



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## **CONVENIO**

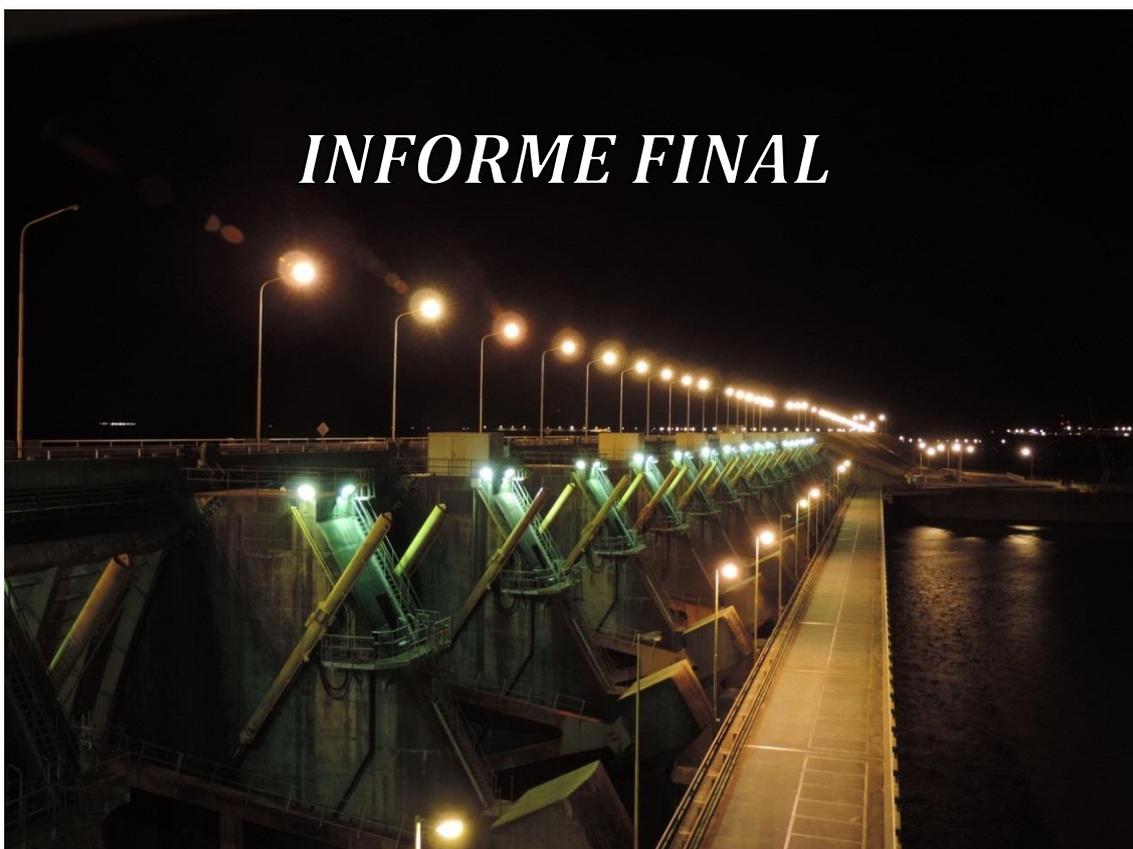
**ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS-  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES-  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES**

# **MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA FAUNA ÍCTICA TRANSFERIDA POR LAS INSTALACIONES PARA PECES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE YACYRETÁ**

## ***INFORME FINAL***



**Periodo febrero 2015 – enero de 2016**



## CONVENIO:

### ENTIDAD BINACIONAL YACYRETÁ

INSTITUTO DE ICTIOLOGÍA DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

**Director: DR. DOMITROVIC Hugo A.**

**Subdirector: MV. ROUX Juan P.**

PROYECTO BIOLOGÍA PESQUERA REGIONAL

INSTITUTO DE BIOLOGÍA SUBTROPICAL (CONICET-UNaM)

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

**Directora: Mgter. GARRIDO Gladys G.**

**Periodo: febrero 2015 - enero de 2016**

A los efectos de unificar las referencias bibliográficas del presente informe, el mismo debería citarse preferentemente de la siguiente manera:

AICHINO Danilo R; ROUX Juan P; CERUTTI Juan C; SANCHEZ Sebastián; COMOLLI Javier A; HERNANDEZ David R; ORTIZ Julio C; AGÜERO Carlos H; MASIN Andrés S; MÜLLER Sergio y AGUILERA Jonathan N. 2016. Monitoreo de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETÁ: Informe Final. Febrero 2015 - enero de 2016. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 87 pp.



### **PARTICIPANTES:**

**Méd. Vet. ROUX Juan P.:** Coordinación de tareas de campo. Elaboración de protocolos mensuales y colaboración en la elaboración de informes semestral y final.

**Lic. AICHINO Danilo R.:** Obtención de datos de campo. Procesamiento de datos, análisis y elaboración de informes semestral y final.

**Dr. CERUTTI Juan C.:** Coordinación de tareas y obtención de datos de campo. Elaboración de informes semestral y final.

**Dr. SANCHEZ Sebastián.:** análisis correlación número de peces capturados con redes y número de ejemplares transferidos en IPP.

**Méd. Vet. COMOLLI Javier A.:** Obtención de datos de campo. Procesamiento de datos de protocolos mensuales.

**Dr. HERNANDEZ David R.:** Obtención de datos de campo.

**Méd. Vet. ORTIZ Julio C.:** Obtención de datos de campo.

**Méd. Vet.:** AGÜERO Carlos H.: Obtención de datos de campo.

**Estudiante Lic. en genética: MASIN Andrés S.:** Obtención de datos de campo.

**Estudiante Lic. en genética: MÜLLER Sergio:** Obtención de datos de campo.

**Estudiante Lic. en genética: AGUILERA, Jonathan N.:** Obtención de datos de campo

**Estudiante Lic. en Sistemas Informáticos: CUBA, Cinthia A.**

### **REPRESENTANTES TÉCNICOS:**

**EBY: Lic. GARCÍA, José O. y Lic. CARDINALE Lisandro**

**UNNE: Méd. Vet. ROUX, Juan P. y MCs. GONZALEZ, Alfredo O**

**UNaM: Lic. AICHINO, Danilo R. y Mgter. GARRIDO, Gladys G.**



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## AGRADECIMIENTOS:

- A los Licenciados García, José Omar y Cardinale, Lisandro, de la EBY, por su incondicional apoyo y ayuda en las actividades de campo, además de las oportunas sugerencias proporcionadas durante el período de trabajo.

- Al personal de la Entidad Binacional Yacyretá, afectado al Área de Medio Ambiente, a los operadores del Sistema de Transferencia, y a todos los que prestaron valiosa colaboración en las actividades de campaña.

- A todos los integrantes del Proyecto de Biología Pesquera Regional (UNaM) y del Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE), por su apoyo y colaboración constante.

- Al Dr. Jorge Casciotta y a la Dra. Adriana Almirón por sus invalorable aportes a la determinación de especies problema que utilizan el sistema de transferencia.



## Índice

INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVOS .....	15
METODOLOGÍA DE MONITOREO .....	16
<b>1- Lugar de monitoreo.....</b>	<b>16</b>
<b>2- Metodología de monitoreo en las instalaciones para peces .....</b>	<b>16</b>
<b>3- Metodología de monitoreo de peces con redes en Paso Mbaracayá .....</b>	<b>18</b>
<b>4- Lugar y fechas de muestreos .....</b>	<b>18</b>
COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO, FUNCIONAMIENTO DE LAS IPP Y PARÁMETROS AMBIENTALES .....	20
<b>1- Comportamiento hidrológico del Río Paraná y caudales erogados por las distintas estructuras de pasaje de la Represa .....</b>	<b>20</b>
<b>2- Variables ambientales .....</b>	<b>22</b>
<b>3- Funcionamiento de bombas.....</b>	<b>25</b>
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD ÍCTICA .....	26
<b>1- Entidades taxonómicas transferidas .....</b>	<b>26</b>
<b>2- Frecuencia de entidades específicas.....</b>	<b>28</b>
<b>3- Especies de biomasa sobresaliente.....</b>	<b>29</b>
ESTRUCTURA DE TALLAS .....	32
<b>1- Tallas máximas, medias y mínimas. ....</b>	<b>32</b>
<b>2- Distribución por tallas de las especies transferidas en general que también fueron capturadas en Paso Mbaracaya .....</b>	<b>33</b>
<b>3- Distribución por tallas .....</b>	<b>35</b>
<b>4- Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (<i>b</i>) y factor de condición corporal (<i>k</i>).....</b>	<b>39</b>
ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	50



Convenio EBY-UNNE-UNaM



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.

---

ESTIMACIÓN DEL TOTAL TRANSFERIDO .....	53
<b>1- Estimación del número y biomasa con registros obtenidos durante los muestreos .....</b>	<b>53</b>
<b>2- Ajustes de las estimaciones de número y biomasa total transferida a partir de los registros de operadores.....</b>	<b>57</b>
RITMOS DIARIOS DE ACTIVIDAD .....	60
CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES SEGÚN SUS HÁBITOS MIGRATORIOS .....	66
OBSERVACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PECES DENTRO DE LOS CANALES DE ACCESO A LAS IPP .....	68
COMPARACIONES ENTRE LAS CAPTURAS CON REDES Y LAS TRANSFERENCIAS DE PECES .....	70
CONSIDERACIONES FINALES .....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	82



## RESUMEN EJECUTIVO

AICHINO Danilo R; ROUX Juan P; CERUTTI Juan C; SANCHEZ Sebastián; COMOLLI Javier A; HERNANDEZ David R; ORTIZ Julio C; AGÜERO Carlos H; MASIN Andrés S; MÜLLER Sergio y AGUILERA Jonathan N. 2016. Monitoreo de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETÁ: Informe Final. Febrero 2015 - enero de 2016. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 87 pp.

El presente informe expone los resultados obtenidos en las campañas de muestreo realizadas en las Instalaciones para Peces (IPP) de la Central Hidroeléctrica Yacyretá (CHY), en las Márgenes Izquierda (MI) y Derecha (MD), entre febrero de 2015 y enero de 2016. También se integran datos de pesca experimental con redes en Paso Mbaracayá (PM), próximo a la Represa y se analizan en forma complementaria. Los estudios tienen como finalidad evaluar la estructura y biomasa de los peces transferidos y sus características más salientes en relación al uso de las IPP, como así también establecer algunos parámetros poblacionales de la Ictiofauna que utiliza las IPP. Se realizó además un análisis comparativo de estructura de tallas aguas abajo, en las IPP y aguas arriba de la represa. Los monitoreos se realizaron mensualmente durante 24 horas, en cada una de las márgenes, adecuando el cronograma de trabajo al esquema de operación de los ascensores. De cada ejemplar censado y/o muestreado se identificó la especie y se tomó el largo estándar y el peso. Los resultados del presente periodo demostraron que el caudal afluente promedio durante este periodo (16.250 m<sup>3</sup>/s) estuvo por encima del módulo histórico del río (15.000 m<sup>3</sup>/s), apreciándose caudales mínimos bajos (9.611 m<sup>3</sup>/s) y máximos elevados (34.074 m<sup>3</sup>/s). Los registros promedios diarios entre febrero y junio revelan pocas fluctuaciones del caudal (de 10.000 a 15.000 m<sup>3</sup>/s). A partir de julio de 2015 se registró un pulso de crecida que alcanzó su pico máximo a mediados de mes con 28.004 m<sup>3</sup>/s. Los caudales excedentes, fueron erogados por ambos vertederos, principalmente por los del Brazo de Aña Cuá (8.500 m<sup>3</sup>/s), y parte, por los del Brazo Principal quienes estuvieron abiertos por menos tiempo (6.356 m<sup>3</sup>/s). Desde principios de agosto hasta mediados de octubre hubo un periodo de estiaje, sucedido por un nuevo incremento de los caudales por encima de los 15.000 m<sup>3</sup>/s, que se extendió hasta fin de enero. Durante este gran pulso de creciente se destacaron cuatro picos sobresalientes: el primero entre fines de noviembre y principio de diciembre (30.300 m<sup>3</sup>/s), el segundo se presentó a mediados de diciembre y fue el más elevado de todo el periodo (34.074 m<sup>3</sup>/s), el tercero durante la primera semana de enero (30.192 m<sup>3</sup>/s) y el cuarto a mediados del mismo mes (29.100 m<sup>3</sup>/s). Desde que se inició este gran pulso de creciente, los caudales no turbinados, tuvieron que ser erogados por los vertederos del Brazo de Aña Cuá, registrándose caudales superiores a los 8.500 m<sup>3</sup>/s. Por su parte, los Vertederos del Brazo Principal auxiliaron descargando el excedente de agua, en coincidencia con los 4 picos de crecidas antes mencionados. En cuanto al desarrollo de los monitoreos cabe destacar que en MI durante noviembre solo pudo realizarse la mitad de los muestreos (6 de los 12 convenidos), quedando dicha margen fuera de servicio (por fallas mecánica), mientras que la misma margen en diciembre y enero, quedo fuera de servicio, por la apertura de los vertederos del Brazo Principal. Los parámetros físicos y químicos obtenidos en las IPP no evidenciaron condiciones de eutrofización que puedan comprometer la vida acuática. Pero los obtenidos en PM demostraron elevados registros de oxígeno (en ppm y %), principalmente por la apertura de los vertederos del Brazo Principal, los cuales podrían estar perturbando la calidad de vida de los peces aguas debajo de la represa. La temperatura promedio del agua y los registros mensuales fue semejante en los tres sitios. Las temperaturas más bajas fueron registradas entre junio a agosto con mínimas de 18,30°C en julio y máximas por encima de los 27° en febrero, marzo y enero. La conductividad media fue más elevada en MD (58,06 µS/cm) y MI (56,20 µS/cm) que en PM (55,91 µS/cm). Los registros mensuales siguieron el mismo patrón en los tres sitios, salvo en MD durante los últimos tres meses, donde varió de 67,60 µS/cm en noviembre a 55,00 µS/cm en diciembre y a 70,70 µS/cm en enero. La concentración media de oxígeno fue más baja en MD (7,84 ppm) que en MI y PM (8,06 ppm en ambos sitios). Los registros mensuales, indicaron un incremento durante meses fríos y un descenso en meses cálidos, a excepción de PM durante diciembre y enero, donde se apreció un incremento en la concentración de oxígeno (ppm) y en el oxígeno saturado (119,10% en diciembre y 110,10% en



enero) quienes podrían estar relacionados a la apertura de los vertederos del Brazo Principal, los cuales erogaron caudales de hasta 9.494 m<sup>3</sup>/s durante diciembre y de 2.588 m<sup>3</sup>/s en enero, afectando concentración y saturación de oxígeno aguas abajo de represa y con ello la calidad de vida de la fauna íctica. Los registros promedios de pH tendieron a ser ácidos, pH=6,95 en MD, pH=6,81 en MI y pH=6,65 en PM. La transparencia media del agua fue inferior en MD (177 cm), respecto a MI (217 cm) y se debe a las características propias que ejerce el cauce principal sobre esta margen. Los registros mensuales indicaron elevadas transparencias durante los tres primeros meses y menores en coincidencia con los incremento de caudal. La turbidez indicó que PM presento una mayor turbidez (6,53) que MD (6,07) y MI (5,39). Los registros mensuales denotaron bajos guarismos durante la época de estiaje y elevados durante los pulso de crecida. El número de especies transferidas durante este periodo fue de 61, todas ellas fueron transferidas en MD y entre ellas, 31 fueron transferidas en MI. El bajo número de especies transferidas en MI, se debe a que dicho margen estuvo fuera de servicio durante los meses de mayor pasaje (noviembre, diciembre y enero). De las 61 especies transferidas, 19 especies fueron de interés pesquero y/o económico *Brycon orbignyanus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Salminus brasiliensis*, *Leporinus acutidens*, *Leporinus obtusidens*, *Schizodon borellii*, *Prochilodus lineatus*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodus albicans*, *Pimelodus maculatus*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Pseudoplatystoma reticulatum*, *Sorubim lima*, *Zungaro jahu*, *Oxydoras kneri*, *Pterodoras granulosus* y *Plagioscion ternetzi*. De las 50 especies capturadas con redes aguas abajo (PM), 35 utilizaron las IPP, 22 de ellas fueron transferidas en ambas IPP, en tanto que 13 fueron propias de MD. Las 15 especies restantes “no habrían utilizado” el sistema de transferencia. De las 61 transferidas, MD transpuso al embalse las 61 entidades, donde el 36% de ellas fueron especies migradoras (22 especies), mientras que en MI se transfirieron 31 especies, 17 de ellas fueron migradoras (54,8%). Entre las especies migradoras capturadas con redes que no fueron transferidas solo se encontró a *Hemiodus orthonops*, mientras que *Brycon orbignyanus*, *Pterodoras granulosus*, *Zungaro jahu*, *Myless tiete* y *Pseudopimelodus mangurus* todas ellas consideradas especies migradoras, fueron transferidas pero no capturadas con redes. Durante los monitoreos se transfirió un total de 28.937 ejemplares los cuales representaron una biomasa de 28.928,4 kg. Las transferencias estuvieron representadas por *P. maculatus* en casi un 31% *P. granulosus* 23% y *P. lineatus* con el 13,7%. En MI los peces transferidos alcanzaron un mayor peso medio 1,32 kg, (8.697 ejemplares y 11.495 kg) que en MD con 0,86 kg (20.241 ejemplares y 17.433 kg). En MI las transferencias estuvieron dominadas por *P. maculatus* quien representó más del 45%, seguidas de *P. lineatus* (19,7%) y *P. granulosus* (19,5%), pero en biomasa los rendimientos se invirtieron, pasando a ocupar *P. granulosus* y *P. lineatus* la primera y segunda posición con el 26,8% y 23,4%, respectivamente y *P. maculatus* la tercera posición con 19,1%. En MD en cambio, se aprecia un bajo peso medio, debido a que las transferencias estuvieron dominadas por *P. maculatus* tanto en número (65% de las transferencias) como en biomasa (con el 39%), seguida de *P. granulosus* con una abundancia relativa de 10% y una biomasa del 20%. Las estimaciones del total transferido con datos de nuestros monitoreos indican que se habrían transferido 902.879 individuos, cuya biomasa habría alcanzado los 892.429 kg, transfiriendo MD un mayor número (652.390 ejemplares) y biomasa (565.021 kg) que MI (250.488 ejemplares con 327.407 kg). En MD, las mayores estimaciones en número y biomasa de peces transferidos, habrían ocurrido entre el 17/11/2015 al 25/01/2016, transfiriéndose entre estas fechas una abundancia cercana al 64% (416.449 ejemplares) y una biomasa del 63% (354.075 kg). En MI se estimó un menor número de ejemplares por no haberse realizado los monitoreos de diciembre y enero, y a que el monitoreo de noviembre fue incompleto. Los mayores registros se apreciaron entre el 26/06/2015 al 26/10/2015, transfiriéndose durante estas fechas el 71,5% (179.078 ejemplares) y en biomasa fue más acotado, involucrando dos intervalos (25/08/2015 - 21/09/2015 y del 22/09/2015 - 26/10/2015), transfiriéndose durante estas fechas el 45% (146.628,3 kg). El ajuste del número total transferido con el registro de operadores, indicó un menor número al estimado con registros de nuestros muestreos. El número total habría alcanzado solo los 269.036 ejemplares un 70,2% menos que el obtenido con el cálculo de nuestras estimaciones. En MD los ajustes indican que se habrían transferido 193.109 ejemplares, un 70,4% menos que el obtenido con nuestras estimaciones. En tanto que para MI se habría transferido 75.927 individuos, un 69,7% menos. El ajuste de la estimación de biomasa total, demostró que se habrían transferido 266.142 kg, un 70,2% menos. En MD, el ajuste dio un 70,8% menos, ya que estas estimaciones dieron 164.986 kg, mientras que en MI los ajustes marcan una diferencia del 69,1% (101.157 kg). Esta amplia diferencia entre nuestras estimaciones y el ajuste con registros diario de operadores, podría deberse a la incorrecta toma de datos por parte de los operadores. Por ello, aquí toma



