



Palabras clave: elevadores peces, río Paraná, represa de Yacyretá

Key words: fish elevators, Paraná River, Yacyretá Dam

EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSFERENCIA PARA PECES DE LA REPRESA DE YACYRETÁ

Norberto Oldani¹, Claudio Baigún², Ricardo Delfino³, Roberto Rodríguez³

¹ Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, INTEC, Güemes 3450, 3000 Santa Fe, R. Argentina.

e-mail: gbio@ceride.gov.ar

² Centro Nacional Patagónico, Bvd. Brown s/n, 9120 Puerto Madryn, R. Argentina.

³ Dirección de Recursos Ictícolas y Acuícolas, Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, San Martín 457, C1004 Capital Federal, R. Argentina.

RESUMEN

Entre enero de 1995 y julio de 1998, se analizaron las principales características de las transferencias de peces realizadas con los dos elevadores de la represa de Yacyretá en el km 1460 del río Paraná. *Pimelodus clarias* (amarillo), con el 68,6 y 83,2 % de todos los peces transferidos por los elevadores de margen izquierda y derecha, respectivamente y *Pterodoras granulosus* (armado), con el 4,7 y 7,3 %, fueron las especies numéricamente más importantes. Les siguieron *Rhinodoras d'orbigny* (armado), *Rhaphiodon vulpinus* (machete) y *Pimelodus labrosus*, (bagre) consideradas como especies secundarias. *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Leporinus obtusidens* (boga), *Sorubim lima* (cucharón), *Salminus maxillosus* (dorado), *Pseudoplatystoma coruscans* (surubi pintado), *Piaractus mesopotamicus* (pacú) y *Brycon orbignyanus* (pira pita), consideradas especies objetivo por su comportamiento migratorio, relevancia ecológica y valor económico, exhibieron muy baja frecuencia (10%). Se advirtió que la diversidad y riqueza específica fue mayor en el período primavera-verano y menor en invierno, probablemente como producto de desplazamientos migratorios. Se estimó que se transfirieron de 1,21 a 3,61 millones de peces por año (de 631 a 1989 tons) con promedios de 208 a 332 peces por transferencia. El estudio concluye que los elevadores actúan selectivamente y limitan el pasaje masivo de especies objetivo.

ABSTRACT

Evaluation of fish facilities at Yacyretá Dam

Between January 1995 and July 1998, the main characteristics of fish transfers of fish carried out by the two elevators at Yacyretá Dam in the km 1460 of the Paraná River were analyzed. *Pimelodus clarias* (amarillo), with the 68.8 and 83.2% of all the transferred fish by the elevators of the left and right margins respectively and, *Pterodoras granulosus* (armado), with the 4.7 and 7.3%, were numerically, the more important species. *Rhinodoras d'orbigny* (armado), *Rhaphiodon vulpinus* (machete) and *Pimelodus labrosus*, (bagre) may be considered as secondary species. *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Leporinus obtusidens* (boga), *Sorubim lima* (cucharón), *Salminus maxillosus* (dorado), *Pseudoplatystoma coruscans* (surubi pintado), *Piaractus mesopotamicus* (pacú) and *Brycon orbignyanus* (pira pita), considered target species for its migratory behavior, ecological relevance and economic value, exhibited very low frequency (10%). It was noticed that the specific diversity and richness were higher in the spring-summer period and lower in winter, probably as a consequence of the migratory displacements. It was estimated that there were from 1.21 to 3.61 million fish per year (631 to 1989 tons) with averages of 208 to 332 fish in each transfer. The study concludes that the elevators act selectively and they limit the massive passage of objective species.



INTRODUCCION

Las comunidades de peces de los grandes ríos sudamericanos se caracterizan por tener una alta riqueza de especies y un importante número de peces migradores que representan una fracción muy alta de la biomasa. Los desplazamientos que realizan están siendo afectados por la construcción de represas que transforman a los ríos en cadenas de embalses (Oldani, et al., 1998).

En la alta cuenca del Paraná, en Brasil, las poblaciones de peces han sido severamente impactadas, habiéndose documentado la declinación de los stocks en varios ríos (Machado, 1976; Milward de Andrade, 1976). Los pocos sistemas de transferencia para peces construidos son del tipo escalón-pileta con ranuras (Pereira de Godoy, 1985) y la eficiencia nunca ha sido evaluada (Agostinho & Gomes, 1997). Estos sistemas facilitan el pasaje de algunas especies de los géneros *Prochilodus* y en menor medida *Leporinus* y *Salminus* (Pereira de Godoy, 1975).

En la porción inferior de la cuenca del Paraná, en la Argentina, existen importantes poblaciones de *Prochilodus lineatus*, *Salminus maxillosus*, *Leporinus obtusidens*, *Luciopimelodus pati*, *Paulicea lütkeni*, *Pseudoplatystoma coruscans* y *Pseudoplatystoma fasciatum*, que a lo largo del ciclo de vida necesitan realizar repetidas y extensas migraciones, principalmente, para mantener la posición geográfica de los reproductores (Bayley, 1973; Bonetto, 1963; Bonetto & Pignalberi, 1964; Bonetto et al., 1971; Bonetto et al., 1981; Tablado & Oldani, 1984; Oldani, 1990; Delfino & Baigún, 1985; Espinach Ros et al., 1998).

