacional de Limnología (INALI) y Fundación Bariloche. Septiembre de 1973.
- Lee, K. 1993. Compass and Gyroscope: Integrating Science and Politics for the Environment. Island Press, Washington D.C., EEUU.
- Loguercho, M. Guijo, A. y J. Rebagliati. 1980. Estudio preliminar de la estructura y dinámica de trucha arco iris del lago Cardiel, Provincia de Santa Cruz. Dirección General de Recursos Renovables Acuáticos, Ministerio de Economía, Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz.
- Quirós, R., Delfino, R., Cuch, S & Merello, R. 1983. Diccionario Geográfico de Ambientes Acuáticos Continentales de la República Argentina. Parte I:

Ambientes Lénticos. Departamento de Aguas Continentales. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 475 pp.

Quirós, R., Baigún, C. R. M. , Cuch, S., Delfino, R., DeNichilo. A., Guerrero, C., Marinone, M.C., Menu Marque, S. & Scapini, M.C. 1988. Evaluación del Rendimiento Pesquero Potencial de la república Argentina: I. Datos 1. Informe Técnico N° 7 del departamento de Aguas Continentales. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 55pp.

Parma, A.M., P. Amarasekare, M. Mangel, J. Moore, W.W. Murdoch, E. Noonburg, M.A. Pascual, H.P. Possingham, K. Shea, C.Wilcox y D.Yu. 1998. What can adaptive management do for our fish, forests, food and biodiversity? *Integrative Biology* **1**:16-26.

Pascual, M.A., P. Bentzen, C. Riva Rossi, G. Mackey, M. Kinnison y R. Walker. 2001. First documented case of anadromy in a population of introduced rainbow trout in Patagonia, Argentina. *Transactions of the American Fisheries Society* **130**:53-67.

Pascual, M.A. y colaboradores. 2000. Evaluación y propuesta de manejo para las poblaciones de salmónidos del río Tecka. Reporte presentado a la Compañía de Tierras Tecka S.A. Enero 2000.

Walters, C. 1986. Adaptive Management of Renewable Resources. Macmillan, New York.