importancia la correcta y responsable toma diaria de este registro, para realizar los ajustes necesarios y así obtener de ésta manera una estimación lo más cercana posible al real pasaje de peces en número y biomasa. El análisis temporal de los ajustes, demostró que los mayores pasajes en MD habrían ocurrido entre octubre y enero, transfiriéndose en estos 4 meses 153.827 ejemplares, más del 80% del total transferido en esta margen, destacándose diciembre por representar el 32% (61.513 ejemplares). En biomasa, los mayores aportes habrían ocurrido de octubre a diciembre, transfiriéndose en estos 3 meses 107.987 kg, más del 65% del total transferido en esta margen, destacándose diciembre por representar el 32% (52.217 kg). En MI, los ajustes de las estimaciones mensuales demostraron un menor número de ejemplares, esto se debe a que en dicha margen quedo fuera de servicio, según registro diarios de operadores, por más de 70 días (del 16/11/2015 - 27/01/2016). Pese a esto, los mayores aportes en número de ejemplares transferidos, habrían ocurrido entre septiembre y noviembre, transfiriéndose en estos 3 meses, 56.899 ejemplares, el 75% del total transferido en esta margen. Los ajustes de biomasa, también demostraron una menor biomasa respecto a MD y tal como fuera explicado más arriba, debido al cierre del sistema de transferencia durante las épocas de mayor pasaje. Pese a esto, se puede determinar que los mayores aportes en biomasa, habrían ocurrido entre septiembre y noviembre transfiriéndose en estos 3 meses 73.779 kg, el 73% del total transferido en esta margen. Por otra parte, en ambas márgenes las menores transferencias en número y biomasa fueron apreciadas de abril a junio. Pudiéndose considerar a dichas fechas como ideales para dejar fuera de servicio a las instalaciones para peces para realizar los correspondientes mantenimientos. Las instalaciones fueron utilizadas con mayor frecuencia (>55,9%) por “*especies de tallas medianas*”. En este grupo se destacaron los perciformes con *Plagioscion ternezi* con un rango de 351 mm, los Characiformes con *Prochilodus lineatus* (rango=340 mm), *Rhaphiodon vulpinus* (rango=324 mm) y *Salminus brasiliensis* (rango=310 mm), los Siluriformes con *Pterodoras granulosus* (rango=315 mm) y *Oxydoras kneri* (rango= 250 mm). Las “*especies de talla pequeña*” representaron el 39,3%, en este grupo se destacaron los Siluriformes con *Iheringichthys labrosus* (rango=162 mm) y *Rhinodoras d'orbigny* (rango=110 mm) y Perciformes con *Pachyurus bonariensis* (rango=131 mm). Las “*especies de talla grande*” representaron solo el 6,8%, en este grupo se destacaron los Siluriformes con *Zungaro jahu* (rango=853 mm) y *Pseudoplatystoma corruscans* (rango=620 mm). El análisis de la distribución de tallas de las especies transferidas en las IPP “*comunes*” a las capturadas en PM demostró que en todos los análisis hubo una sola moda. En ambas márgenes y en MD la moda estuvo definida el por intervalo de 300-349 mm, mientras que para MI la moda estuvo representada por un intervalo de mayor talla 400-449 mm. El análisis para “*toda la comunidad*” transferida demostró, tanto entre ambas márgenes como para cada margen, una distribución unimodal. En margen derecha la moda estuvo determinada por el intervalo de 226-300 mm. En MI la moda estuvo representada por el intervalo de 301-375 mm. El presente periodo se caracterizó por transferir a nivel general y temporal bajos índices de diversidad. En MD *los mayores índices de diversidad* fueron apreciados en febrero ( $S'=5,392$  y  $H'=3,091$  bits), abril ( $S'=6,224$  y  $H'=2,754$  bits) y junio ( $S'=5,588$  y  $H'=2,584$  bits). Los elevados índices apreciados en febrero fueron debidos a la elevada riqueza ( $r=12$  especies) y equitatividad ( $E=0,72$ ), mientras que la de abril y junio fueron debidas a la elevada equitatividad (0,83 en abril y 0,86 en junio) ya que la riqueza fue baja ( $R= 10$  especies en abril y  $R=8$  especies en junio). Por su parte, *los menores índices de diversidad* fueron apreciados en julio, agosto y noviembre. En los dos primeros meses, fueron debidos a la baja riqueza transferida ( $R= 10$  especies en cada meses) y principalmente a la baja equitatividad ( $E=0,25$  en julio y  $E=0,16$  en agosto), producto de la elevada dominancia de una sola especie como lo fue *Pimelodus maculatus*. Dicha especie fue transferida durante julio con porcentajes superiores al 88%, mientras que en agosto la misma represento más del 93% de las transferencias. Por su parte, los bajos índices registrados en noviembre, no estuvieron relacionados con la riqueza la cual fue elevada ( $R=17$  especies), pero si con la baja equitatividad ( $E=0,35$ ), producto también de la elevada frecuencias de *P. maculatus* quien represento más del 74% en las transferencias. En MI, *los mayores índices* fueron registrados en abril ( $S'=7,396$  y  $H'=3,043$  bits), junio ( $S'=9,167$  y  $H'=2,482$  bits) y octubre ( $S'=5,742$  y  $H'=2,941$  bits). Estos elevados índices fueron debidos principalmente a la elevada equitatividad que presentó la comunidad transferida ( $E=0,85$  en abril,  $E=0,96$  en junio y  $E=0,75$  en octubre) ya que la riqueza registrada en esos meses fue baja ( $R= 12, 6$  y  $15$  especies, respectivamente). *Los menores índices de diversidad* fueron apreciados en marzo ( $S'=1,203$  y  $H'=0,623$  bits), julio ( $S'=1,194$  y  $H'=0,609$  bits), agosto ( $S'=1,510$  y  $H'=1,163$  bits) y septiembre ( $S'=2,155$  y  $H'=1,768$  bits). Todos ellos, fueron debidos a la baja riqueza transferida (valores de  $R < 13$  especies) pero principalmente a la baja equitatividad ( $E=0,18$  en



marzo,  $E=0,20$  en julio,  $E=0,37$  en agosto y  $E=0,48$  en septiembre) producto de la elevada dominancia de *Prochilodus lineatus* durante marzo quien fue transferido en porcentajes superiores al 91%, de *P. maculatus* durante julio y agosto con frecuencias superiores al 91% y 80% respectivamente, y *Pterodoras granulosus* en septiembre quien fue transferida con porcentaje superiores al 65%. La comunidad íctica utilizó el sistema de transferencia de MD durante las 24 hs, mientras que en MI predominaron las trasferencias solo en algunos intervalos horarios. Ambas márgenes presentaron su mayor actividad (cercano al 30% y 45%, respectivamente) entre las 00:01 y 03:00 hs. En MD los restantes intervalos horarios se mantuvo con ritmos que variaron entre 6 y 16%, mientras que en MI solo tuvieron importancia los intervalos de 06:01-09:00 hs y los de 15:01 a 21:00 hs, los intervalos de 09:01 a 15:00 hs y el de 21:01 a 00:00 hs no tuvieron prácticamente transferencias. Cabe destacar que la baja o casi nula transferencia en los intervalos horarios de MI se deben principalmente a que dicha márgenes estuvieron fuera de servicio como se comentó más arriba durante la época de mayor pasaje.



## INTRODUCCIÓN

El río Paraná se extiende por 4.695 km, con un rumbo general norte – sur, desde el Planalto tropical brasileiro hasta la boca del estuario del Río de la Plata. Formado por la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande (Brasil), el Paraná posee una cuenca de  $2,8 \times 10^6$  km<sup>2</sup> que incluye toda la parte sud central de América del Sur, desde los Andes hasta la Sierra do Mar, cerca del Océano Atlántico (Agostinho *et al.* 1995).

El desplazamiento migratorio de los peces atrajo la atención del hombre tanto por su efecto en la economía pesquera como por el interrogante biológico que hasta hoy plantea. En el río Paraná algunas especies se comportan como migradoras río arriba, desplazándose anualmente entre septiembre y enero en distancias variables, pudiendo inclusive llegar hasta las cabeceras de los afluentes de los grandes ríos para reproducirse (Bonetto *et al.* 1981, 1985). La mayoría de las especies son también migradoras potamódromas, es decir que realizan todas sus migraciones dentro del mismo río, en forma ascendente para reproducirse, y en forma descendente para alimentarse o encontrar refugio.

Después de la década del 60, en Brasil los represamientos afectaron virtualmente todos los afluentes principales, especialmente aquellos situados en el tramo superior del río Paraná. Según Agostinho *et al.* (2007) los principales ríos de la cuenca del río Paraná, como el río Paranaíba, el Grande, el Tiete, el Paranapanema y el Iguazú, tienen sus cuencas transformadas en cascadas de embalses, reduciendo drásticamente los trechos lóticos. Los relevamientos para esa fecha indican la presencia de 146 grandes represas para esta cuenca, donde el 70% de ellas, están destinadas a la generación eléctrica (104 represas) teniendo la mayoría de ellas un área superior a los 100 km<sup>2</sup>.

Las represas hidroeléctricas producen un bloqueo al desplazamiento de los peces hacia aguas arriba, el cual puede ser mitigado mediante la construcción de instalaciones para el pasaje de los mismos. Sin embargo, la escasez de investigaciones sobre la fisiología de la natación, estímulos necesarios y rutas



migratorias, impiden establecer generalizaciones sobre los diseños más adecuados de las instalaciones para el pasaje de peces (Quirós 1988). Por lo tanto, cuando se posee escaso conocimiento sobre la biología de los peces, la evaluación continua de los sistemas de pasaje resulta fundamental ya que provee la necesaria y única forma de retroalimentación para refinar los diseños de tales sistemas. Asimismo, la falta de evaluaciones cuantitativas conduce muchas veces a la construcción y mantenimiento de sistemas de pasaje inadecuados durante largos períodos de tiempo (Mallen-Cooper 1999).

En América Latina, los sistemas de transferencia originalmente han sido similares a los usados en el hemisferio Norte para trasladar salmónidos hacia aguas arriba. Los diseños del tipo en escalones-tanque con ranura vertical han sido señalados como eficientes para transferir especies de peces de los géneros *Prochilodus* (sábalo), *Salminus* (dorado) y *Leporinus* (boga), y para superar obstáculos de no más de 15 m de altura (Quirós 1988).

Las especies más afectadas por los represamientos son las migradoras de gran porte y de mayor longevidad. Sin embargo, la definición de peces “migradores” es muy amplia y variada. Según Agostinho & Ferreira (1999), son especies que se desplazan grandes distancias aguas arriba en el curso de agua para desovar, poseen fecundación externa y no realizan cuidados parentales. Sin embargo suele también aceptarse como tales aquellas especies que sólo desovan después de migrar entre dos áreas geográficas distintas. La mayoría de estas especies, así como otras especies en ríos y embalses, llevan a cabo otras migraciones entre hábitats para alimentación y refugio, pero las mismas son variadas y aparentemente oportunistas (Carolsfeld & Harvey 2004).

Agostinho *et al.* (2007) clasifica a los peces Neotropicales en dos categorías principales, especies sedentarias y grandes migradoras, encontrándose además un gran número de especies que se posicionan a lo largo de un gradiente entre estas dos categorías. Las especies sedentarias son aquellas aptas para desarrollar todas las actividades vitales -alimentación, reproducción y crecimiento- en un área restringida de la cuenca, mientras que las migradoras requieren grandes distancias libres para desplazarse por la cuenca. Si bien los desplazamientos reproductivos serían los más importantes, ocurren también migraciones de carácter térmico o estacional, trófico o



nutricional y ontogenético o de crecimiento, casi todas asociadas al régimen hidrológico, las cuales pueden estar combinadas o superpuestas en distinto grado, o bien, tener una interdependencia entre ellas.

La separación de las áreas de desove y de alimentación puede llegar a tener una extensión de 1000 km. En este sentido, los términos del impacto que genera una represa pueden medirse a través de la interrupción de las rutas migratorias, la supresión de áreas críticas para cría, refugio y alimentación, y el aislamiento genético de distintas poblaciones. En Brasil, en los ríos Paraná Superior y Mogi-Guaçu, existen escalas para peces desde principios del siglo pasado para superar desniveles de 7 y 3 metros, respectivamente. Además de las llamadas escalas para peces, se encuentran en operación esclusas de tipo Borland con el objetivo de transferir peces en la represa de Salto Grande, sobre el Río Uruguay (Quirós 1988). En ese país, a partir de 1927 se implementaron legislaciones para la construcción de dichas estructuras (Ley N° 2250/SP de 1927 y Decreto N° 4390 de 1928). De acuerdo con estas reglamentaciones, las infraestructuras de pasaje para peces constituirían un engranaje más de la estrategia de conservación regional, siendo instrumentos operacionales para el manejo del recurso pesquero. No obstante, la ausencia de estudios de eficiencia de dichas escalas en el contexto de la conservación de los recursos naturales, exige el uso de tecnologías aún no probadas suficientemente en países sudamericanos (Agostinho & Gomes 2002).

La propuesta del elevador mecánico de peces en la represa de Yacyretá fue antecedida por estudios sobre acumulaciones y desplazamientos de peces en la futura zona de construcción, por medio de evaluaciones hidroacústicas (BioSonics 1985). La instalación de este tipo de sistema de transferencia debería asegurar el transporte hacia aguas arriba de especies que se diferencian en sus capacidades de desplazamiento y en la profundidad a la cual los realizan (CECOAL 1979, Oldani *et al.* 1992). No obstante, la mayor parte de los peces migradores de interés comercial en la Cuenca del Plata han demostrado una muy buena aptitud para transponer los pasajes de peces instalados (Quirós 1988).

Las Instalaciones Para Peces (IPP) de la Central Hidroeléctrica Yacyretá poseen actualmente cuatro elevadores en operación, ubicados en ambos extremos de la central, para trasponer un obstáculo de poco más de 20 m de altura. Estas



Convenio EBY-UNNE-UNaM



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.

---

instalaciones han sido evaluadas durante los años 1995, 1996 y 1997 por INTEC-CERIDE y, posteriormente desde septiembre 1999 hasta la actualidad, en forma conjunta por la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) y la Universidad Nacional de Misiones (UNaM) (Roncati *et al.* 2000, 2001, 2002 y 2003, De Lucía *et al.* 2005, Aichino *et al.* 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2013b y 2014). Debido a la necesidad de contar con una evaluación continua del funcionamiento de las IPP de ambas márgenes a diferentes cotas, se elaboraron informes de Carácter Histórico (Aichino *et al.* 2006 y 2013a).

En el presente informe representa los resultados obtenidos en doce monitoreos realizados en las IPP de la Central Hidroeléctrica Yacyretá durante febrero 2015 a enero de 2016.



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.

---



## OBJETIVOS

Objetivos del convenio:

- Determinar la composición de la comunidad de peces que utilizan las Instalaciones Para Peces.
- Establecer parámetros poblacionales de las principales especies que fueron transferidas hacia aguas arriba de la represa.
- Proponer medidas para mejorar la eficiencia de atracción del sistema de transferencia a cota de 83 msnm y sugerir planes de operación y manejo de los mismos.



## **METODOLOGÍA DE MONITOREO**

### **1- Lugar de monitoreo**

El presente trabajo se desarrolló en las Instalaciones Para Peces (IPP) de la Central Hidroeléctrica Yacyretá, en el periodo comprendido entre los meses de febrero 2015 a enero de 2016.

Paralelamente, en las mismas fechas, se efectuaron campañas de pesca experimental con redes agalleras sobre la margen izquierda del río Paraná, en el sitio denominado Paso Mbaracayá, cuyos resultados fueron utilizados para realizar comparaciones a modo de control de las transferencias entre ambas IPP.

### **2- Metodología de monitoreo en las instalaciones para peces**

Se realizó una visita periódica mensual a las instalaciones para peces, efectuándose doce muestreos en cada IPP –margen izquierda y margen derecha-, cuyo intervalo entre uno y otro fue de dos horas. Cuando ambos ascensores de cada margen funcionaron correctamente, se llevaron a cabo seis muestreos en cada uno de ellos, de lo contrario, se repitieron los doce muestreos en uno de los ascensores solamente.

En las distintas operaciones de transferencia se registró la distancia total recorrida por el carro de recolección de peces en el canal de entrada del ascensor. Además, se midió el volumen total de peces transferidos, escurriendo la mayor parte del agua contenida en los ascensores. Sin embargo, siempre se dejó un volumen mínimo de agua para minimizar los riesgos de lesiones o mortandad de peces. Entonces, para establecer lo más certeramente posible el volumen real de peces transferidos se estableció una relación entre volumen de agua restante y volumen de peces en los ascensores. Para ello, se obtuvo una fórmula a partir de una serie de mediciones realizadas en tanques graduados, en los que se pudo establecer con precisión el volumen de agua desplazado con el agregado de peces de distintas



especies. De este modo, se obtuvo una relación volumen de peces /volumen total de 0,51. Es decir, el 51% del volumen total medido en la escala de los ascensores corresponde, en promedio, al volumen de peces. Los valores de volumen fueron luego convertidos a peso empleando una densidad de 1,070 (McNeill 1993).

De acuerdo con este protocolo de muestreo, las fórmulas presentadas en la **Tabla 1** fueron empleadas para estimar la abundancia de peces en número y biomasa.

Dado que el número de peces transferido varía sensiblemente entre los distintos meses del año y entre las distintas horas del día, se establecieron metodologías diferentes para el muestreo. Cuando el número de peces llenaba escasamente la superficie de la báscula del sistema de transferencia, se midieron y pesaron todos los ejemplares transferidos a través de un censo. En cambio, cuando el volumen transportado por el ascensor superaba la capacidad de muestreo, se obtuvieron submuestras mediante una técnica de muestreo aleatorio simple. De cada submuestra se identificaron contaron y pesaron todos los individuos obtenidos, en tanto que una segunda submuestra de 30 ejemplares fue empleada para medir la longitud estándar y el peso total de dichos individuos. Esta técnica se denomina *muestreo por conglomerados en dos etapas*.