La única represa construida en el tramo argentino del río Paraná es Yacyretá en el km 1460, pero existen otros proyectos hidroeléctricos (OEA 1985), que de realizarse podrían convertir al río en una cadena de embalses y afectar a todas las poblaciones de peces.

El objetivo del trabajo fue evaluar el funcionamiento de los elevadores para peces de la represa Yacyretá, determinar las variaciones temporales y la estructura de tallas de las principales especies que los utilizan.

Descripción de los sistemas de transferencia de peces

Son elevadores mecánicos que están ubicados en los extremos de la central, operan acoplados a un canal de atracción y de concentración de peces (Fig.

1). Actualmente funcionan dos elevadores, el de la margen izquierda comenzó a operar en setiembre de 1992 y el de la derecha en julio de 1995.

Además, están previstos otros dos elevadores junto a los existentes, conectados a un canal que recorre la obra transversalmente, con el piso en cota 57 m y las aberturas para la entrada de los peces ubicadas a la altura de las turbinas 7 y 14.

El agua para la llamada de los peces se toma del embalse con una tubería de 2,50 m de diámetro y por gravedad se distribuye por conductos a distintos lugares del canal de atracción. Cada salida (numeradas del 1 al 5) tiene una válvula mariposa para regular el caudal (6 m³/s) y una rejilla difusora para distribuir los flujos, que junto con la apertura de la compuerta de ala, regulan la velocidad de la llamada. Durante el período de estudio funcionaron solamente las válvulas 2, 4 y 5.

Los peces que se desplazan por el río aguas arriba, son atraídos y guiados por una llamada continua hacia el sistema de transferencia, en un ambiente de hasta 18 m de profundidad (cota 42 m). Atraviesan la compuerta de ala (11,20 m de abertura), recorren el canal de atracción (con el piso en la cota 57 m, de unos 70 m de longitud en la margen izquierda y 109 m en la derecha, por unos 4 m de ancho) y son inducidos a ingresar a un tanque elevador de 15 m³, por una reja concentradora montada sobre un carro. Este último, se desplaza por encima del canal de atracción y tiene un recorrido máximo de 15 m, lo que representa un volumen de 180 m³. El tanque corre sobre unos rieles guías dentro de un prisma de transferencia de 3,60 m de lado que tiene el piso en la cota 53,92 m y transporta los peces hasta la cota de 86 m. El ascenso del elevador dura unos 7 minutos y el agua del tanque no se renueva. Cuando llega arriba, se levanta una compuerta y los peces son transferidos a una báscula, y por otra compuerta, a un canalón de descarga que los conduce al embalse a la altura de la cota de 84 m, utilizando el agua del tanque del elevador y el de una bomba. Hasta que se alcance la cota definitiva del embalse (de 82,90 m) los peces son "bajados" hasta la cota de 76 m con un tanque que opera con una compuerta inferior.

Cada sistema de transferencia tiene instalada una ecosonda para contabilizar los peces que van a ser transferidos. Los transductores están ubicados perpendiculares al eje longitudinal del canal de atracción al inicio de la carrera del carro concentrador. La operación de los sistemas es

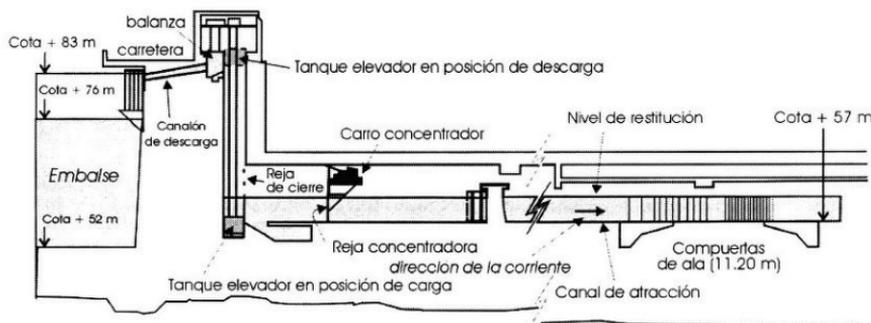


Figura 1

Vista en corte y detalles de la estructura de uno de los elevadores de peces de Yacyretá.

automática o manual y las transferencias se realizan generalmente con una frecuencia de 1 hora en primavera - verano y 2 horas cuando la cantidad de peces disminuye en otoño - invierno. Hasta el momento los elevadores han sido operados manualmente, lo que permite a los operadores identificar las principales especies y estimar la numerosidad.

MATERIAL Y METODOS

Las campañas se realizaron desde enero de 1995 hasta junio de 1998 (42 meses), correspondiendo 14 en el elevador de la margen derecha y 19 en el de la izquierda. Únicamente en tres oportunidades (enero, febrero y marzo de 1997) fue posible practicar muestreos simultáneos. Los trabajos se realizaron en la báscula, disminuyendo parcialmente el volumen de agua y tuvieron una duración de 24 hs, realizándose cada una o dos horas según el régimen de funcionamiento de los sistemas. Los peces fueron identificados siguiendo a Ringuelet *et al.*, (1967); para la actualización se adoptaron los criterios de Géry *et al.*, (1987) y López *et al.*, (1987). Se registró longitud total (en

cm) y peso (en g) y posteriormente fueron devueltos a los sistemas.

Además, de acuerdo a los hábitos migratorios, a los valores ecológico, deportivo y comercial, para el análisis de los datos se establecieron los siguientes grupos de especies:

Especies objetivo se consideran a: *Ageniosus brevifilis*, *Brycon orbignyanus*, *Hemisorubim platyrhynchus*, *Leporinus obtusidens*, *Paulicea lutkeni*, *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus*, *Pseudoplatystoma coruscans*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Salminus maxillosus* y *Sorubim lima*, debido a que se caracterizan por realizar grandes desplazamientos migratorios y a que poseen un gran valor económico-deportivo (Vidal 1967; Canón Verón 1992 a, b) y *Prochilodus lineatus* porque se considera como una de las especies clave del sistema del río Paraná (Oldani, 1990).

Especies de importancia económica se consideran a: *Oxydoras kneri*, *Pimelodus albicans*, *Pimelodus clarias*, *Pimelodus ornatus*, *Pterodoras granulosus*, *Pseudopimelodus zungaro*, porque son de hábitos migratorios reducidos y de valor comercial.

Especies secundarias se consideran a: *Auchenipterus nuchalis*, *Leporinus acutidens*, *Pimelodus labrosus*, *Rhaphiodon vulpinus*,



Rhinodoras dorbignyi debido a que fueron numéricamente importantes en las transferencias.

El resto de las especies, son de pequeño porte, carecen de valor deportivo-comercial o constituyen el grupo de las viejas del agua y no se reconocen como migradoras.

Determinación del número de peces transferidos y estructura de tallas.

Para este fin se deben considerar distintas alternativas según se trate de una transferencia o estimar el número de peces de un mes.

1) En una transferencia.

a) Cuando el volumen de peces en el elevador fue $<0,5 \text{ m}^3$. Todos los ejemplares fueron contabilizados, medidos y pesados.

b) Cuando el volumen de peces en el elevador fue $>0,5 \text{ m}^3$ y $<2 \text{ m}^3$. Todos los ejemplares de gran porte ($>0,6 \text{ m}$) y los de una submuestra aleatoria de por lo menos $0,125 \text{ m}^3$ fueron contabilizados, medidos y pesados. El resto se estimó en base a un método volumétrico. La estructura de tallas se determinó por expansión de la submuestra.

c) Cuando el volumen de peces del elevador fue $>2 \text{ m}^3$ se aplicó el método volumétrico con submuestras aleatoria de por lo menos $0,5 \text{ m}^3$. La estructura de tallas se determinó por expansión de la submuestra.

2) Para estimar el número de peces transferidos por mes.

Se multiplicó el Número de peces Transferidos por Unidad de Esfuerzo (NTUE), que corresponde al promedio de peces por transferencia, por el número de transferencias realizadas en un mes. Debido a las fallas mecánicas y a la salida de servicio de los elevadores se presentaron algunos casos particulares para estimar los valores de NTUE.

a) Cuando solamente se dispusieron datos del elevador de la margen opuesta a la que se pretende estimar (NTUE_o). Se multiplicó el valor de NTUE de una margen por un factor de corrección k para compensar las diferentes capacidades de transferencia observada entre los elevadores. Se consideró un valor $k=3$ para estimar el número de peces de la margen derecha, a partir del número de peces observados en el elevador de la margen izquierda y de 0,30 para el caso contrario. La constante k surge de comparar muestreos simultáneos en ambos elevadores realizados en enero, febrero y marzo de 1997.

b) Cuando no se dispusieron datos del elevador de la margen opuesta (NTUE_o). Se promediaron valores de NTUE de meses similares aplicando el factor de corrección k que corresponda como se

describió anteriormente.

RESULTADOS

Los principales estadísticos del funcionamiento se resumen en el Cuadro 1. Las transferencias medias diarias realizadas por los dos sistemas, resultaron similares con valores de 11,48 y 10,39 para la margen izquierda y derecha, respectivamente. Las mayores diferencias se advierten en los períodos de funcionamiento y detenciones. Desde octubre a diciembre, coincidente con el período de máxima actividad migratoria de los peces (Oldani, 1990 y Oldani et al., 1992), el porcentaje de funcionamiento (en días) alcanzó hasta el 70 % y el porcentaje de transferencias diarias hasta el 68 %, considerando un máximo de 20 transferencias por día.

En total se identificaron 49 especies que utilizan los elevadores (Cuadro 2). *Pimelodus clarias* con el 68,8 y 83,2 %, *Pterodoras granulosus* con el 4,7 y 7,3 % y *Sorubim lima* con el 3,5 y 0,9 %, del total de peces transferidos por los elevadores de margen izquierda y derecha, respectivamente fueron las especies más importantes. Les siguen *Rhinodoras dorbignyi*, *Rhaphiodon vulpinus* y *Pimelodus labrosus*, del grupo de las especies secundarias y *Prochilodus lineatus* y *Leporinus obtusidens*, de las especies objetivos. En conjunto, todas estas especies representan el 90,32 y 95,74 % de los peces transferidos por los elevadores de margen izquierda y derecha, respectivamente.