De cada pez censado se registró la longitud estándar desde el extremo anterior de la quijada superior a la articulación de la última vértebra con los radios caudales promedios, la cual se obtuvo con regla milimetrada, y el peso total en gramos, obtenido con una balanza electrónica. Posteriormente, los ejemplares fueron devueltos al agua para continuar con su transferencia hacia el embalse.



**Tabla 1.** Fórmulas empleadas para estimar la abundancia en número y biomasa de peces.

Descripción	Método de estimación o fórmula
$n$ = número de peces muestreados.	Total de peces contados y/o medidos por especie.
$p$ = peso muestreado (kg).	Suma de los pesos medidos por especie.
$V_t$ = volumen estimado por cada transferencia.	a) Sumatoria de todos los peces pesados (censo)/1,070. b) Volumen en ascensor * 0,51 (muestra).
$P_t$ = Peso total de una transferencia (kg).	$V_t * 1,070$ .
$N_t$ = Número total de peces por transferencia.	$n * (P_t / p)$ .
$N_d$ = Número total de peces transferidos por día.	Sumatoria de $N_t$ de un día (24 hs).

### 3- Metodología de monitoreo de peces con redes en Paso Mbaracayá

Se utilizó una batería de redes de 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 16 y 20 mm de nudo a nudo discontinuo, las cuales fueron colocadas en la margen izquierda de Paso Mbaracayá. Las mismas se localizaron en su mayor parte junto al terraplén artificial que delimita el acceso a la esclusa de navegación del embalse, del lado opuesto al canal de acceso propiamente dicho. Los peces fueron colectados durante 45-48 horas, siendo retirados cada 8 horas. A los ejemplares capturados se les efectuaron mediciones similares a las obtenidas en las IPP, a los fines de establecer una comparación mediante el análisis de las CPUE entre los ejemplares capturados a partir de las redes de control y de los recuentos de peces transferidos durante 24 horas en cada una de las IPP.

### 4- Lugar y fechas de muestreos

En la **Tabla 2** se presenta el periodo analizado con el número de campaña, fechas, ubicación y observaciones de los muestreos realizados en IPP y en PM.



Los monitoreos de las campañas 11 y 12 en las IPP de MI no fueron realizados debido a que dichas instalaciones se encontraban fuera de servicio ya que los vertederos del brazo principal estuvieron parcialmente abiertos, producto de las importantes crecidas recibidas durante esos meses. Mientras que el monitoreo de la campaña 10 en la misma margen fue realizado solo la mitad (6 de 12 muestreos) debido a que el sistema de transferencia quedo fuera de servicio por fallas técnicas.

**Tabla 2.** Campañas, fechas y sitios muestreados.

Camp.	Fechas	MI nº muestreos		MD nº muestreos		PM	
		A. Izq.	A. Der.	A. Izq.	A. Der.	Fechas	MI
1	23-24/02/2015	12	F/s	6	6	23-25/02/2015	6 muestreos cada 8hs
2	16-17/03/2015	6	6	7	5	16-18/03/2015	6 muestreos cada 8hs
3	13-14/04/2015	6	6	6	6	13-15/04/2015	6 muestreos cada 8hs
4	18-19/05/2015	6	6	6	6	18-20/05/2015	6 muestreos cada 8hs
5	25-26/06/2015	6	6	F/s	12	25-27/06/2015	6 muestreos cada 8hs
6	27-28/07/2015	11	1	F/s	12	27-29/07/2015	6 muestreos cada 8hs
7	24-25/08/2015	6	6	F/s	12	24-26/08/2015	6 muestreos cada 8hs
8	21-22/09/2015	12	F/s	6	6	21-23/09/2015	6 muestreos cada 8hs
9	26-27/10/2015	12	F/s	F/s	12	26-28/10/2015	6 muestreos cada 8hs
10	16-17/11/2015	6	F/s	F/s	12	16-18/11/2015	6 muestreos cada 8hs
11	14-15/12/2015	F/s por crecidas		6	6	14-16/12/2015	6 muestreos cada 8hs
12	25-26/01/2016	F/s por crecidas		F/s	12	25-27/01/2016	6 muestreos cada 8hs



## COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO, FUNCIONAMIENTO DE LAS IPP Y PARÁMETROS AMBIENTALES

### 1- Comportamiento hidrológico del Río Paraná y caudales erogados por las distintas estructuras de pasaje de la Represa

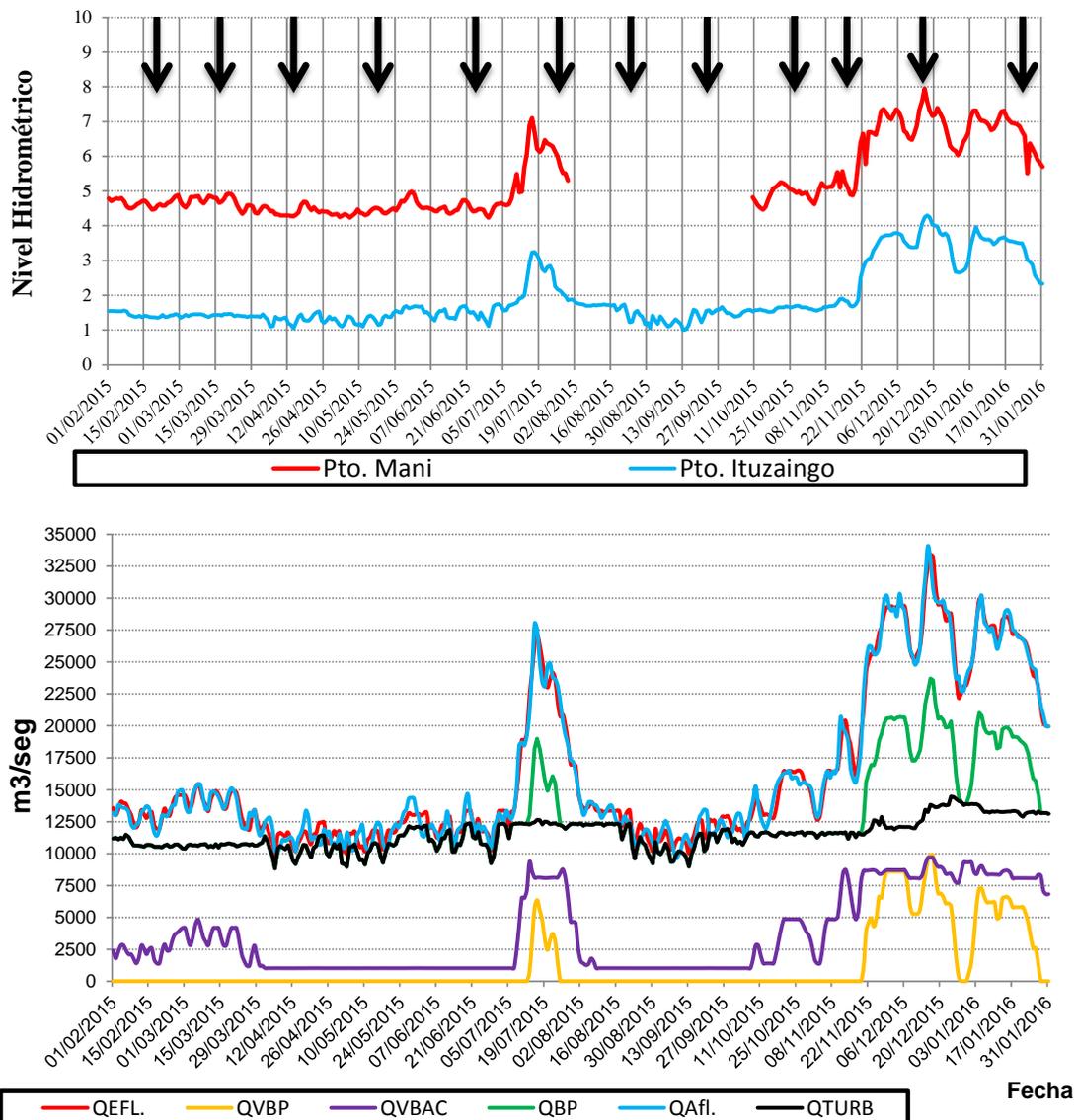
El análisis del comportamiento hidrológico aguas arriba y abajo del embalse Yacyretá, se efectuó en base a los datos de caudales aportados por la EBY y los niveles hidrométricos obtenidos de la Prefectura Naval Argentina, de acuerdo al siguiente link ([http://www.prefecturanaval.gov.ar/web/es/html/dico\\_alturas.php](http://www.prefecturanaval.gov.ar/web/es/html/dico_alturas.php)). Las mediciones se realizaron a la altura de los destacamentos de Puerto Maní (Misiones) y Puerto Ituzaingó (Corrientes). Estos datos, juntos a los registros de caudales de afluentes y los registros de caudales erogados por las distintas estructuras de pasaje de la represa Yacyretá, fueron utilizados para analizar el comportamiento del río Paraná entre el 01/02/2015 y el 31/01/2016.

En la **Figura 1** se representa los niveles hidrométricos de Puerto Maní y Puerto Ituzaingó, además de los caudales afluentes y todos los erogados por las distintas estructuras de la Represa de Yacyretá. En la **Tabla 3** se detallan los valores mínimos, promedios y máximos de los niveles hidrométricos y de los caudales que ingresan al embalse, así como los que se erogan por las distintas estructuras de pasaje.



**Tabla 3.** Nivel hidrométrico de Puerto Maní, Puerto Ituzaingó y caudales afluentes y efluentes erogados por las diferentes estructuras de la represa Yacyretá.

		<i>Mínima</i>	<i>Promedio</i>	<i>Máximo</i>
Nivel hidrométrico	<i>Puerto Ituzaingo</i>	1,00	1,91	4,30
	<i>Puerto Mani</i>	4,23	5,29	8,22
Caudal m3/seg	<i>Afluente</i>	9611	16250	34074
	<i>Efluente</i>	9852	16254	33392
	<i>Turbinado</i>	8826	11486	14479
	<i>Brazo Principal</i>	0	1184	9873
	<i>Vertedero Brazo Principal</i>	8826	12670	23710
	<i>Vertedero Brazo Aña Cuá</i>	1022	3584	9682



**Figura 1.** Niveles hidrométricos diarios de Pto. Maní y Pto. Ituzaingó y caudales afluentes erogados por las distintas estructuras de pasaje de la represa Yacyretá. *Referencias:* **QEFL:** Caudal Efluente, **QVBP:** Caudal Vertido Vertedero Brazo Principal, **QTURB:** Caudal Turbinado, **QVBAC:** Caudal Vertido Vertedero Brazo Aña Cuá, **QAFL:** Caudal afluente.



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## 2- Variables ambientales

Durante los muestreos se efectuaron mediciones de las variables ambientales físicas y químicas, tanto en los canales de acceso de los elevadores de margen izquierda (MI) y margen derecha (MD) como en la estación de pesca experimental de control Paso Mbaracayá (PM).

Las variables ambientales como temperatura ambiente, temperatura del agua, pH, conductividad y turbidez fueron obtenidas empleando electrodos Hanna (modelos HI 9025C, HI 933100 y HI 93703, respectivamente) previamente calibrados, mientras que la concentración de oxígeno en miligramos por litro y porcentaje de saturación, se midieron con un oxímetro marca YSI (Modelo 55). La transparencia del agua se estimó mediante la utilización del sistema de disco Secchi.

En la **Tabla 4** y en la **Figura 2** se presentan los registros obtenidos en cada IPP (MD y MI).



**Tabla 4. Parámetros Físicos-Químicos obtenidos en los canales de acceso a las IPP.**

<b>Margen Derecha</b>													
Camp.	Lugar	Día	Mes	Año	T. amb	T. agua	pH	Conduct.	Oxig.	Satur. Oxig.	Transp.	Turbidez	prof. Canal
1	MD	23	2	2015	27,30	28,30	7,10	63,60	6,93	89,00	fondo	3,53	2,90
2	MD	16	3	2015	29,00	30,00	6,30	63,30	7,31	98,00	fondo	2,23	3,00
3	MD	13	4	2015	27,00	26,20	6,76	62,50	7,84	97,10	fondo	2,70	2,60
4	MD	18	5	2015	22,70	22,30	6,98	54,80	8,22	85,40	280	3,22	3,00
5	MD	22	6	2015	20,80	19,50	7,09	51,70	8,63	93,50	185	4,52	3,20
6	MD	27	7	2015	21,50	18,30	s/d	50,10	8,61	93,10	s/d	9,80	3,50
7	MD	24	8	2015	19,60	19,70	6,46	47,20	s/d	s/d	160	9,78	2,90
8	MD	21	9	2015	25,20	22,00	6,72	52,30	8,79	100,30	140	6,53	3,30
9	MD	26	10	2015	22,80	22,80	6,97	57,90	7,57	88,10	s/d	4,35	3,10
10	MD	16	11	2015	27,00	25,60	7,12	67,60	6,86	83,20	120	7,93	2,90
11	MD	14	12	2015	24,80	24,60	8,03	55,00	7,01	86,80	s/d	s/d	s/d
12	MD	25	1	2016	29,00	29,10	6,88	70,70	8,45	109,10	s/d	12,20	4,30
<b>Registro Medio</b>					<b>24,73</b>	<b>24,03</b>	<b>6,95</b>	<b>58,06</b>	<b>7,84</b>	<b>93,05</b>	<b>177,00</b>	<b>6,07</b>	<b>3,15</b>
<b>Margen Izquierda</b>													
Camp.	Lugar	Día	Mes	Año	T. amb	T. agua	pH	Conduct.	Oxig.	Satur. Oxig.	Transp.	Turbidez	prof. Canal
1	MI	23	2	2015	26,60	28,30	7,12	63,90	7,23	92,80	fondo	2,16	2,90
2	MI	16	3	2015	27,70	28,50	6,33	62,70	7,20	93,00	fondo	4,82	3,00
3	MI	13	4	2015	26,40	25,90	6,91	62,70	7,62	93,80	fondo	3,09	2,60
4	MI	18	5	2015	22,60	22,00	6,90	54,50	8,27	94,80	273	3,34	3,10
5	MI	22	6	2015	24,70	19,50	7,08	52,00	8,64	94,00	320	4,15	3,20
6	MI	27	7	2015	21,50	18,30	s/d	48,30	8,88	94,50	s/d	9,43	3,50
7	MI	24	8	2015	18,60	19,60	6,54	47,50	s/d	s/d	150	9,53	2,90
8	MI	21	9	2015	25,30	21,70	6,85	54,00	8,55	97,80	125	7,98	3,30
9	MI	26	10	2015	22,70	22,70	6,71	60,20	8,12	94,10	s/d	4,01	3,10
10	MI	16	11	2015	SIN DATOS POR CRECIENTE.								
11	MI	14	12	2015	FUERA DE SERVICIO, POR CRECIENTE								
12	MI	25	13	2016	FUERA DE SERVICIO, POR CRECIENTE								
<b>Registro Medio</b>					<b>24,01</b>	<b>22,94</b>	<b>6,81</b>	<b>56,20</b>	<b>8,06</b>	<b>94,35</b>	<b>217,00</b>	<b>5,39</b>	<b>3,07</b>
<b>Paso Mbaracaya</b>													
Camp.	Lugar	Día	Mes	Año	T. amb	T. agua	pH	Conduct.	Oxig.	Satur. Oxig.	Transp.	Turbidez	
1	PM	23	2	2015	25,50	28,10	6,85	62,50	6,54	84,30	225	4,20	
2	PM	16	3	2015	28,00	28,30	6,25	61,10	5,87	76,80	s/d	4,26	
3	PM	13	4	2015	22,80	25,20	6,47	59,40	7,19	87,80	s/d	4,10	
4	PM	18	5	2015	23,50	22,00	6,84	54,50	8,30	95,20	s/d	3,65	
5	PM	25	6	2015	16,80	18,10	6,67	49,20	8,73	92,80	s/d	3,15	
6	PM	27	7	2015	21,50	18,30	6,90	48,30	8,88	94,50	94	4,20	
7	PM	23	8	2015		20,20	6,61	47,20	8,67	95,30	77,80	11,39	
8	PM	21	9	2015	23,00	21,00	6,66	50,60	8,14	90,20	154,00	6,75	
9	PM	27	10	2015	22,40	22,80	6,57	55,10	8,25	95,80	224,29	3,61	
10	PM	16	11	2015	24,90	25,10	6,75	59,90	7,88	95,50	129,50	5,15	
11	PM	15	12	2015	24,60	25,50	6,58	59,10	9,77	119,10	s/d	14,69	
12	PM	26	13	2016	27,00	27,80	6,62	64,00	8,48	110,10	s/d	10,98	
<b>Registro Medio</b>					<b>23,64</b>	<b>23,53</b>	<b>6,65</b>	<b>55,91</b>	<b>8,06</b>	<b>94,78</b>	<b>150,77</b>	<b>6,34</b>	

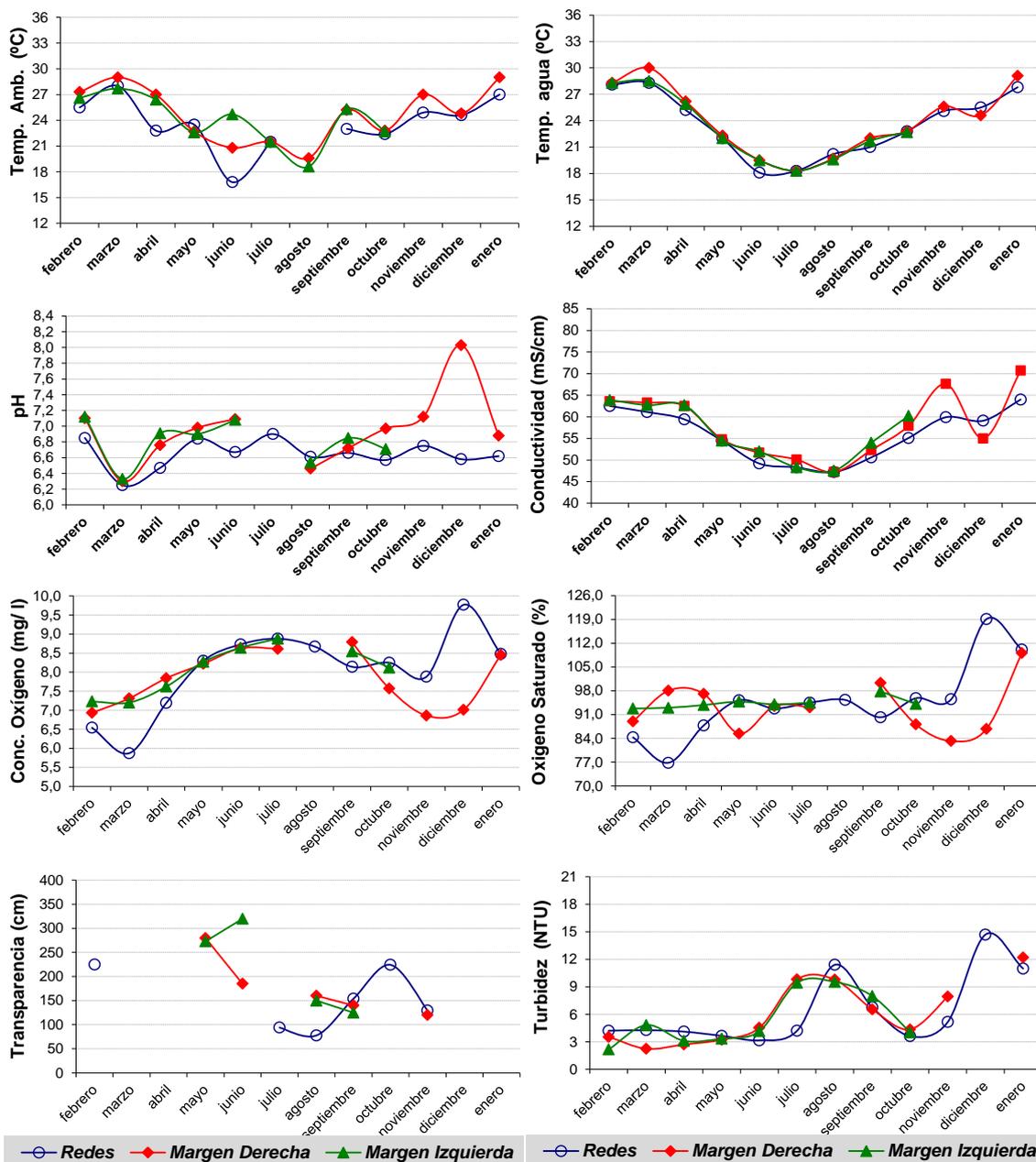


Figura 2. Parámetros Físicos-Químicos obtenidos en los canales de acceso a las IPP



### 3- Funcionamiento de bombas

Las **Tablas 5 y 6** presentan el registro de las bombas principales, difusoras y atractoras. Las bombas principales en ambas márgenes funcionaron durante todo el período analizado de manera constante.

En la MD, la bomba atractora N° 1 funcionó constantemente a lo largo de todo el período, en tanto que las bombas N°2 y 3 estuvieron siempre fuera de servicio. En cambio, en MI estuvieron fuera de servicio las bombas N° 1 y 2.

**Tabla 5.** Funcionamiento de bombas principales y difusoras 1 y 2.

Campaña	IPPMD			IPPMI		
	Principal	Difusora 1	Difusora 2	Principal	Difusora 1	Difusora 2
1	100%	40%	30%	100%	40%	40%
2	100%	40%	30%	100%	40%	40%
3	100%	40%	30%	100%	40%	40%
4	100%	40%	30%	100%	40%	40%
5	100%	40%	30%	100%	40%	40%
6	100%	40%	30%	100%	40%	40%
7	100%	40%	30%	100%	40%	40%
8	100%	40%	30%	100%	40%	40%
9	100%	40%	30%	100%	40%	40%
10	100%	40%	30%	100%	40%	40%
11	100%	40%	30%	100%	40%	40%
12	100%	40%	30%	100%	40%	40%

**Tabla 6.** Funcionamiento de las bombas atractoras en ambas IPP.

Campaña	Bombas IPPMD			Bombas IPPMI		
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 1	N° 2	N° 3
1	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
2	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
3	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
4	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
5	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
6	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
7	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
8	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
9	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
10	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
11	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz
12	30 Hertz	F/s	F/s	F/s	F/s	30 Hertz

Referencia: F/s: bomba fuera de servicio.

Hertz: Unidad de medición.



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD ÍCTICA

### 1- Entidades taxonómicas transferidas

La identificación taxonómica se basó principalmente en claves de Ringuelet *et al.* (1967), Azpelicueta & Braga (1991), Braga (1993), López & Miquelarena (1991), Azpelicueta (1994 y 1998), Reis (1998), Malabarba (1998), Casciotta *et al.* (2005) y Almirón *et al.* (2008 y 2015). Para la actualización de los nombres específicos se consultó las claves actualizadas de Reis *et al.* (2003), López *et al.* (2003), Roa (2005), Liotta (2005), López *et al.* (2005), Ferraris (2007) y Mirande & Koerber (2015).

Durante el periodo analizado se identificaron 61 especies, pertenecientes a tres órdenes. Siluriformes fue el orden más representado con 27 especies, seguido de Characiformes con 26 especies (**Tabla 7**).

De las 61 especies identificadas, 31 fueron comunes entre ambas márgenes y 30 fueron propias de MD. En MI no se registraron especies exclusivas de dicha margen (**Tabla 7**).



**Tabla 7.** Lista de especies detalladas por Orden y Familia.

Órdenes	Familias	Especies	MD	MI	
MYLIOBATIFORMES	POTAMOTRYGONIDAE	<i>Potamotrygon caxtexi</i>	X		
		<i>Potamotrygon motoro</i>	X	X	
CHARACIFORMES	CHARACIDAE	<i>Astyanax asuncionensis</i>	X		
		<i>Astyanax rutilus</i>	X		
		<i>Brycon orbignyanus</i>	X	X	
		<i>Brycomamericus exodon</i>	X		
		<i>Brycomamericus stramineus</i>	X		
		<i>Cynopotamus kincaidi</i>	X		
		<i>Galeocharax humeralis</i>	X		
		<i>Moenkhausia dichroua</i>	X		
		<i>Myleus tiete</i>	X		
		<i>Mylossoma duriventris</i>	X		
		<i>Piaractus mesopotamicus</i>	X		
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	X		
		<i>Roeboides microlepis</i>	X		
		<i>Salminus brasiliensis</i>	X	X	
	<i>Serrasalmus maculatus</i>	X			
	<i>Serrasalmus marginatus</i>	X			
	ANOSTOMIDAE	<i>Leporellus pictus</i>	X		
		<i>Leporinus acutidens</i>	X	X	
		<i>Leporinus obtusidens</i>	X	X	
		<i>Schizodon borellii</i>	X	X	
		<i>Schizodon nasutus</i>	X	X	
		<i>Schizodon platae</i>	X	X	
	CURIMATIDAE	<i>Curimatella dorsalis</i>	X		
	PROCHILONDONTIDAE	<i>Prochilodus lineatus</i>	X	X	
	PARODONTIDAE	<i>Apareiodon affinis</i>	X	X	
	CYNODONTIDAE	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	X	X	
	CLUPLEIFORMES	ENGRAULIDAE	<i>Lycengraulis grossidens</i>	X	
		PRISTIGASTERIDAE	<i>Pellona flavipinnis</i>	X	
SILURIFORMES	LORICARIDAE	<i>Hypostomus arecuta</i>	X	X	
		<i>Hypostomus commersoni</i>	X	X	
		<i>Hypostomus luteus</i>	X	X	
		<i>Hypostomus regani</i>	X	X	
		<i>Hypostomus sp</i>	X		
		<i>Hypostomus ternetzi</i>	X	X	
		<i>Megalancistrus parananus</i>	X	X	
		<i>Pterygopichtys anisitsi</i>	X	X	
		<i>Rhinelepis strigosa</i>	X	X	
		PIMELODIDAE	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	X	X
			<i>Iheringichthys labrosus</i>	X	X
			<i>Luciopimelodus pati</i>	X	
			<i>Pimelodus absconditus</i>	X	
			<i>Pimelodus albicans</i>	X	
	<i>Pimelodus maculatus</i>		X	X	
	<i>Pimelodus misteriosus</i>		X		
	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>		X		
	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>		X	X	
	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>		X	X	
	<i>Sorubim lima</i>		X	X	
	<i>Zungaro jahu</i>		X	X	
	DORADIDAE		<i>Oxydoras kneri</i>	X	X
			<i>Platydoras armatulus</i>	X	
		<i>Pterodoras granulatus</i>	X	X	
		<i>Rhinodoras d'orbigny</i>	X	X	
	HEPTAPTERIDAE	<i>Pimelodella laticeps</i>	X		
		<i>Auchenipterus osteomystax</i>	X		
	PERCIFORMES	SCIAENIDAE	<i>Pachyurus bonariensis</i>	X	X
<i>Plagioscion ternetzi</i>			X	X	
GYMNOTIFORMES	STERNOPYGIDAE	<i>Eigenmannia virescens</i>	X		
		<i>Sternopygus macrurus</i>	X		
Total por margen			61	31	
Total			61		

Referencia: las especies sombreadas de gris son consideradas de interés pesquero y/o económico.

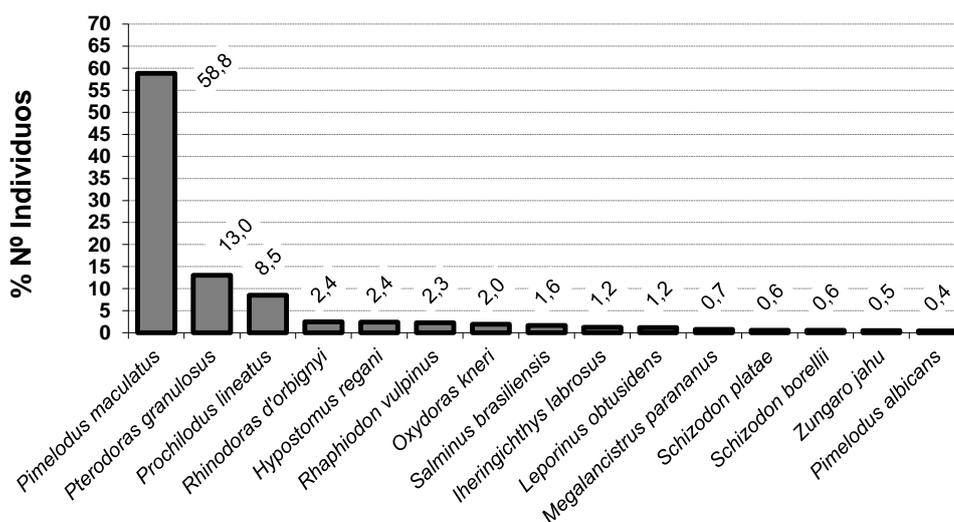
## 2- Frecuencia de entidades específicas

Una vez obtenido el número total de ejemplares transferidos por especie en cada muestreo, se analizó la frecuencia de especies transferidas entre ambas márgenes y en cada una de ellas. Durante los monitoreos se transfirieron un total de 28.937 ejemplares, de los cuales 20.241 fueron transferidos en MD y 8.697 en MI.

En general, *Pimelodus maculatus* fue la especie predominante representando el 58,8% del total transferido (17.025 ejemplares), sucedida con menor frecuencia por *Pterodoras granulosus* (13,0%) y *Prochilodus lineatus* (8,5%) (**Figura 3**).

En MD, el bagre amarillo *Pimelodus maculatus* representó el 64,7% (13.093 ejemplares) (**Figura 4**), mientras que en MI, sólo representó el 45,2% (3.932 ejemplares). Luego aparecen el sábalo *Prochilodus lineatus* con el 19,7% (1.716 ejemplares) y el armado amarillo *Pterodoras granulosus* con el 19,5% (1692 ejemplares) (**Figura 5**).

En este periodo el sistema de transferencia fue eficiente para el traspaso de 19 especie de interés pesquero y/o económico, entre ellas: *Brycon orbignyanus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Salminus brasiliensis*, *Leporinus acutidens*, *L. obtusidens*, *Schizodon borellii*, *Prochilodus lineatus*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodus albicans*, *P. maculatus*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *P. reticulatum*, *Sorubim lima*, *Zungaro jahú*, *Oxydoras kneri*, *Pterodoras granulosus*, *Plagioscion ternetzi* (**Tabla 7**).



**Figura 3.** Frecuencias relativas de las principales especies transferidas en las IPP.

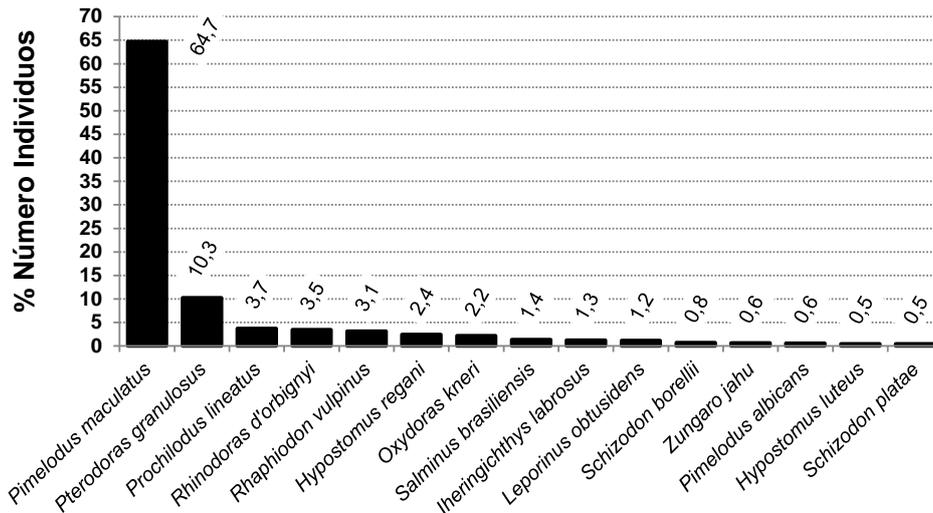


Figura 4. Frecuencias relativas de las principales especies transferidas en las IPP-MD.

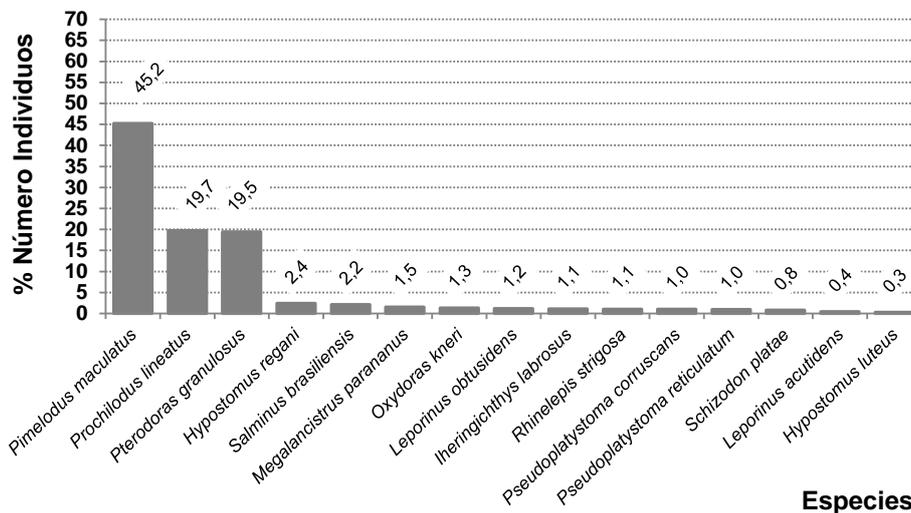


Figura 5. Frecuencias relativas de las principales especies transferidas en las IPP-MI.

### 3- Especies de biomasa sobresaliente.

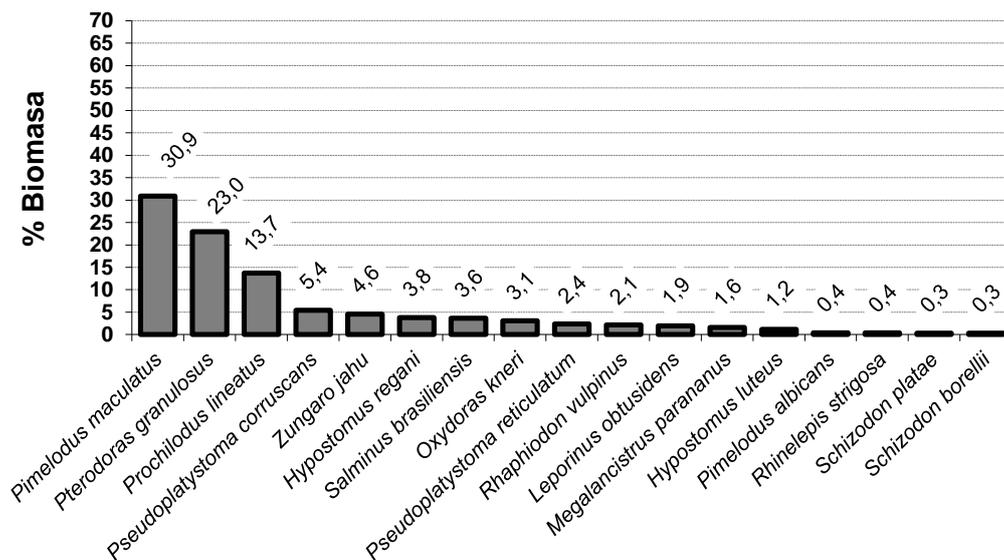
Una vez obtenida la biomasa total de ejemplares transferidos de cada campaña, se analizó la biomasa total de especies transferidas a nivel general y por margen. La biomasa total transferida durante este periodo fue de 28.928,4 kg, discriminados en 17.433,2 kg transferidos en MD y 11.495,1 kg transferidos en MI.

De igual forma que las frecuencias relativas de número de individuos, los principales aportes pertenecieron a *Pimelodus maculatus* con el 30,9% del total transferido, lo que representa 8.928,1 kg de bagre amarillo. A continuación se distingue

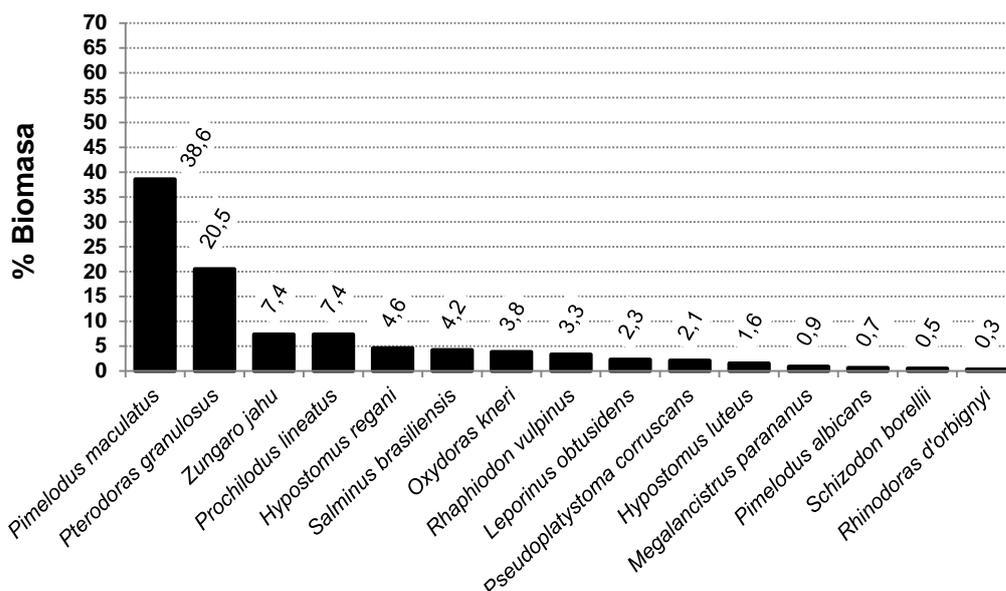


*Pterodoras granulosus* con el 23,0% (6.647,3 kg) y *Prochilodus lineatus* con el 13,7% (3.970,8 kg) (**Figura 6**).