Las especies de importancia económica y objetivo (Fig. 2) estuvieron presentes todo el período de muestreo; las primeras con picos de numerosidad en invierno y verano, mientras que las segundas de octubre a marzo (primavera-verano) coincidente con el período de los desplazamientos migratorios ascendentes. El elevador de margen izquierda transfirió mayormente a *Sorubim lima*, *Rhinodoras dorbignyi* y *Prochilodus lineatus*, mientras que el de margen derecha a *Pimelodus clarias*, *Pimelodus labrosus*, *Schizodon borellii* y *Salminus maxillosus*. Desde julio de 1995 a octubre de 1997, el elevador de la margen izquierda transportó una media de 90 peces por transferencia y el de la derecha 476, lo que representa el 15,9 y el 84,1% del total de peces transportados, respectivamente. En enero, febrero y marzo de 1997 se pudieron realizar muestreos simultáneos y se observó que el elevador de margen izquierda transportó una media de 254 peces por



transferencia y el de la derecha 633, lo que representa el 28,6 y el 71,4 % del total de peces transportados, respectivamente. Promediando las dos observaciones, el elevador de margen izquierda transportó el 22,3 % y el de la derecha 77,7 %. El número total de peces transferidos por año varió de 1,21 (en 1995) a 3,61 millones (en 1997) con una biomasa de 629 y 1989 toneladas y 208 y 332 peces por transferencia, respectivamente (Cuadro 3). Teniendo en cuenta los horarios en que predominaron los picos de numerosidad *Prochilodus lineatus*, se considera una especie diurna. *Pterodoras granulosus*, *Oxydoras kneri* y *Pimelodus clarias*, especies nocturnas. *Pimelodus labrosus*, *Sorubim lima* y *Rhinodoras d'orbigny*, especies crepusculares. *Leporinus obtusidens* y *Salminus maxillosus* son especies sin preferencias, porque se las encuentran tanto de día como de noche (Cuadro 4).

La diversidad específica calculada con el índice de Simpson y la riqueza específica (Fig. 2) en los elevadores fue máxima en los meses de verano. Esto se interpreta como una gran abundancia de

especies con elevada equitatividad. En invierno, debido a las migraciones descendentes, muchas especies no se encuentran aguas abajo de la obra y la diversidad y riqueza de especies, alcanzan valores mínimos.

Estructura de tallas: La distribución de tallas para las especies numéricamente más importantes alcanzó hasta los 84 cm, aunque se observaron ejemplares de 122 cm (Fig. 3). Las tallas de *Pimelodus clarias*, variaron de 14 a 46 cm y resultaron aproximadamente similares en ambos elevadores. *Sorubim lima*, *Rhaphiodon vulpinus* y *Pterodoras granulosus* presentaron mayor distribución de tallas en el elevador de margen izquierda, mientras que *Prochilodus lineatus* y *Rhinodoras d'orbigny* en el de la derecha. Los especímenes de mayor talla de *Pimelodus labrosus* y *Oxydoras kneri*, se presentaron en el elevador de la izquierda y *Leporinus obtusidens* en el de la derecha. *Sorubim lima*, *Pterodoras granulosus*, *Prochilodus lineatus*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Oxydoras kneri* y *Leporinus obtusidens* exhibieron distribuciones de tallas multimodales.

Cuadro 1

Principales estadísticos del funcionamiento de los elevadores para peces de Yacyretá, desde enero de 1995 hasta junio de 1998. En el período octubre-diciembre se considera óptimo realizar 20 transferencias diarias. M. Izq.: margen izquierda, M. Der: margen derecha.

Características de funcionamiento de los elevadores	M. Izq.	M. Der.
Porcentaje de días de funcionamiento.	72	60
Período máximo de detenciones (en días).	85	260
Período máximo de funcionamiento ininterrumpidos (en días).	271	106
Detenciones medias (en días).	9,8	21,0
Media de funcionamiento sin interrupciones (en días).	24,6	31,0
Media de las transferencias diarias, en los períodos de funcionamiento	17,7	17,3
Transferencias medias diarias.	11,5	10,4
Porcentaje de funcionamiento en el período octubre-diciembre (en días).	70	62
Porcentaje de transferencias diarias en el período octubre-diciembre.	68	60



Cuadro 2

Especies registradas y porcentaje de numerosidad en los elevadores en los elevadores para peces de Yacyretá. M.IZQ: Margen Izquierda y M.DER: Margen Derecha.

	Grupo	M. izq.	M. der.
MYLIOBATIFORMES			
Potamotrygonidae			
		0,03	
		0,10	
CLUPEIFORMES			
Engraulidae			
		0,45	
CYPRINIFORMES			
Characidae			
Raphiodontinae			
	ES	3,36	0,80
Characinae			
		0,10	
Cynopotaminae			
		0,13	0,38
Bryconinae			
	EO		0,01
	EO	0,31	0,89
Tetragonopterinae			
		1,68	
		0,32	
		0,29	0,02
Serrasalminae			
			0,06
			0,01
			0,07
Myleinae			
		0,03	
	EO	0,32	0,15
Anostomidae			
Anostominae			
	ES	0,50	0,13
	EO	0,54	0,30
			0,13
		0,53	0,84
		0,16	
Hemiodidae			
Parodontinae			
		0,04	0,06
Curimatidae			
Prochilodinae			
	EO	4,67	0,33
Rhamphichthyidae			
			0,17



Cuadro 2 (continuación)

Especies registradas y porcentaje de numerosidad en los elevadores en los elevadores para peces de Yacyretá. M.IZQ: Margen Izquierda y M.DER: Margen Derecha.