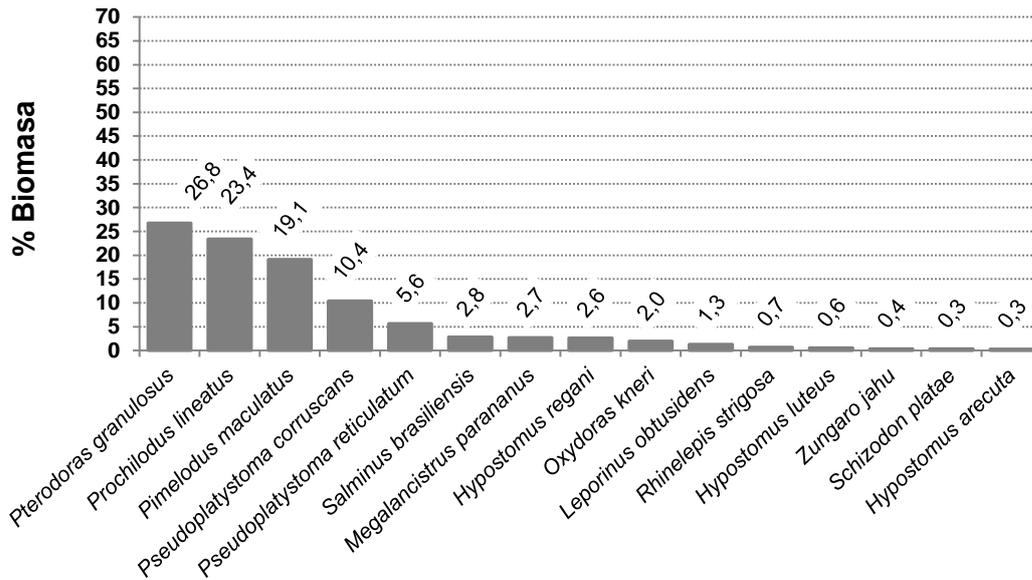
Si se analiza discriminando por margen, encontramos que *P. maculatus* representó el 38,6% (6728,9kg) del total transferido en MD, seguido por *P. granulosus* con el 20,5% (3.570,7 kg) (**Figura 7**). Por su lado, en MI los principales aportes fueron de *P. granulosus*, *P. lineatus* y *P. maculatus* con 26,8% (3.076,6 kg), 23,4% (2.688,7 kg) y 19,1% (2199,2 kg), respectivamente (**Figura 8**).



**Figura 6.** Frecuencias relativas de las especies con mayor biomasa transferida en las IPP.



**Figura 7.** Frecuencias relativas de las especies con mayor biomasa transferida en IPP-MD.



**Figura 8.** Frecuencias relativas de las especies con mayor biomasa transferida en IPP-MI.



## ESTRUCTURA DE TALLAS

### 1- Tallas máximas, medias y mínimas.

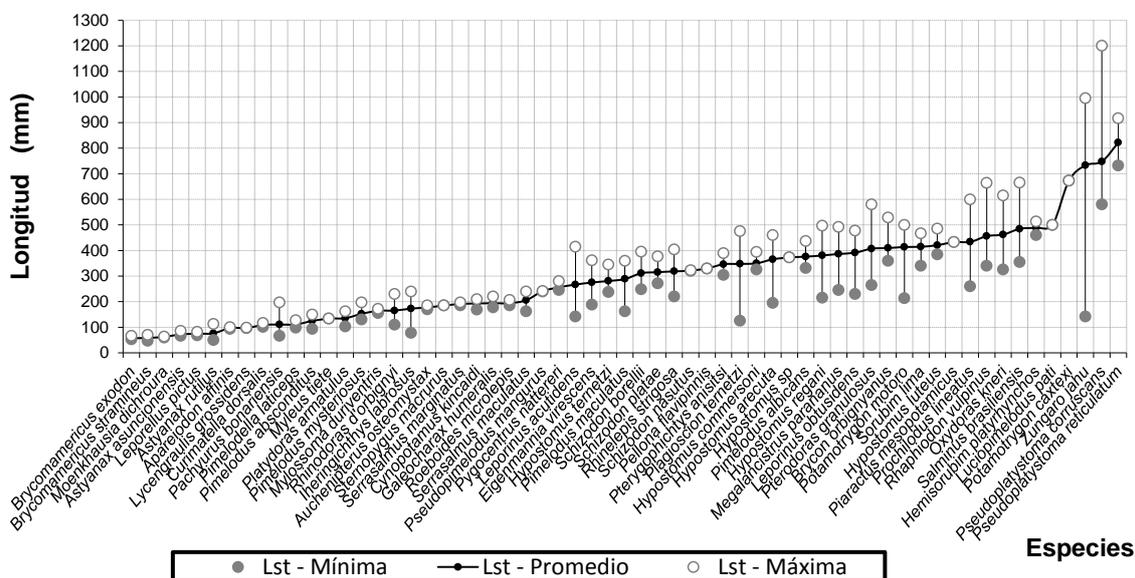
A través de la frecuencia de talla promedios se describe la distribución de tallas de los ejemplares para las especies registradas en el sistema de transferencia. A partir de esos datos se determinaron tres grupos principales:

Tallas pequeñas: tallas promedio inferiores a 200 mm.

Tallas medianas: tallas promedio comprendidas entre 201 mm hasta 500 mm.

Tallas grandes: tallas promedio superiores a 501 mm.

Por su parte, las longitudes máximas y mínimas de cada especie fueron utilizadas para analizar la amplitud de tallas de las especies transferidas. En la **Tabla 8** se detalla el valor en mm correspondiente a dicho rango. Mientras que en la **Figura 9** se puede apreciar el rango de amplitud de cada una de las especies transferidas.



**Figura 9.** Frecuencia de tallas promedios y amplitud de tallas de todas las especies transferidas en ambas márgenes.

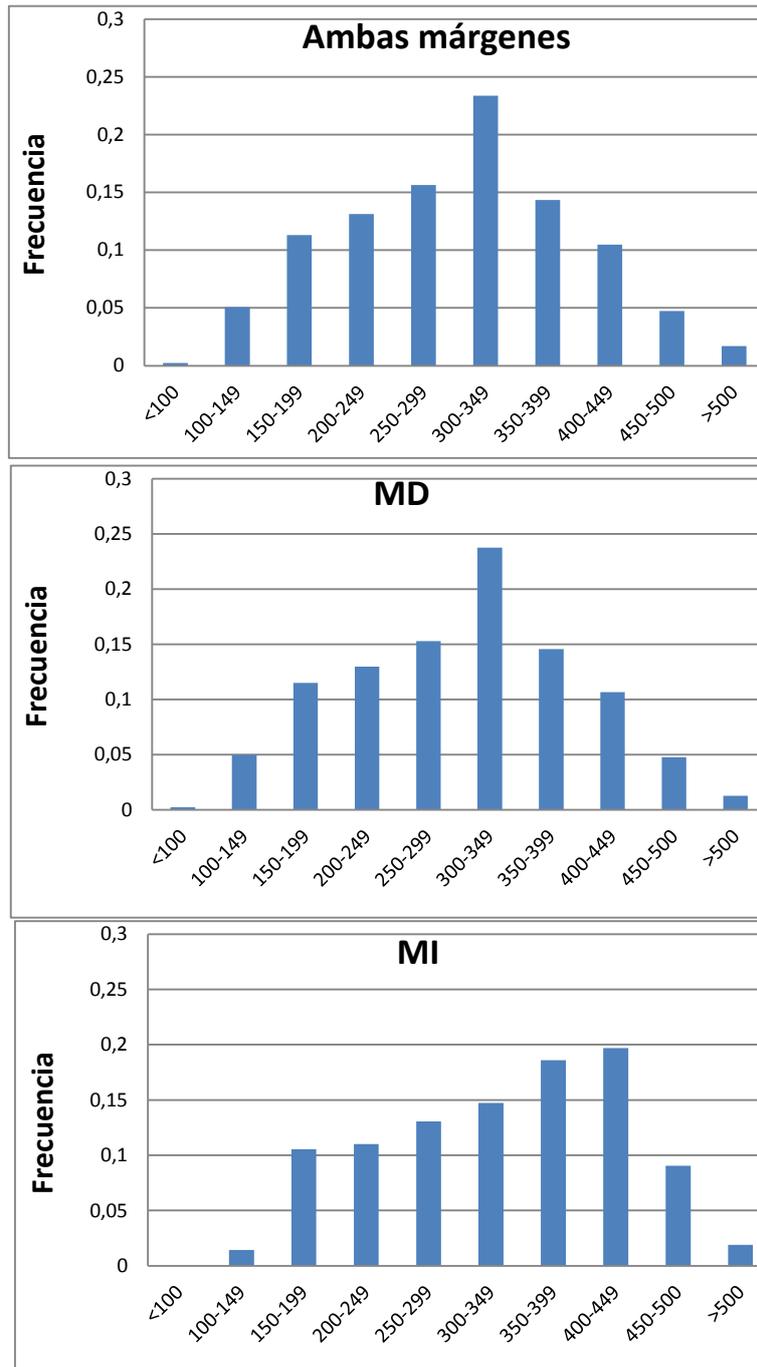


**Tabla 8.** Rango de tallas, diferencia entre la longitud máxima y mínima para cada especie. El valor cero indica que se registra un solo dato de dicha especie.

Especies Talla pequeña (< 200 mm)	Rango (mm)	Especies Talla mediana (201-500 mm)	Rango (mm)	Especies Talla grande (> 501 mm)	Rango (mm)
<i>Iheringichthys labrosus</i>	162	<i>Plagioscion ternetzi</i>	351	<i>Zungaro jahu</i>	853
<i>Pachyurus bonariensis</i>	131	<i>Prochilodus lineatus</i>	340	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	620
<i>Rhinodoras d'orbigny</i>	120	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	324	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	185
<i>Pimelodus misteriosus</i>	67	<i>Pterodoras granulosus</i>	315	<i>Potamotrygon caxtexi</i>	0
<i>Astyanax rutilus</i>	63	<i>Salminus brasiliensis</i>	310		
<i>Platydoras armatulus</i>	59	<i>Oxydoras kneri</i>	289		
<i>Pimelodus absconditus</i>	56	<i>Potamotrygon motoro</i>	286		
<i>Galeocharax humeralis</i>	42	<i>Hypostomus regani</i>	282		
<i>Cynopotamus kincaidi</i>	41	<i>Leporinus acutidens</i>	273		
<i>Pimelodella laticeps</i>	29	<i>Hypostomus arecuta</i>	265		
<i>Brycomamericus stramineus</i>	23	<i>Leporinus obtusidens</i>	248		
<i>Roebooides microlepis</i>	22	<i>Megalancistrus parananus</i>	247		
<i>Astyanax asuncionensis</i>	20	<i>Pimelodus maculatus</i>	198		
<i>Mylossoma duriventris</i>	17	<i>Rhinelepis strigosa</i>	184		
<i>Curimatella dorsalis</i>	16	<i>Eigenmannia virescens</i>	174		
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	15	<i>Brycon orbignyanus</i>	169		
<i>Leporellus pictus</i>	14	<i>Schizodon borellii</i>	147		
<i>Brycomamericus exodon</i>	13	<i>Sorubim lima</i>	127		
<i>Serrasalmus marginatus</i>	12	<i>Hypostomus ternetzi</i>	107		
<i>Apareiodon affinis</i>	6	<i>Schizodon platae</i>	105		
<i>Moenkhausia dichroua</i>	4	<i>Pimelodus albicans</i>	105		
<i>Lycengraulis grossidens</i>	2	<i>Hypostomus luteus</i>	100		
<i>Myleus tiete</i>	0	<i>Pterygoplichtys anisitsi</i>	86		
<i>Sternopygus macrurus</i>	0	<i>Serrasalmus maculatus</i>	78		
		<i>Hypostomus commersoni</i>	68		
		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	53		
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	35		
		<i>Schizodon nasutus</i>	3		
		<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	2		
		<i>Pellona flavipinnis</i>	0		
		<i>Hypostomus sp</i>	0		
		<i>Piaractus mesopotamicus</i>	0		
		<i>Luciopimelodus pati</i>	0		

## 2- Distribución por tallas de las especies transferidas en general que también fueron capturadas en Paso Mbaracaya

Cuando comparamos la estructura de tallas de las especies transferidas en ambas IPP, las cuales además fueron capturadas con redes aguas debajo de la represa, apreciamos en todos los análisis una sola moda. En el conjunto general de las especies transferidas y en las especies transferidas por MD, la moda estuvo definida por el por intervalo de 300-349 mm. En cambio, para las especies transferidas por MI, la moda estuvo representada por un intervalo de mayor talla, entre 400-449 mm (**Figura 10**).

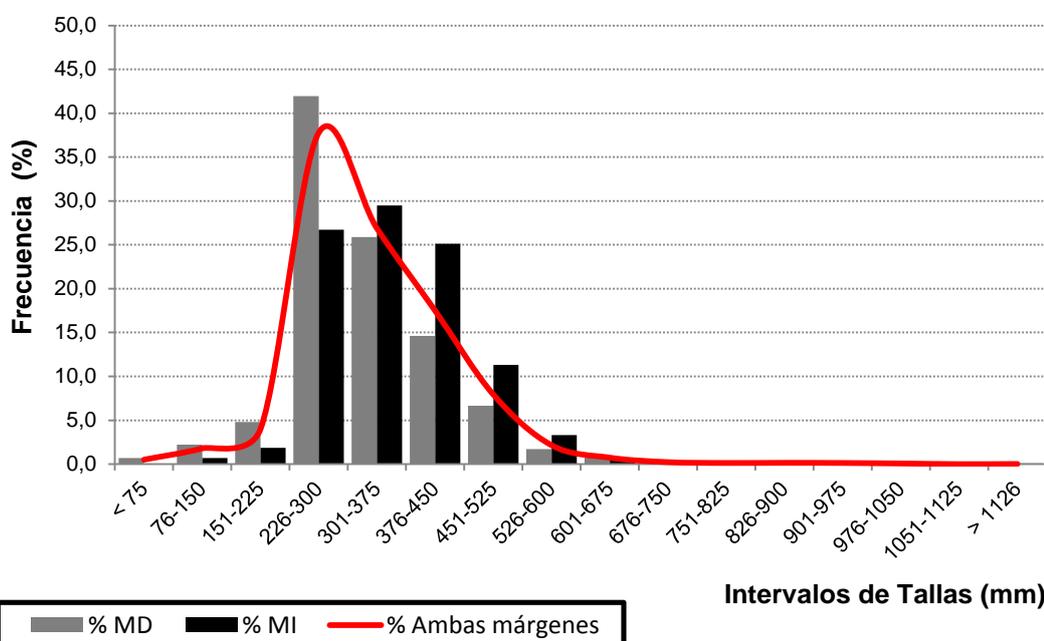


**Figura 10.** Distribución de tallas de las especies transferidas comunes a las capturadas con redes aguas debajo de la represa Yacyretá (Paso Mbaracaya).

### 3- Distribución por tallas

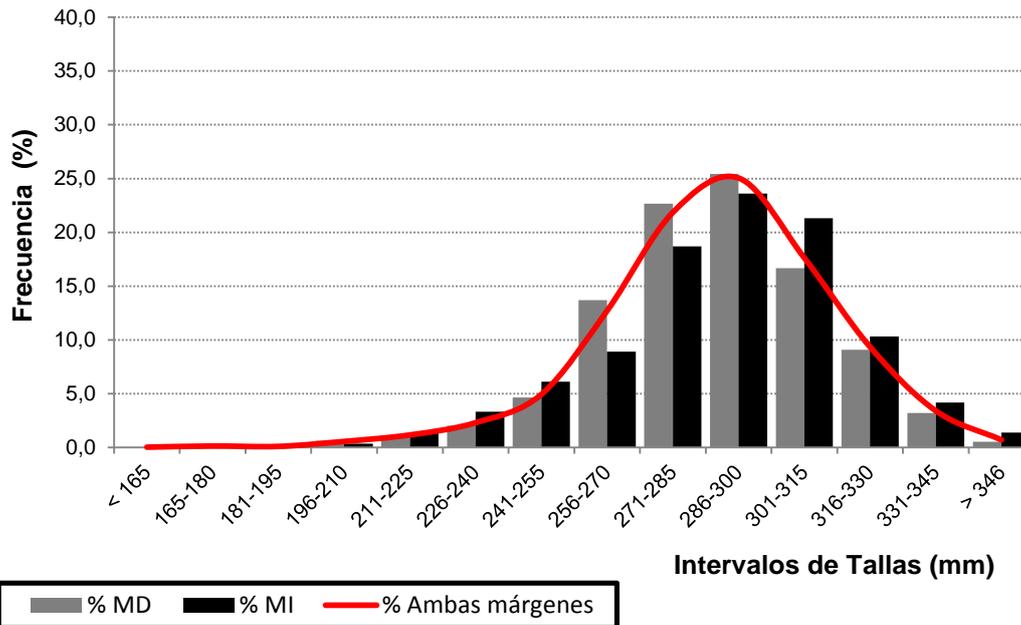
Para este análisis en primer lugar se confeccionó un gráfico con la distribución general de tallas de toda la comunidad transferida (**Figura 11**) y luego para las especies de interés pesquero y/o económico más frecuentes.

El análisis para toda la comunidad transferida demostró una distribución unimodal, tanto para ambas márgenes en general como para cada margen en particular. En margen derecha la moda estuvo determinada por el intervalo de 226-300 mm, mientras que en MI la moda estuvo representada por el intervalo de 301-375 mm (**Figura 11**).



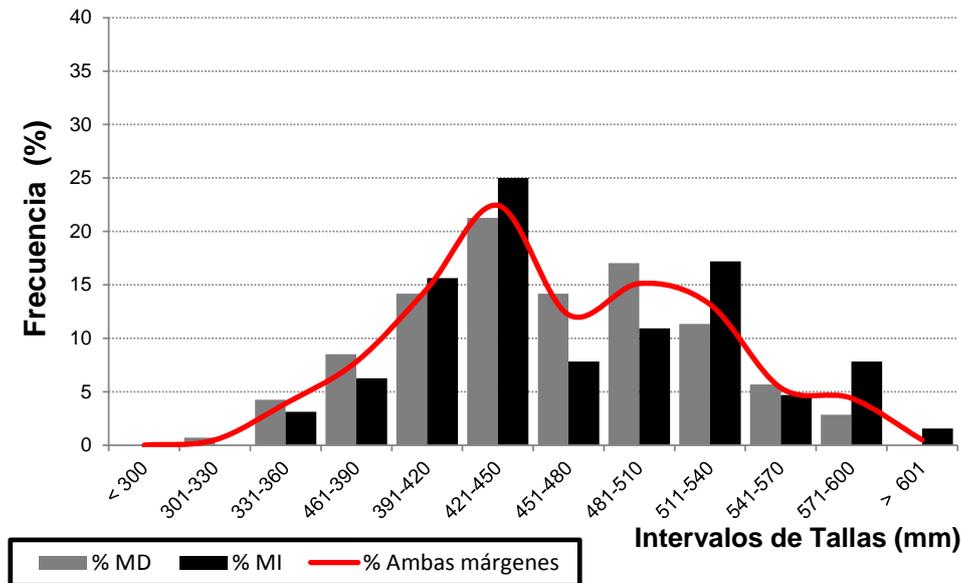
**Figura 11.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para todas las especies transferidas en general.

*Pimelodus maculatus* mostró un patrón similar en ambas márgenes, apreciándose una moda definida por el intervalo de 286-300 mm, cuyos porcentajes se acercaron al 25% en cada margen (**Figura 12**).



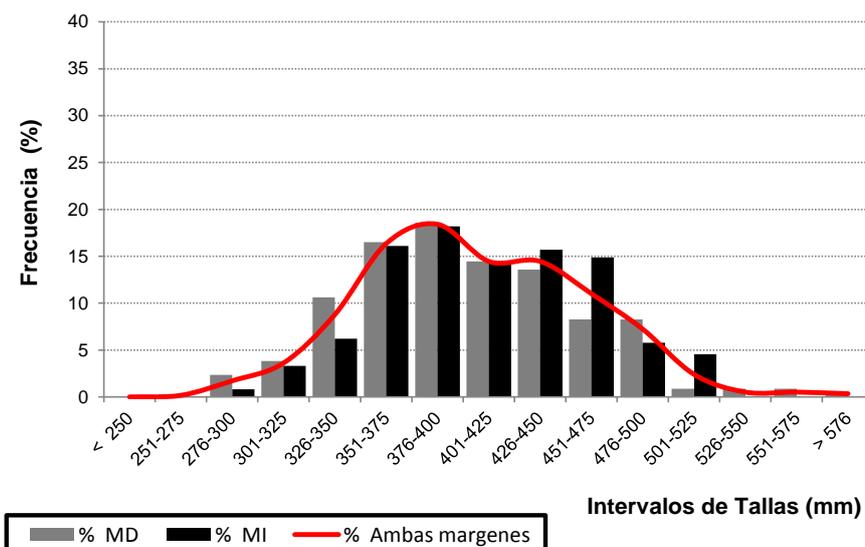
**Figura 12.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Pimelodus maculatus*.

*Oxydoras kneri* mostró una distribución multimodal, cuya primera moda estuvo representada por el intervalo de 421-450 mm, representado en ambas márgenes por porcentajes superiores al 20% (21% MD y 25% MI). Una segunda moda estuvo representada por dos intervalos, el de 481-510 mm representado mayormente por ejemplares transferidos en MD (17% MD y 11% MI) y el de 511-540 mm, representado mayormente por ejemplares transferidos en MI (17% MI y 11% MD). La tercera moda estuvo representada por el intervalo de 571-600 mm, representado mayormente por ejemplares transferidos en MI (8% MI y 3% MD) (Figura 13).



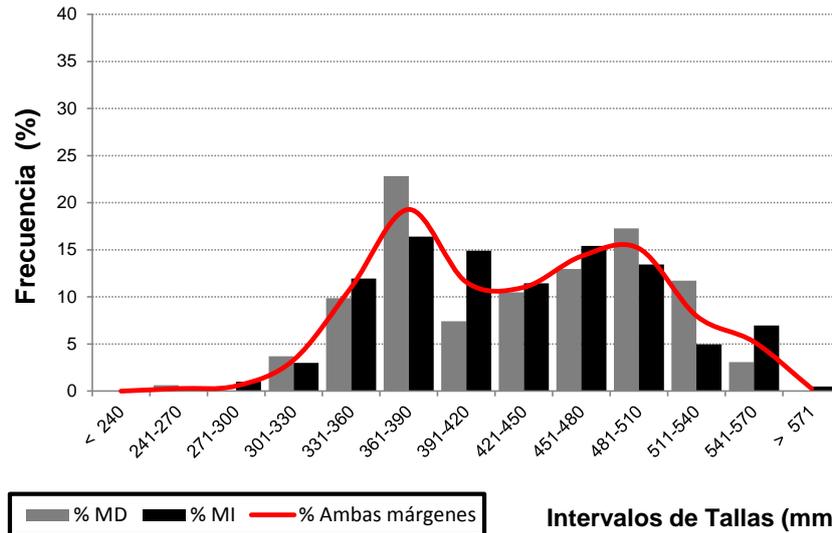
**Figura 13.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Oxydoras kneri*.

*Pterodoras granulosus* presentó, a modo general, una distribución bimodal. La primera moda definida por el intervalo de 376-400 mm, representado con porcentajes superiores al 18% para ambas márgenes. La segunda moda estuvo poco definida, representada por el intervalo de 426-450 mm, que en ambas márgenes alcanzaron porcentajes semejantes (16% MI y 14% MD). Cabe destacar que en MI no se registraron transferencias de ejemplares para los intervalos mayores a 526 mmn (**Figura 14**).



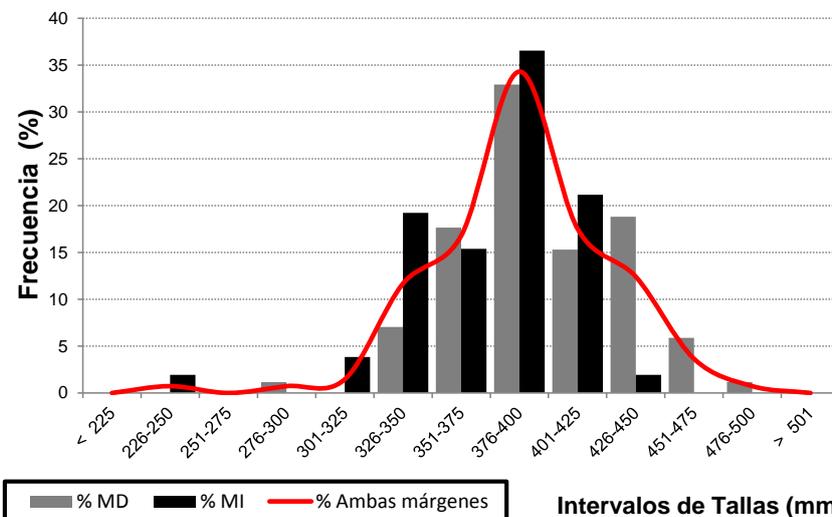
**Figura 14.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Pterodoras granulosus*.

*Prochilodus lineatus* mostró, a nivel general, una distribución bimodal. La primera moda estuvo conformada por el intervalo de 361-390 mm, destacándose la MD por representar el 23% de las transferencias, mientras que en MI representó el 16%. La segunda moda estuvo definida por el intervalo de 481-510 mm, todos ellos representados en su mayoría por ejemplares transferidos en MD (**Figura 15**).



**Figura 15.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Prochilodus lineatus*.

*Leporinus obtusidens* mostró una sola moda conformada por el intervalo de 376-400 mm, destacándose MI por representar el 37% de las transferencias y MD con el 34%. Cabe destacar que MI no registró transferencias para ejemplares superiores a los 451 mm (**Figura 16**).



**Figura 16.** Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Leporinus obtusidens*.

*Salminus brasiliensis* presentó una distribución multimodal. La primera moda fue definida por el intervalo de 386-420 mm, representado con porcentajes superiores al 14% para ambas márgenes. La segunda moda estuvo mejor definida y representada por el intervalo de 456-490 mm, que en ambas márgenes alcanzó porcentajes semejantes (24% MD y 25% MI). En MI no se registraron transferencias de ejemplares para los intervalos mayores a 596 mm (Figura 17).

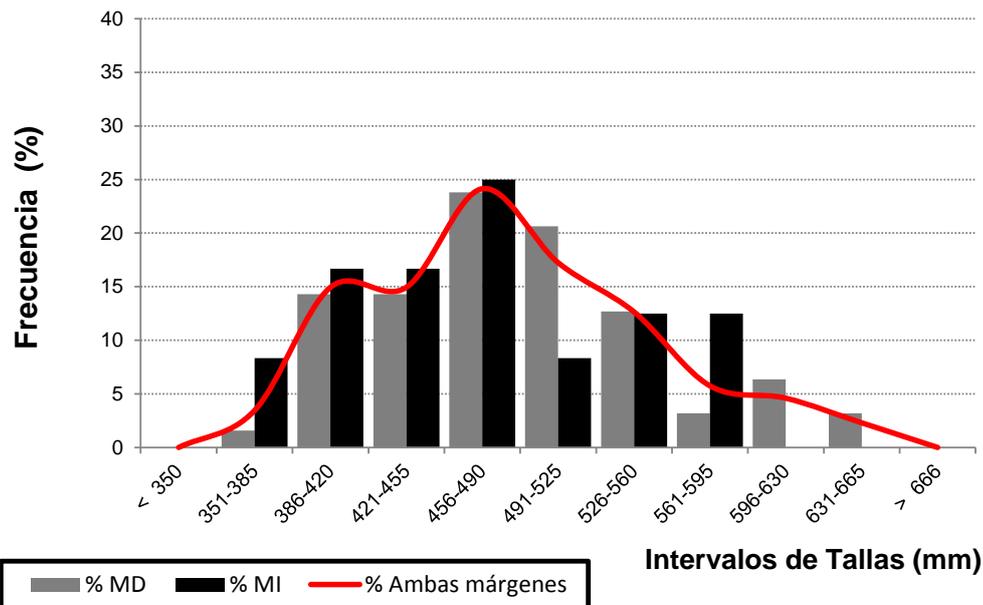


Figura 17. Porcentajes de distribución de tallas para ambas márgenes y por margen para *Salminus brasiliensis*.

#### 4- Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y factor de condición corporal (*k*)

Los análisis que se detallan a continuación fueron discriminados por mes y por margen, de modo de tener una secuencia temporal sobre la evolución de tales medidas. Si bien las especies analizadas fueron las de interés pesquero y/o económico más frecuentes, solo fueron analizadas en esta secuencia temporal aquellos meses donde el número de individuos de cada especie alcanzó 5 ejemplares por margen como mínimo.



El *coeficiente de crecimiento (b)* se calculó a partir de la relación largo-peso de los ejemplares, por medio de la ecuación potencial de Ricker (1975):

$$P = a * L^b$$

Dónde, **P**: peso total del pez en gramos

**a**: constante, conocida como factor de condición de Fulton (*k*)

**b**: constante, coeficiente de crecimiento de la relación longitud- peso

**L**: longitud estándar

El *coeficiente de condición (k) de Fulton*, es un indicador del estado corporal del ejemplar reflejando, en última instancia, la acción conjunta de los factores bióticos y abióticos. Este coeficiente puede servir también para evaluar el estado nutricional de los individuos de una especie, debido a que relaciona la longitud y el peso promedio. Así, un elevado valor de *k* nos indicaría que los peces son pesados para esa longitud y viceversa. Cambios en el valor de *k* de un pez pueden indicar maduración gonadal o cambios en la intensidad de alimentación (Wootton 1990). Estas medidas describen características estructurales de los individuos en una población para determinada especie, al mismo tiempo que sus variaciones representarían cambios en sus condiciones de supervivencia.

Los valores de *k* obtenidos para una determinada especie representan el estado corporal de una población, pudiendo ser estos valores utilizados para comparar estados corporales de diferentes poblaciones de la misma especie, no así para comparar estados corporales de diferentes especies.

El *coeficiente de Fulton* se calculó a través de la siguiente expresión, según Pauly (1984):

$$k = P * (100) / L^3$$

Dónde: **P**: peso

**L**: longitud en cm

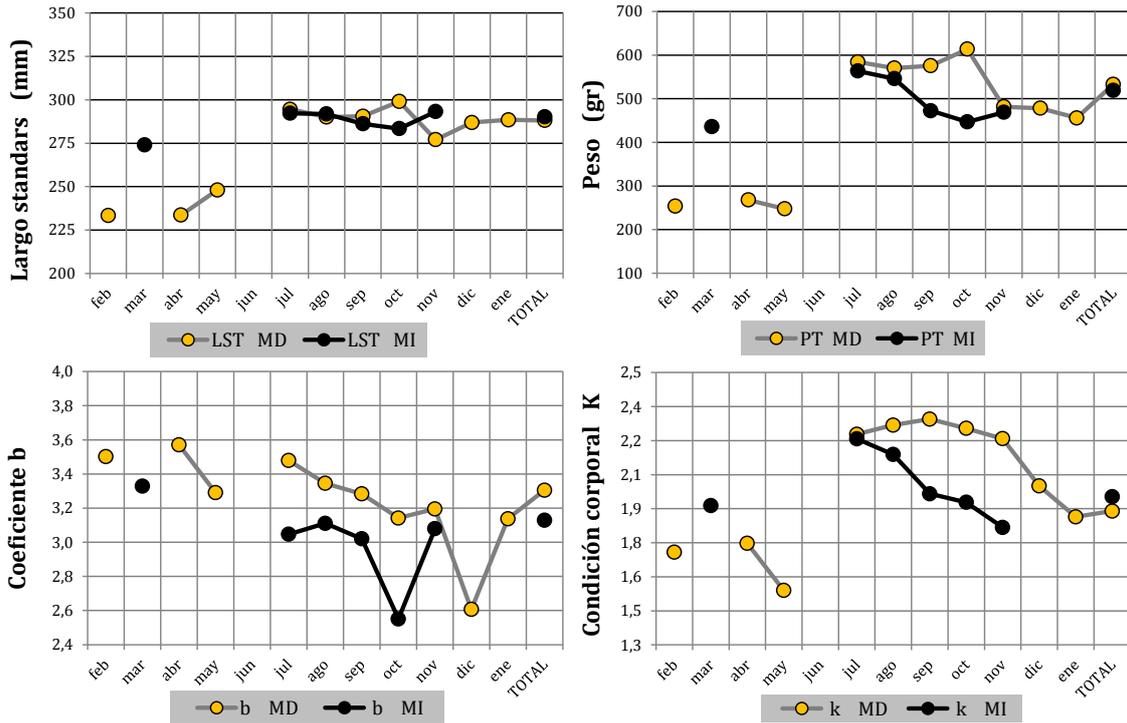


Las tablas que se detallan a continuación describen los resultados mensuales obtenidos para cada especie analizada durante este periodo de estudio.

*Pimelodus maculatus* presentó en ambas márgenes tallas y pesos medios semejantes. El análisis temporal demostró que los menores registros de tallas y pesos medios fueron apreciados en febrero (233,4 mm y 254 g), abril (233,6 mm y 268 g) y mayo (248 mm y 247,5 g), mientras que de julio a enero, las tallas y pesos medios incrementaron notablemente. Con respecto a las tallas, ambas márgenes transfirieron ejemplares con tallas medias por encima de los 277 mm, destacándose octubre por registrar una talla media de 299 mm. En cuanto a los pesos medios, podemos apreciar que en MD se transfirieron ejemplares de mayor porte que MI, principalmente en octubre, cuando los mismos registraron una media de 613,8 g.

El coeficiente de crecimiento ( $b$ ) para esta especie fue alométrico positivo en ambas márgenes (MD  $b=3,305$  y MI  $b=3,129$ ). El análisis temporal demostró que ambas márgenes presentaron generalmente crecimiento alométrico positivo, a excepción del mes diciembre en MD cuando fue negativo ( $b=2,607$ ), al igual que en octubre en MI ( $b=2,551$ ).

El factor de condición corporal ( $k$ ) total y mensual fue diferente en ambas márgenes, presentando MI un mayor factor ( $k=1,953$ ) que MD ( $k=1,890$ ). El análisis temporal indicó que durante febrero, abril y mayo los ejemplares transferidos en MD presentaron la menor condición corporal, situación que se corresponde con los bajos registros de largo y peso medios ya mencionados. Pese a ello, a partir de julio los ejemplares transferidos en MD presentaron una mayor condición corporal que los transferidos en MI, principalmente entre julio y noviembre, cuando los guarismos fueron superiores a  $k=2,200$  (**Figura 18 y Tabla 9**).



**Figura 18.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Pimelodus maculatus*.

**Tabla 9.** Promedio y desvío estándar de la longitud y peso, coeficiente de crecimiento (*b*) y factor de correlación ( $R^2$ ), coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Pimelodus maculatus*.

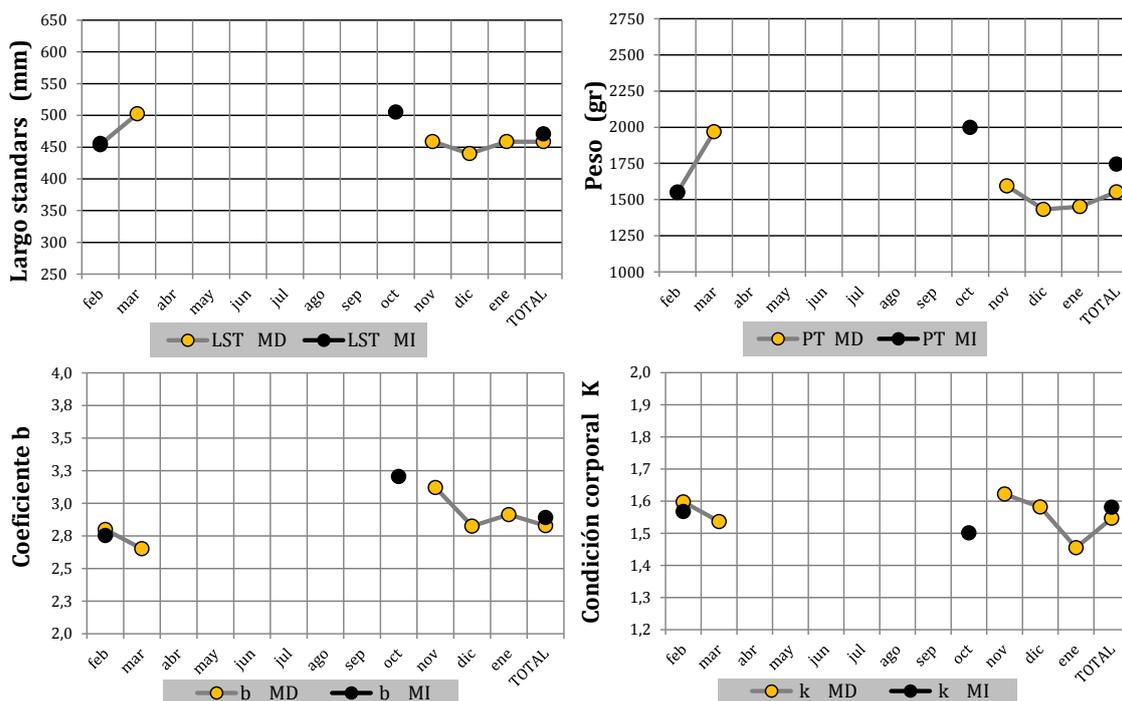
Margen	Valores	Meses											TOTAL	
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		ene
MD	LST medio (mm)	233,4		233,6	248,0		294,5	290,1	290,5	299,0	277,0	286,9	288,4	288,1
	DS LST (mm)	49,7		55,2	29,4		23,2	25,2	22,9	21,5	24,0	25,2	22,2	25,7
	PT medio (g)	254,0		268,0	247,5		584,3	570,5	575,9	613,8	481,7	478,3	456,0	533,3
	DS PT (g)	181,1		214,9	100,7		173,4	176,8	161,8	161,9	142,9	122,2	117,8	168,2
	Coeficiente <i>b</i>	3,5013		3,570	3,290		3,479	3,345	3,283	3,142	3,195	2,607	3,137	3,305
	$R^2$	0,9605		0,975	0,948		0,793	0,856	0,844	0,772	0,816	0,725	0,813	0,804
	Coeficiente <i>k</i>	1,709		1,747	1,540		2,228	2,269	2,295	2,254	2,208	2,000	1,864	1,890
	Nº individuos	5	4	5	28	2	329	402	305	255	364	362	181	1349
MI	LST medio (mm)		274,0				292,2	291,8	286,2	283,4	293,2		290,2	
	DS LST (mm)		49,8				25,7	27,7	27,3	33,8	25,2		27,9	
	PT medio (g)		436,0				563,7	546,2	472,7	446,9	468,9		519,0	
	DS PT (g)		279,7				163,0	172,8	136,2	127,4	129,4		164,2	
	Coeficiente <i>b</i>		3,329				3,047	3,111	3,020	2,551	3,079		3,129	
	$R^2$		0,990				0,768	0,784	0,855	0,824	0,828		0,783	
	Coeficiente <i>k</i>		1,913				2,208	2,139	1,966	1,928	1,818		1,953	
	Nº individuos		1	5	3		229	119	79	32	102		993	

*Oxydoras kneri* presentó tallas y pesos promedios totales superiores en MI (MD= 458,7 mm y 1553,2 g versus MI=470,8 mm y 1744,2 g).