	Grupo	M. izq.	M. der.
SILURIFORMES			
Doradidae			
<i>Oxydoras kneri</i> Bleeker, 1862	IE	2,10	0,82
<i>Pterodoras granulatus</i> (Valenciennes, 1833)	IE	4,73	7,33
<i>Rhinodoras dorbygni</i> (Kroyer, 1855)	ES	2,00	0,69
Auchenipteridae			
<i>Auchenipterus nuchalis</i> (Spix, 1829)	ES		0,30
Pimelodidae			
Pimelodinae			
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1840)		0,01	0,17
<i>Pimelodus albicans</i> (Valenciennes, 1840)	IE	0,42	
<i>P. clarias</i> (Lacepede, 1803)	IE	68,82	83,22
<i>P. labrosus</i> Kroyer, 1874	ES	0,63	1,37
<i>P. ornatus</i> Kner, 1857	IE	1,02	0,10
<i>Pimelodus</i> sp.		0,43	
Luciopimelodinae			
<i>Megalonema platanum</i> Gunther, 1880		0,18	
Sorubiminae			
<i>Hemisorubim platyrhinchus</i> (Valenciennes, 1840)	EO	0,21	0,10
<i>Paulicea luetkeni</i> Steindachner, 1876	EO	0,07	
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i> (Agassiz, 1829)	EO	0,03	
<i>Sorubim lima</i> (Schneider, 1801)	EO	3,46	0,86
Ageneiosidae			
<i>Ageneiosus brevifilis</i> Valenciennes, 1840	EO	0,96	
Loricariidae			
Neoplecostomatinae			
<i>Rhinelepis aspera</i> Spix, 1829		0,01	0,26
Plecotomotinae			
<i>Hypostomus alatus</i> Castelnau, 1855		0,22	0,05
<i>H. commersoni</i> Valenciennes, 1840		0,04	
<i>H. francisci</i>			0,04
<i>H. luteomaculatus</i> (Devincenzi Itague, 1942)		0,25	0,15
<i>Hypostomus</i> sp.		0,06	0,02
<i>Pterygoplichthys anisitsi</i> Eigenmann y Kennedy, 1903		0,14	0,01
Ancistrinae			
<i>Megalancistrus aculeatus</i> (Perugia, 1891)		0,35	0,05
PERCIFORMES			
Sciaenidae			
<i>Plagioscion ternetzi</i> Boulenger, 1895		0,27	0,05



Cuadro 3

Estimaciones de los peces transferidos mensualmente desde enero de 1995 a junio de 1998. NTUE: Número de peces censados NTUE(c): Número de peces estimados. NTUE_(a): Número de peces estimados cuando no se dispuso de muestros correspondientes al elevador de la margen opuesta. Discriminadas en: especies objetivo, secundarias y resto de las especies. transf: Número de transferencias realizadas mensualmente y nro.peces: Número de peces transferidos por cada elevador. biom(t): Biomasa en toneladas

	ELEVADOR DE MARGEN DERECHA				ELEVADOR DE MARGEN IZQUIERDA				peces totales biom(t)											
	NTUE	NTUE _e	objetivo	secund rest	transf	nro.peces	NTUE	NTUE _e		objetivo	secund rest	transf	nro.peces							
ene-95					No Opero															
feb-95					No Opero															
mar-95					No Opero															
abr-95					No Opero															
may-95					No Opero															
jun-95					No Opero															
jul-95		458	0,14	10,58	0	270	123660	31,33	0	0	8,67	218	8720	3	177047	71	177047	3	19920	14
ago-95	11				326	3586						271	53387	3	8720	3	8720	3	86355	34
sep-95	1588		20,91	1505,9	9,72	32,48	368	57392				93	256	3842	1	3842	1	86355	34	
oct-95		231			151	34881			89			110	43148	870540	217	870540	217	101760	46	
nov-95			0	76,35	34,25	0,4	539	59829				330	32670	67651	124	67651	124	101760	46	
dic-95	61		0	41,14	19,26	0,6	529	32269	15			516	7869	74537	82	74537	82	5412	3	
TOTALES					2183							3839								
PECES/Transferencia																				
ene-96	132				568	74976			33	0,75	30,25	0	2	596	18668	208	18668	208	94644	67
feb-96	1288		4,62	1254,73	23,89	5,75	615	792735	322			504	162414	955149	372	955149	372	94644	67	
mar-96	120				437	52440			30	2,22	23,95	0,74	3,09	634	19020	11460	19020	11460	32	
abr-96	76		0,18	125,81	0,73	1,28	296	22488	19	0,42	17,73	0,56	0,28	315	5985	28481	5985	28481	14	
may-96	128		0,16	11,51	0	0,32	347	4164	32			0	0	289	9248	55968	222	55968	22	
jun-96	12		0,83	693,49	0	6,67	193	115993				0	0	0	4164	2	4164	2	115993	46
jul-96	601				633	250035			170			196	33320	283355	70	283355	70	283355	70	
agos-96		395																		



Cuadro 3. (continuación)

Estimaciones de los peces transferidos mensualmente desde enero de 1995 a junio de 1998. NTUE: Número de peces censados NTUE_(c): Número de peces estimados. NTUE_(p): Número de peces estimados cuando no se dispuso de muestreos correspondientes al elevador de la margen opuesta. Discriminadas en: especies objetivo, de valor económico, secundarias y resto de las especies. transf: Número de transferencias realizadas mensualmente y nro.peces: Número de peces transferidos por cada elevador. biom(0): Biomasa en toneladas