A nivel total se apreció un crecimiento alométrico negativo en ambas márgenes. A nivel temporal, MD presentó un crecimiento ( $b$ ) alométrico negativo a excepción de noviembre donde fue positivo ( $b=3,121$ ). Al igual que en MI durante octubre ( $b=3,200$ )

El factor de condición corporal ( $k$ ) total fue apenas superior en MI. El análisis temporal no permite la comparación entre márgenes debido a que las transferencias de esta especie fueron discontinuas (**Figura 19 y Tabla 10**).



**Figura 19.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento ( $b$ ) y coeficiente de condición de Fulton ( $k$ ) por margen y mes de muestreo en *Oxydoras kneri*.



**Tabla 10.** Promedio y desvío estándar de la longitud y peso, coeficiente de crecimiento ( $b$ ) y factor de correlación ( $R^2$ ), coeficiente de condición de Fulton ( $k$ ) por margen y mes de muestreo en *Oxydoras kneri*

Margen	Valores	Meses											TOTAL	
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		ene
MD	LST medio (mm)	453,9	502,4								458,8	439,8	458,6	458,7
	DS LST (mm)	56,6	38,0								35,7	72,3	51,4	58,9
	PT medio (g)	1549,0	1967,9								1594,4	1432,3	1451,0	1553,2
	DS PT (g)	555,6	410,6								399,3	671,5	511,6	572,0
	Coeficiente $b$	2,7988	2,651								3,121	2,825	2,913	2,829
	$R^2$	0,948	0,875								0,887	0,958	0,910	0,933
	Coeficiente $k$	1,598	1,537								1,622	1,582	1,455	1,547
	Nº individuos	33	19		2						2	9	35	41
MI	LST medio (mm)	455,8								505,3				470,8
	DS LST (mm)	62,5								53,1				65,9
	PT medio (g)	1551,5								1998,8				1744,2
	DS PT (g)	652,8								649,9				819,2
	Coeficiente $b$	2,7528								3,205				2,891
	$R^2$	0,9377								0,928				0,923
	Coeficiente $k$	1,568								1,501				1,581
	Nº individuos	47	3		2					8	4			64

*Pterodoras granulosus* fue transferida en ambas márgenes y mostró un comportamiento semejante a lo largo de todo el periodo tanto para las tallas como para los pesos promedios totales y mensuales y el crecimiento ( $b$ ).

Durante los primeros monitoreos (febrero a mayo) las tallas y pesos promedios transferidos fueron inferiores a los 400 mm y 1400 g respectivamente. A partir de junio, ambos parámetros promedios fluctuaron en cada margen, presentando MI un mayor largo y peso promedio durante septiembre y octubre, y un decaimiento en noviembre, mientras que en MD se observaron los ejemplares con mayor largo y peso medio.

Esta especie mostró a nivel general un coeficiente de crecimiento ( $b$ ) alométrico positivo en ambas márgenes ( $b=3,269$  en MI y  $b=3,122$  en MD). El análisis temporal en ambas márgenes demostró un crecimiento alométrico negativo durante marzo y abril, cuando aparecieron los ejemplares de menor largo y peso medio, y durante noviembre, cuando fueron transferidos ejemplares de menor talla y peso principalmente en MI.

El factor de condición corporal ( $k$ ) a nivel general fue semejante entre ambas márgenes, pero en el análisis temporal demostró diferencias entre los ejemplares transferidos. En MD, los ejemplares transferidos desde febrero a abril mostraron una mayor condición corporal, mientras que en MI fueron los transferidos desde



septiembre a noviembre, destacándose los de septiembre ( $k=2,255$ ) (Figura 20 y Tabla 11).

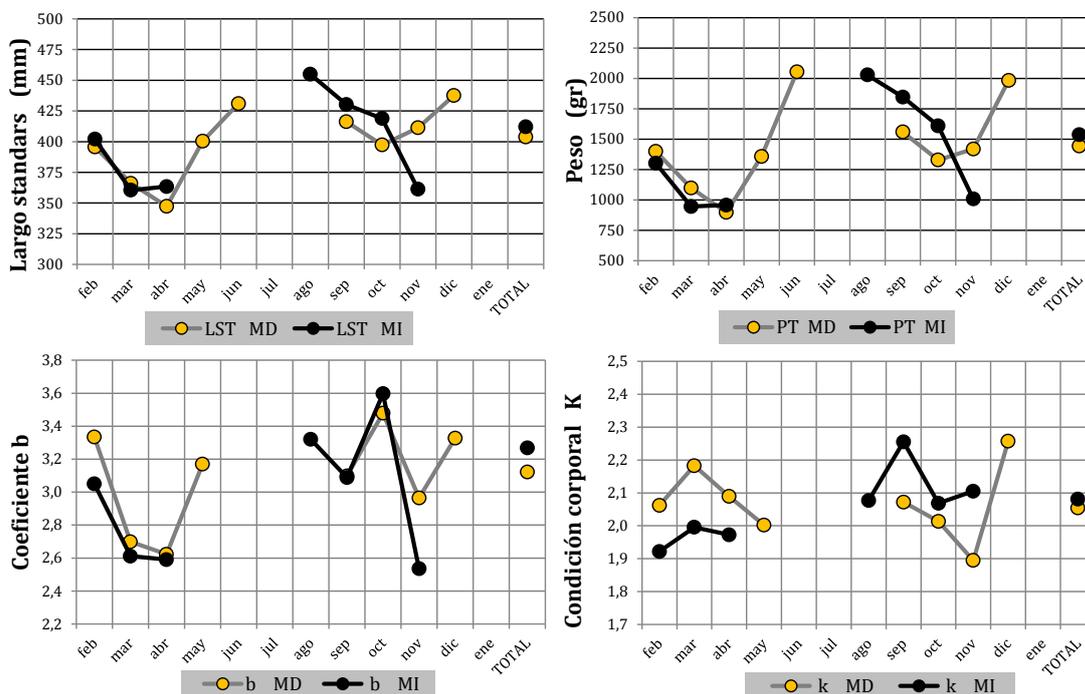


Figura 20. Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento ( $b$ ) y coeficiente de condición de Fulton ( $k$ ) por margen y mes de muestreo para *Pterodoras granulosus*.

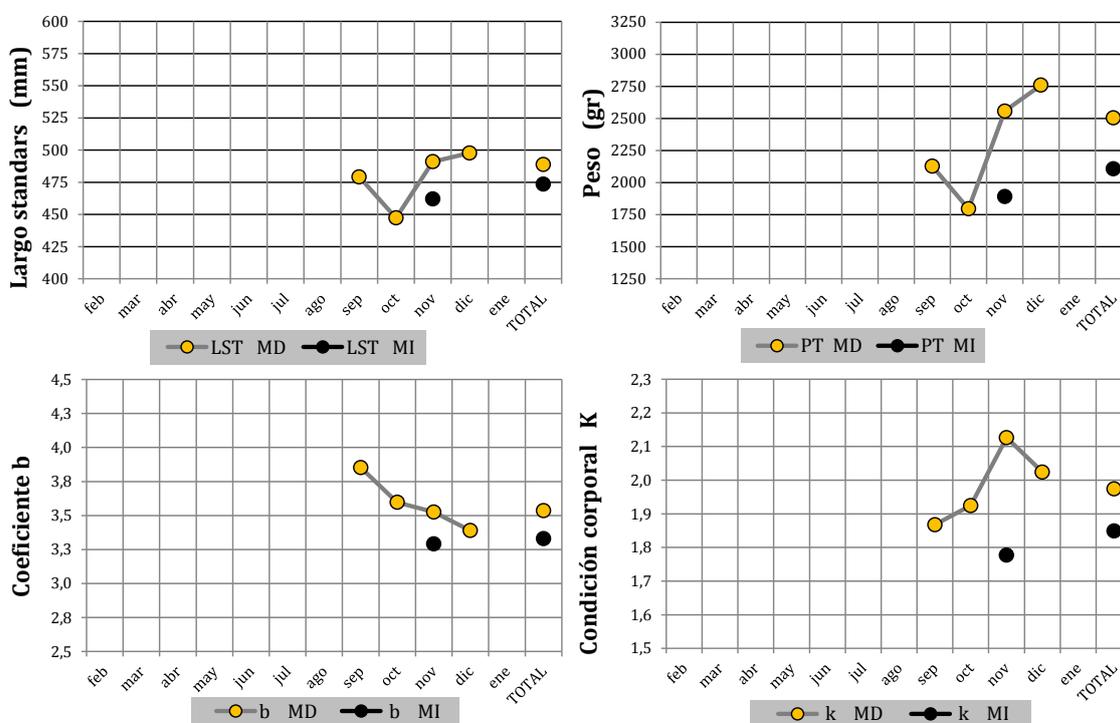
Tabla 11. Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento ( $b$ ) y factor de correlación ( $R^2$ ), coeficiente de condición de Fulton ( $k$ ) por margen y mes de muestreo para *Pterodoras granulosus*

Margen	Valores	Meses											TOTAL	
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic		ene
MD	LST medio (mm)	395,7	366,1	347,3	400,4	431,0			416,3	397,3	411,3	437,6		403,8
	DS LST (mm)	56,6	40,1	40,5	54,5	29,7			48,8	42,9	67,2	49,8		56,0
	PT medio (g)	1399,4	1098,1	897,0	1358,0	2055,0			1558,9	1327,8	1419,2	1983,7		1443,3
	DS PT (g)	911,6	354,6	304,9	637,9	1152,6			558,2	509,1	742,1	741,5		696,0
	Coeficiente $b$	3,334	2,699	2,623	3,170				3,098	3,478	2,965	3,328		3,122
	$R^2$	0,9299	0,905	0,937	0,898				0,919	0,937	0,883	0,923		0,902
	Coeficiente $k$	2,062	2,183	2,089	2,002				2,072	2,013	1,895	2,257		2,054
	Nº individuos	36	37	10	5		2	2	55	78	73	40	1	339
MI	LST medio (mm)	402,0	360,5	363,4				454,9	430,3	418,9	361,3			412,0
	DS LST (mm)	44,8	33,5	26,8				45,8	39,9	49,3	37,7			50,0
	PT medio (g)	1302,5	945,7	957,0				2028,5	1846,8	1609,6	1007,5			1537,6
	DS PT (g)	523,9	253,4	250,2				696,3	617,6	653,0	260,3			653,2
	Coeficiente $b$	3,0502	2,612	2,591				3,320	3,089	3,597	2,535			3,269
	$R^2$	0,8714	0,669	0,724				0,903	0,755	0,842	0,951			0,851
	Coeficiente $k$	1,922	1,996	1,973				2,077	2,255	2,068	2,105			2,081
	Nº individuos	56	14	10	3			13	69	69	8			242

*Salminus brasiliensis*, tanto a nivel general como temporal los ejemplares transferidos en MD presentaron mayor largo y peso medio (488,9 mm y 2504,4 g) que los transferidos en MI (474 mm y 2107,5 g), destacándose los transferidos durante noviembre (491,0 mm y 2557,5 g) y diciembre (497,8 mm y 2751,1 g).

Esta especie mostró en ambas márgenes, tanto a nivel general como temporal, siempre un coeficiente de crecimiento (*b*) alométrico positivo.

El factor de condición corporal (*k*) en general fue mayor en MD ( $k=1,974$ ) respecto a MI ( $k=1,849$ ). El análisis temporal solo fue posible en MD, apreciándose durante noviembre los ejemplares con la mayor condición corporal (**Figura 21 y Tabla 12**).



**Figura 21.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Salminus brasiliensis*.



**Tabla 12.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento ( $b$ ) y factor de correlación ( $R^2$ ), coeficiente de condición de Fulton ( $k$ ) por margen y mes de muestreo para *Salminus brasiliensis*.

Margen	Valores	Meses										TOTAL		
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov		dic	ene
MD	LST medio (mm)								479,2	447,3	491,0	497,8		488,9
	DS LST (mm)								39,2	46,3	31,4	80,0		65,7
	PT medio (g)								2127,1	1795,7	2557,5	2759,1		2504,4
	DS PT (g)								664,6	645,3	566,8	1558,9		1299,3
	Coeficiente $b$								3,852	3,596	3,526	3,389		3,536
	$R^2$								0,968	0,962	0,954	0,917		0,952
	Coeficiente $k$								1,868	1,924	2,126	2,024		1,974
Nº individuos		3	2			2	1	4	17	7	8	16	3	63
MI	LST medio (mm)											462,0		473,6
	DS LST (mm)											70,7		63,8
	PT medio (g)											1891,0		2107,5
	DS PT (g)											914,0		994,8
	Coeficiente $b$											3,290		3,330
	$R^2$											0,970		0,943
	Coeficiente $k$											1,777		1,849
Nº individuos		1	1	1	1	2	2	3	2	1	10		24	

*Prochilodus lineatus* presentó en general un largo y peso medio semejante en ambos márgenes, un coeficiente de crecimiento alométrico negativo ( $b=2,465$  en MI y  $b=2,499$  en MD), y un coeficiente corporal mayor en MD ( $k=2,196$ ) que en MI ( $k=2,115$ ).

El análisis temporal de tallas y pesos medios varió de una margen a otra, del mismo modo que el crecimiento y el factor de condición corporal, destacándose este último ya que los ejemplares transferidos en MD desde septiembre a noviembre presentaron una mayor condición corporal que los de MI (**Figura 22 y Tabla 13**).

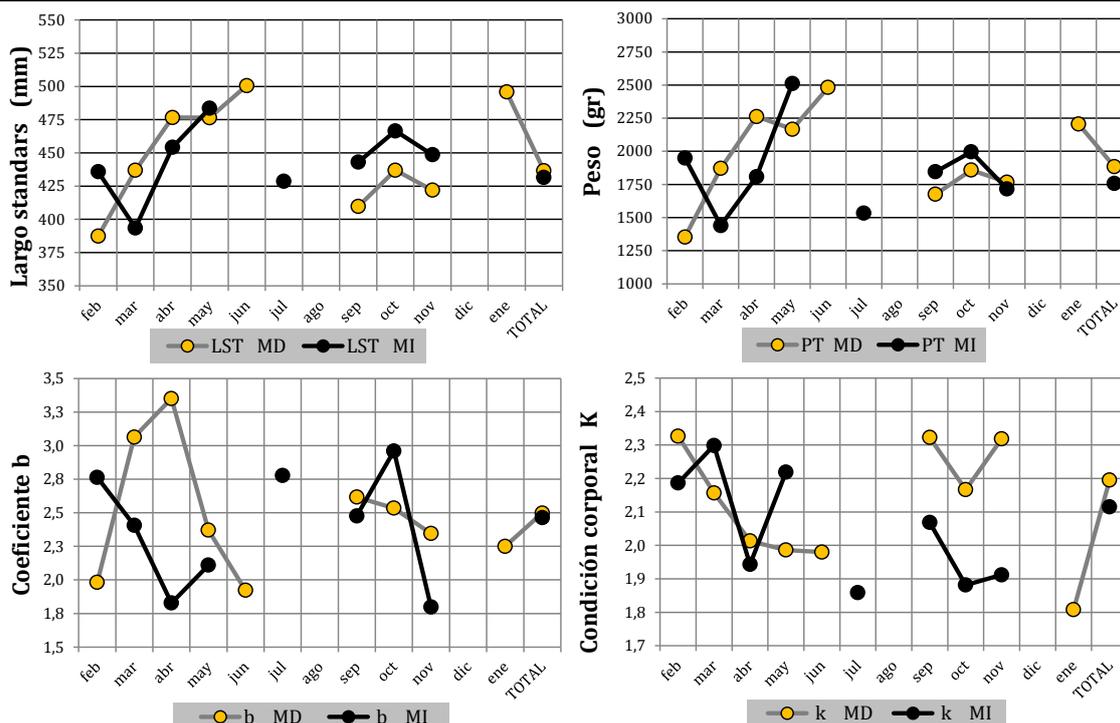


Figura 22. Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Prochilodus lineatus*.

Tabla 13. Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y factor de correlación (*R*<sup>2</sup>), coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Prochilodus lineatus*.