	ELEVADOR DE MARGEN DERECHA				ELEVADOR DE MARGEN IZQUIERDA				peces totales	biom(0)
	NTUE	NTUE _e	NTUE _d	NTUE _r	NTUE	NTUE _e	NTUE _d	NTUE _r		
sep-96	1568	432	677808	663	673	4461199	383	1124007	383	
oct-96	231	870	154770	88	88	666	66231	221001	404	
nov-96	111	881	75581	48	48	610	29280	104871	115	
dic-96	741	0	882,61	10,9	46,5	806	449046	554639	449	
TOTALES		5843		185		5046		3613732	1988	
PECES/Transferencia										
ene-97	62	1,08	53,73	0,55	6,64	511	31682	27	2,3	582
feb-97	1375	113,82	1136,8	1	123	563	774125	100	5,52	452
mar-97	346	63,69	233,2	8,18	40,9	440	152240	583	13,5	613
abr-97		82					36704			525
may-97	31	0,47	21,44	8,08	1,01	372	11552	8	216	1674
jun-97	145					319	46255		0	46255
jul-97						73	39420		1,84	263
ago-97	540					0		135	10,8	338
sep-97		1568				83	130227	334	10,3	89319
oct-97	231	0	199,62	11,88	19,5	267	61677	58	261	15073
nov-97						0			28	1344
dic-97						0			122	20984
TOTALES		3220		172		3503			293	1973121
PECES/Transferencia										
ene-98		0		104	3,84	17,2	473	48192	35	48192
feb-98		0		154	20	11,5	384	59136	23	59136
mar-98		0		101	13,92	4,9	549	55449	25	55449
abr-98		0		50	2,1	5,97	439	21950	11	21950
may-98		0		217	28,82	10,2	358	77686	31	77686
jun-98		0		142	1,63	8,08	278	39476	16	39476
TOTALES						2481			122	302889
PECES/Transferencia										140



Cuadro 4
Distribución horaria de los picos de máxima actividad de las principales especies transferidas.

	Horarios											
	23-01	01-03	03-05	05-07	07-09	09-11	11-13	13-15	15-17	17-19	19-21	21-23
<i>Salminus maxillosus</i>	x				x				x			
<i>Leporinus obtusidens</i>					x	x						x
<i>Prochilodus lineatus</i>						x						
<i>Oxydoras kneri</i>	x											x
<i>Pterodoras granulosus</i>											x	x
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>											x	
<i>Sorubim lima</i>											x	
<i>Pimelodus clarias</i>	x											x
<i>P. labrosus</i>											x	

DISCUSION

Los resultados obtenidos son los primeros antecedentes en Latinoamérica para este tipo de sistemas de transferencia. En el hemisferio norte solamente se reconocen dos represas con sistemas similares diseñadas para salmónidos. Según Clay (1995) estos sistemas dejaron de construirse hace más de 40 años. En la represa de Boneville (río Columbia), por ejemplo, estos sistemas fueron reemplazados por escaleras.

El período de estudio coincidió con la instalación y puesta en marcha de las turbinas que juntamente con la operación del vertedero pudo afectar el patrón de distribución de las corrientes y los flujos de llamadas de los canales de atracción. Esto podría explicar las diferencias de los peces transferidos entre los elevadores. Cuando el embalse alcance la cota definitiva y el vertedero se abra ocasionalmente, probablemente condiciones ambientales varíen nuevamente.

Se observó que la diversidad de especies fue máxima en verano debido al mayor número de especies que ingresan a los sistemas y a una mayor equitatividad en la composición de las transferencias. En invierno los valores decrecen

debido a la ausencia de especies migradoras y la predominancia notable de *Pimelodus clarias*. Otro aspecto para resaltar, es la poca importancia que tiene transferir especies de escaso valor comercial y distribución ubicua, como son *Pimelodus clarias* y *Pterodoras granulosus* que representan hasta el 90% de los peces transferidos. Por el contrario, las especies objetivos alcanzan solamente al 10 % y se caracterizan por la dominancia de Characiformes y una baja presencia de grandes Siluriformes (*Pseudoplatystoma* y *Paulicea*). Esto, probablemente se debe a limitaciones estructurales de los sistemas. Por un lado, las entradas de los canales colectores están a 15 m sobre el fondo del río, lo que dificultaría el ingreso de los peces que se desplazan cercanos al fondo. A este respecto, se observó que cuando se realizan tareas de mantenimiento en las turbinas, *Paulicea lütkeni* ingresa masivamente en los tubos de aspiración (Fortuny, coms. pers. 1997), mientras que en los sistemas de transferencia están prácticamente ausente. Por el otro, el escaso número de peces de especies objetivo, podría deberse a las dimensiones reducidas de los tanques de los elevadores que representan solamente el 8,4 % del volumen recorrido por el carro concentrador en el canal de atracción. El ingreso masivo de *Pimelodus clarias* y *Pterodoras granulosus* en los

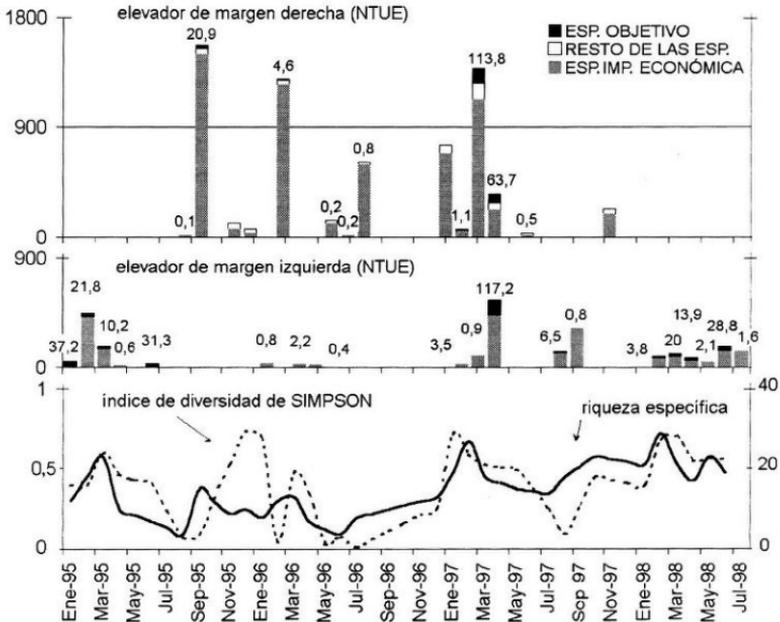


Figura 2

Variaciones temporales e importancia relativa de los peces transferidos por los elevadores de margen derecha e izquierda expresados en valores de NTUE (Cuadro 3), discriminados en: esp. objetivo: especies objetivos con los valores indicados en las columnas. esp. imp. econ: especies de importancia económica y resto de las esp.: resto de las especies. También se expresan las variaciones mensuales del índice de diversidad de Simpson (raya cortada) y de la riqueza específica (rava entera).

canales de atracción, podría establecer una competencia en espacio con las especies objetivo. Además, los elevadores pueden realizar un número limitado de ciclos diarios. Estos resultados no representan todas las condiciones de operación de Yacyretá, pero brindan pautas para analizar el funcionamiento de los

elevadores y abren el camino para establecer la eficiencia. Esto cobra particular importancia, teniendo en cuenta que se están planificado la construcción de un nuevo sistema de transferencia en el brazo Aña Cua y que otras obras, como por ejemplo Corpus, deberán construir facilidades para peces para evitar interrumpir los desplazamientos

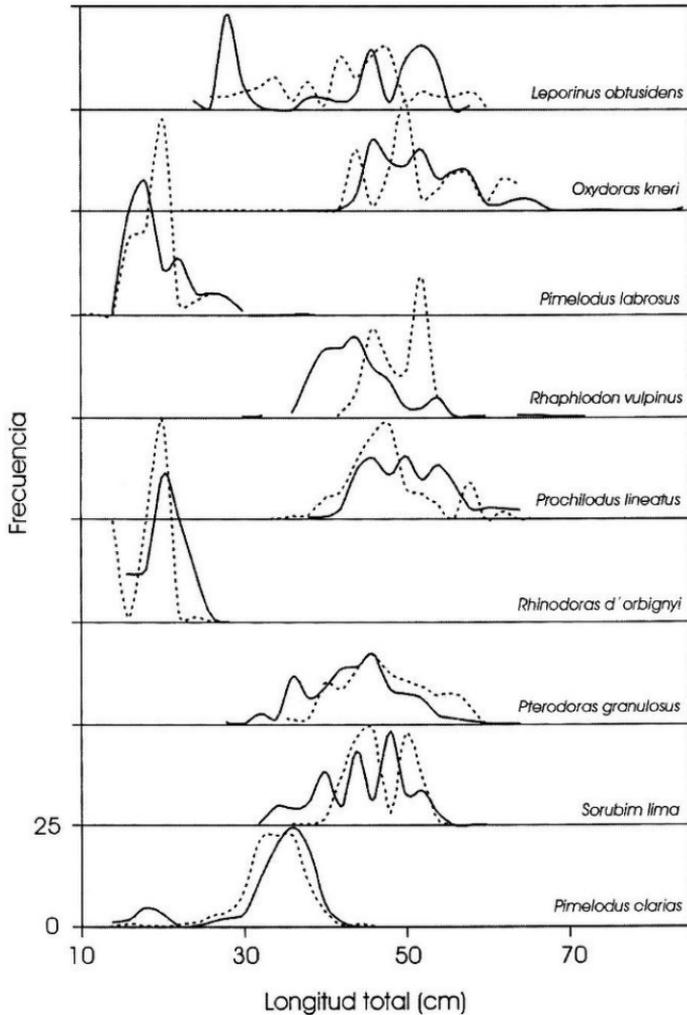


Figura 3

Distribución de frecuencias de tallas de las principales especies censadas en los elevadores de márgenes izquierda (raya entera) y de la derecha (raya cortada).



de las especies objetivo. La complejidad de los diseños y los altos costos de inversión sugieren la necesidad de optimizar los estudios de comportamiento de peces, caracterizar los hábitats y determinar las rutas de aproximación a las obras, que en última instancia, condicionan la eficiencia de los sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los fondos para este estudio fueron provistos por diversos organismos internacionales en especial, BIRF y BID a través de la Entidad Binacional Yacyretá. Al personal de CERIDE, INTEC y de la EBY y al Sr. Juan Soto por el apoyo logístico.

REFERENCIAS

- Agostinho, A.A. & L.C. Gomes. 1997. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. En: *Reservatório de Segredo. Bases ecológicas para o manejo*. Agostinho, A.A. & L.C. Gomes (Eds.), Maringá, PR, p. 319-364.
- Bayley, P. 1973. Studies on the migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg 1989 (Pisces Characidae) in the river Pilcomayo, South America. *J. Fish. Biol.* 5: 25-40.
- Bonetto, A., 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la cuenca del Plata. *Cienc. Invest. B. Aires*, 19(1-2): 12-25.
- Bonetto, A. y C. Pignalberi. 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Comunic. Inst. Nat. Limnol. No 1, Santo Tomé (Santa Fe)*: 1-14.
- Bonetto, A., C. Pignalberi, E. Cordiviola de Yuan y O. Oliveros. 1971. Información complementaria sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata, *Physis* 30: 505-520.
- Bonetto, A., M. Canón Verón y D. Roldán. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur* 16: 29-40.
- Delfino, R. y C. Baigún. 1985. Marcaciones de peces en el embalse de Salto Grande, Río Uruguay (Argentina-Uruguay). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Lit.* 16: 483-504.
- Canón Verón, M. 1992a. Pesca comercial en el río Paraná (Corrientes, Argentina) durante el período 1985-1988. *Ambiente subtropical* 2: 103-123.
- Canón Verón, M. 1992b. La pesca comercial en el río Paraná (Chaco, Argentina). *Ambiente subtropical* 2: 125-149.
- Clay, C.H. 1995. Design of fishways and other fish facilities. Boca Raton: Lewis Publisher.
- Espinach Ros, A., S. Sverlij, F. Amestoy y M. Spimetti. 1998. Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2234-2236.
- Géry, J., V. Mahnert y C. Dlouhy, 1987. Poissons Characoides non Characidae du Paraguay (Pisces, Ostariophysi). *Rev. suisse zool.*, 94(2):357-464.
- López, H.L., R.C. Menni y M.A. Miquelarena, 1987. Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. *Biol. Acuática* 12: 50.
- Machado, C.E. 1976. Grandes barragens e meio ambiente: dois aspectos importantes. En: *Anais do primeiro encontro nacional sobre limnologia, piscicultura e pesca continental. Belo Horizonte. Brazil*. Vargas, J.I., C.G. Loureto & R.M. De Andrade (Eds.), *Fundação Joao Pinherio, Secre.*: 341-360.
- Milward de Andrade, R. 1976. Situação atual de limnologia, da piscicultura e da pesca continental no Estado de Minas Gerais (1975). En: *Anais do primeiro encontro nacional sobre limnologia, piscicultura e pesca continental. Belo Horizonte. Brazil*. Vargas, J.I., C.G. Loureto & R.M. De Andrade (Eds.), *Fundação Joao Pinherio. Secre.*: 387-401.
- OEA, 1985. Infraestructura y potencial energético en la cuenca del Plata. Washington, DC. *Secretaría General de los Estados Americanos*. 170 pp.
- Oldani, N.O. 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Arg.). *Rev.Hidrobiol. trop.* 23(1): 67-76.
- Oldani, N.O., J. Iwaszkiv, O. Padín y A. Otaegui,



1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). *Actas II Seminario El río Uruguay y sus recursos* 1(1): 43-53.
- Oldani, N., C. Baigún y R. Delfino. 1998. Approaches for fish passage and their performances in regulated rivers of the La Plata River basin, South America. *Proceedings Wetlands Engineering River Restoration Conference*; Hayes, D. F.; ASCE American Society of Civil Engineers; Denver, Colorado EEUU.
- Pereira de Godoy, M.P. 1975. Peixes do Brazil suborden Characoidei - Bacia do rio Mogi-Guaçu, Piracicaba, *Franciscana*, vol. 1: 1-216; vol. 2: 217-397; vol. 3: 398-627 y vol. 4: 628-846.
- Pereira de Godoy, M.P. 1985. Aquicultura. Atividade multidisciplinar. Escadas e outras facilidades para passagens de peixes. Estações de piscicultura. *Electrosul-Electrobras*. 77 p.
- Ringuelet R. A., R. H. Arámburu y A.A. de Arámburu, 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *CIC. Prov. de Bs.As.*, 602 p.
- Tablado, A. y N. Oldani. 1984. Consideraciones generales sobre migraciones de peces en el río Paraná. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 4 (3): 31-34.
- Vidal, J.C. 1967. Peces de interés comercial del río Paraná Medio e Inferior. *Secret. Estado de Agríc. y Ganad. Dir. Gen. Pesca y Conserv. Fauna. Depto. Investig. Pesq.*, 26 p.

Recibido / Received / 10 de mayo 2000
Aceptado / Accepted / 12 febrero 2002

Sistemas de Indexación

Los siguientes servicios nacionales e internacionales de información científica están autorizados para reproducir los títulos y/o resúmenes de los artículos publicados en esta Revista: AGRIS: Sistema Internacional de Información sobre Ciencias y Tecnologías Agrícolas. FAO. Roma; ASFA: Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts. Estados Unidos; BIOSIS: Biological Abstracts Inc. Philadelphia; CAB: Commonwealth Agricultural Bureau. Inglaterra; CARIS: Sistema de Información sobre Investigaciones Agronómicas en curso. FAO, Roma; CICH: Centro de Investigación Científica y Humanística. Méjico; CIDIA: Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Costa Rica; CIFCA: Centro Internacional de Información de Ciencias Ambientales. España; CSA: Cambridge Scientific Abstracts. Estados Unidos; Geo Abstracts. Inglaterra; ISI: Institute for Scientific Information. Estados Unidos.