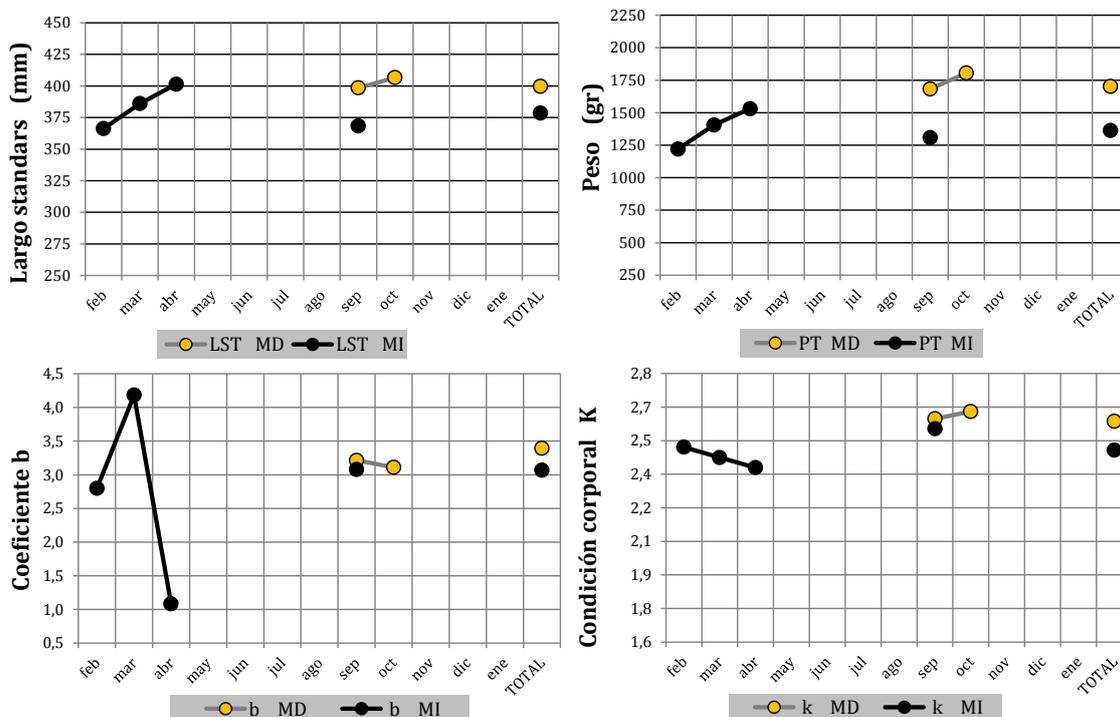
Margen	Valores	Meses												TOTAL
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	
MD	LST medio (mm)	387,4	436,9	476,7	476,5	500,6			409,7	437,0	421,9		495,9	436,6
	DS LST (mm)	29,0	51,5	48,7	45,7	36,0			70,4	60,3	51,1		22,9	66,2
	PT medio (g)	1352,9	1870,9	2262,2	2166,7	2482,5			1675,9	1858,8	1766,7		2206,4	1884,9
	DS PT (g)	222,8	646,6	831,3	510,7	409,1			779,9	700,8	547,4		353,8	724,4
	Coeficiente <i>b</i>	1,9821	3,065	3,352	2,371	1,923			2,617	2,535	2,346		2,250	2,499
	<i>R</i> <sup>2</sup>	0,7626	0,950	0,915	0,896	0,709			0,876	0,873	0,903		0,385	0,883
	Coeficiente <i>k</i>	2,327	2,157	2,013	1,986	1,980			2,323	2,166	2,319		1,808	2,196
	Nº individuos	7	11	9	6	8	8	3	2	61	16	21	4	14
MI	LST medio (mm)	435,8	393,6	454,2	483,6		428,7		443,0	466,6	448,6		431,6	431,6
	DS LST (mm)	80,7	59,9	49,4	27,2		68,4		61,1	57,0	48,7		66,7	66,7
	PT medio (g)	1949,5	1439,9	1809,1	2511,1		1532,9		1845,8	1995,6	1716,0		1757,9	1757,9
	DS PT (g)	1047,4	605,2	446,4	390,4		654,3		692,3	781,6	410,2		740,1	740,1
	Coeficiente <i>b</i>	2,7643	2,406	1,828	2,110		2,778		2,477	2,961	1,799		2,465	2,465
	<i>R</i> <sup>2</sup>	0,9582	0,794	0,547	0,549		0,928		0,802	0,935	0,791		0,845	0,845
	Coeficiente <i>k</i>	2,186	2,299	1,943	2,219		1,859		2,069	1,882	1,912		2,115	2,115
	Nº individuos	22	68	11	9		7	2	45	32	5		201	201

*Leporinus obtusidens*, en general los ejemplares transferidos en MD presentaron un mayor largo y peso medio en todos los meses donde fueron transferidos.



El coeficiente de crecimiento a nivel total y por mes fue alométrico positivo en ambas márgenes, a excepción de MI durante febrero y abril.

Por su parte, el factor de condición corporal, tanto a nivel total como por mes, mostró que los ejemplares transferidos en MD presentaron una mejor condición corporal que los de MI (Figura 23 y Tabla 14).



**Figura 23.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Leporinus obtusidens*

**Tabla 14.** Longitud y peso promedio, coeficiente de crecimiento (*b*) y factor de correlación ( $R^2$ ), coeficiente de condición de Fulton (*k*) por margen y mes de muestreo para *Leporinus obtusidens*.

Margen	Valores	Meses												TOTAL	
		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene		
MD	LST medio (mm)								398,5	406,6					399,6
	DS LST (mm)								32,4	31,8					35,9
	PT medio (g)								1682,9	1804,6					1703,4
	DS PT (g)								474,3	487,2					525,9
	Coeficiente <i>b</i>								3,215	3,112					3,393
	$R^2$								0,873	0,823					0,894
	Coeficiente <i>k</i>								2,598	2,630					2,586
	Nº individuos		2		1				2	51	26	2	1		85
MI	LST medio (mm)	366,2	386,0	401,4					368,4						378,6
	DS LST (mm)	19,3	16,8	21,2					33,5						35,5
	PT medio (g)	1220,0	1406,0	1530,0					1307,8						1362,9
	DS PT (g)	250,2	370,7	180,2					362,2						343,2
	Coeficiente <i>b</i>	2,7982	4,182	1,082					3,080						3,066
	$R^2$	0,4844	0,412	0,275					0,920						0,856
	Coeficiente <i>k</i>	2,471	2,425	2,379					2,554						2,458
	Nº individuos	10	5	10					4	18	3	2			52



## ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para cada margen se analizó la diversidad específica transferida, asumiendo que cada una de las IPP son espacios ambientales diferentes y que, en éste sentido, transponen una comunidad de individuos distintos que se intenta describir. Para ello se utilizaron cuatro índices de diversidad alfa, a saber: el *índice de riqueza específica* y los índices de estructura de la comunidad como: *índice de dominancia* de Simpson, *índice de Equidad* de Shannon-Wiener, e *índice de Equitatividad de Pielou* (Moreno 2001).

- *Riqueza específica (S)*: número de especies
- *Índice de Simpson (D)*, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sum \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Dónde **ni**: número de individuos de cada especie por campaña

**N**: número total de individuos por campaña

Generalmente se adopta la forma recíproca del índice de Simpson, la cual asegura que el valor de dicho índice aumente con el incremento de la diversidad: **1/D**

- *Índice de Shannon & Weaver (H')* (1963) esta expresado como:

$$H' = -\sum p_i * \text{Log}_2 (p_i)$$

Dónde **pi**: proporción de especies en la muestra

- *Índice de Equitatividad o equidad de Pielou (1969)*:

$$E = H' / H_{\text{máximo}}$$

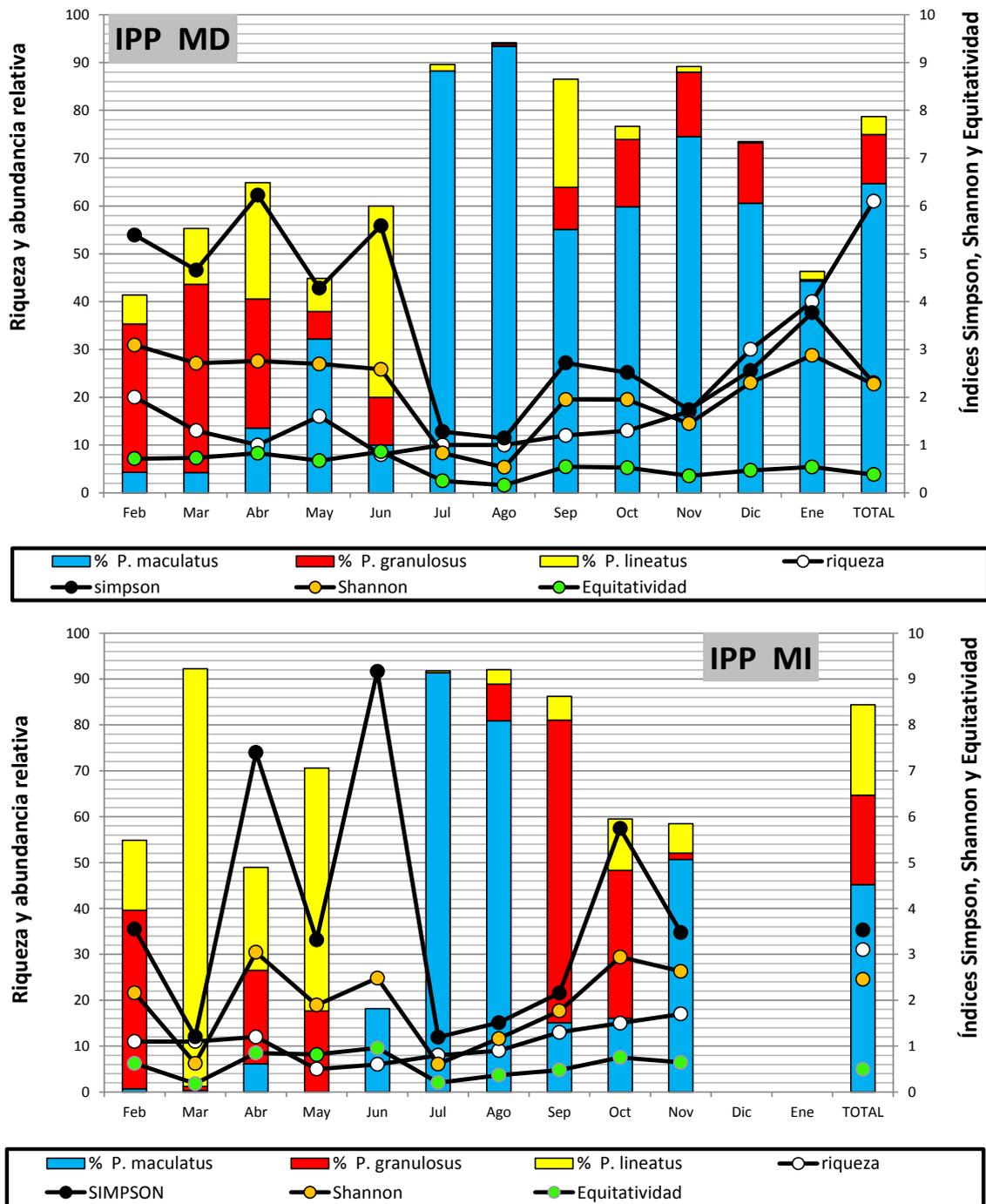
Dónde **H<sub>máximo</sub>**: log (S) y **S**: riqueza de especies



En la **Tabla 15** se detalla los índices calculados por mes y por margen, además de los índices calculados a nivel general para todo el periodo. En la **Figura 24** se representa los índices y los porcentajes de las tres especies más frecuentes por mes.

**Tabla 15.** Índices de diversidad, riqueza específica (**S**), índice de Simpson (**D**), índice de Shannon y Weiner (**H'**) e índice de Equitatividad (**E**) por margen y por mes

Margen	índices de Diversidad	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	General
MD	Riqueza (S)	20	13	10	16	8	10	10	12	13	17	30	40	61
	Simpson (D)	5,392	4,660	6,224	4,280	5,588	1,280	1,146	2,718	2,518	1,738	2,556	3,768	2,302
	Shannon (H')	3,091	2,710	2,754	2,695	2,584	0,831	0,533	1,953	1,951	1,448	2,304	2,876	2,272
	Equitatividad (E)	0,72	0,73	0,83	0,67	0,86	0,25	0,16	0,54	0,53	0,35	0,47	0,54	0,38
MI	Riqueza (S)	11	11	12	5	6	8	9	13	15	17			31
	Simpson (D)	3,552	1,203	7,396	3,317	9,167	1,194	1,510	2,155	5,742	3,474			3,530
	Shannon (H')	2,159	0,623	3,043	1,894	2,482	0,609	1,163	1,768	2,941	2,630			2,456
	Equitatividad (E)	0,62	0,18	0,85	0,82	0,96	0,20	0,37	0,48	0,75	0,64			0,50



**Figura 24.** Porcentajes mensuales de las 5 especies más transferidas. Riqueza específica (S), índice de Simpson (D), índice de Shannon y Weiner (H') e índice de Equitatividad (E) para cada margen por mes y general.



## ESTIMACIÓN DEL TOTAL TRANSFERIDO

### 1- Estimación del número y biomasa con registros obtenidos durante los muestreos

Para estimar el número total de peces transferidos en todo el periodo en estudio, se tomaron las estimaciones consecutivas de cada mes como muestras, a partir de las cuales se obtuvo la media aritmética entre las IPP de ambas márgenes. Este valor fue extrapolado como referencia para cada uno de los días en que no se efectuaron muestreos.

En base al total transferido en 24 horas, obtenido como se mencionó precedentemente, se calcularon el número y la biomasa total de individuos en los intervalos entre muestreos, infiriendo un funcionamiento *regular* de los ascensores durante los intervalos entre muestreos (**Tabla 16**). El cese de actividades ocasionado por eventos particulares -ascensores fuera de servicio, periodos sin convenios, etc.-, conduce a la estimación e inclusión de los llamados “períodos A y B”, con el fin de poder comparar estos datos con las estimaciones de los totales obtenidos por los operadores en meses calendario. El periodo A se extiende desde principios de mes al último día del muestreo mensual correspondiente. El periodo B comprende las estimaciones realizadas desde el día después de finalizado el muestreo hasta final de mes.

**Tabla 16.** Fórmulas empleadas para estimar el número y biomasa de peces transferidos entre muestreos.

Descripción	Método de estimación o fórmula
$N_d$ = Número total de peces transferidos por día.	Sumatoria de $N_i$ de un día (24 hs).
$P_d$ = peso total de peces transferidos por día.	Sumatoria de $P_i$ de un día (24 hs).
$N_i$ = Número total de peces por intervalo de muestreo.	$((N_d \text{ fecha } 1 + N_d \text{ fecha } n+1)/2) \cdot \text{número de días entre muestreos.}$
$P_i$ = Peso total de peces por intervalo de muestreo.	$((P_d \text{ fecha } 1 + P_d \text{ fecha } n+1)/2) \cdot \text{número de días entre muestreos.}$



## 1.1- Estimación del número total de peces transferidos durante los muestreos

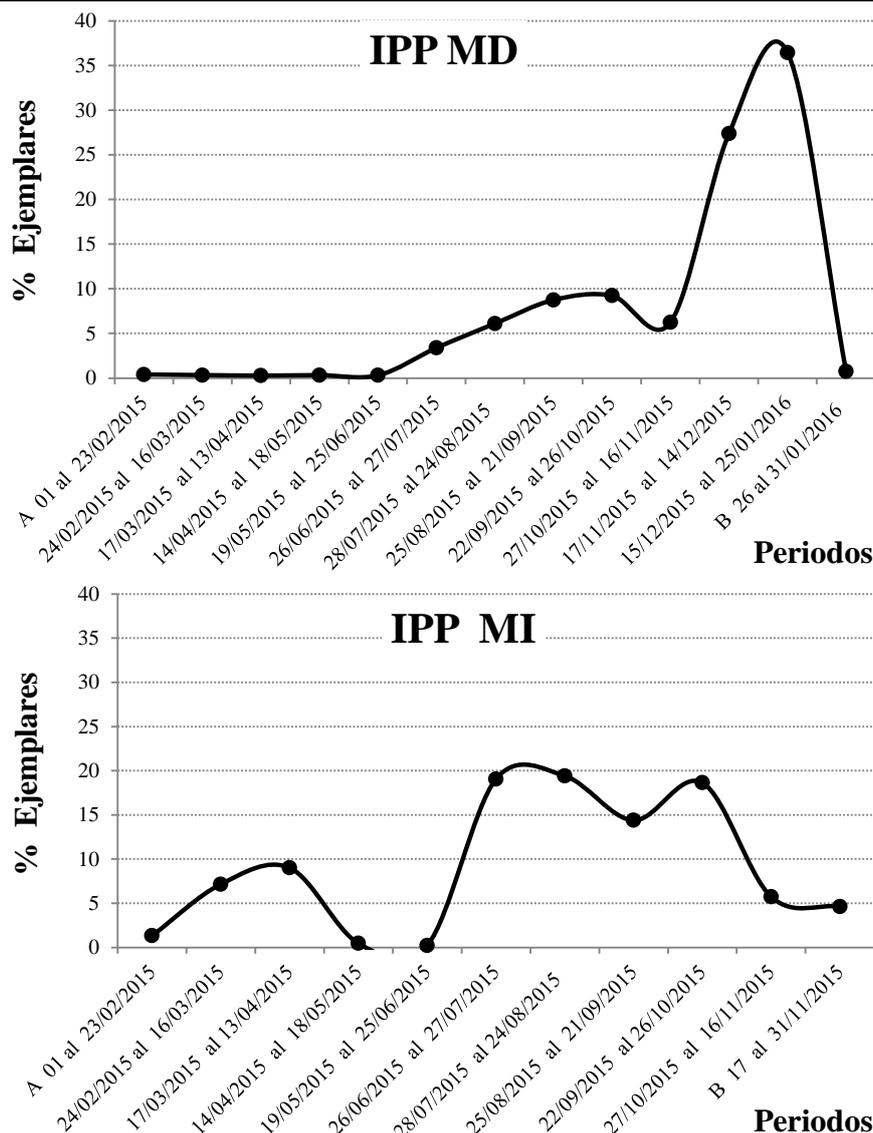
Durante el periodo de estudio se transfirieron 902.879 individuos, de los cuales 652.390 utilizaron las IPP de MD y 250.488 utilizaron las de MI.

En MD las mayores *estimaciones en número* de peces transferidos fueron registradas entre el 17/11/2015 y el 25/01/2016, que acumularon el 63,8% (416.449 ejemplares) del total transferido en todo el periodo en esta margen.

En MI, se transfirió un número mucho menor de peces con respecto a MD, debido principalmente a que dicha margen estuvo fuera de servicio durante las épocas de mayor pasaje de peces, como fueron los meses de noviembre, diciembre y enero. A pesar de esto, los mayores registros se apreciaron entre el 26/06/2015 y el 26/10/2015, transfiriéndose durante estas fechas el 71,5% (179.078 ejemplares) del total transferidos en esta margen (**Figura 25, Tabla 17**).

**Tabla 17.** Estimación del total de individuos transferidos por periodo de muestreo en MD y MI.

Margen Derecha		Margen Izquierda	
Periodo estimado	Nº Total estimado	Periodo estimado	Nº Total estimado
A 01 al 23/02/2015	2668	A 01 al 23/02/2015	3312
24/02/2015 al 16/03/2015	2205	24/02/2015 al 16/03/2015	17920
17/03/2015 al 13/04/2015	1834	17/03/2015 al 13/04/2015	22563
14/04/2015 al 18/05/2015	2170	14/04/2015 al 18/05/2015	1155
19/05/2015 al 25/06/2015	2033	19/05/2015 al 25/06/2015	532
26/06/2015 al 27/07/2015	22099	26/06/2015 al 27/07/2015	47733
28/07/2015 al 24/08/2015	39858	28/07/2015 al 24/08/2015	48630
25/08/2015 al 21/09/2015	57079	25/08/2015 al 21/09/2015	36026
22/09/2015 al 26/10/2015	60235	22/09/2015 al 26/10/2015	46689
27/10/2015 al 16/11/2015	40749	27/10/2015 al 16/11/2015	14358
17/11/2015 al 14/12/2015	178678	B 17 al 31/11/2015	11571
15/12/2015 al 25/01/2016	237772		
B 26 al 31/01/2016	5010		
<b>Total</b>	<b>652.390</b>	<b>Total</b>	<b>250.488</b>
<b>Total entre ambas margenes</b>		<b>902.879</b>	



**Figura 25.** Frecuencia relativa del número total estimado de ejemplares transferidos por periodo de muestreo (tiempo transcurrido entre muestreos) en MD y MI.

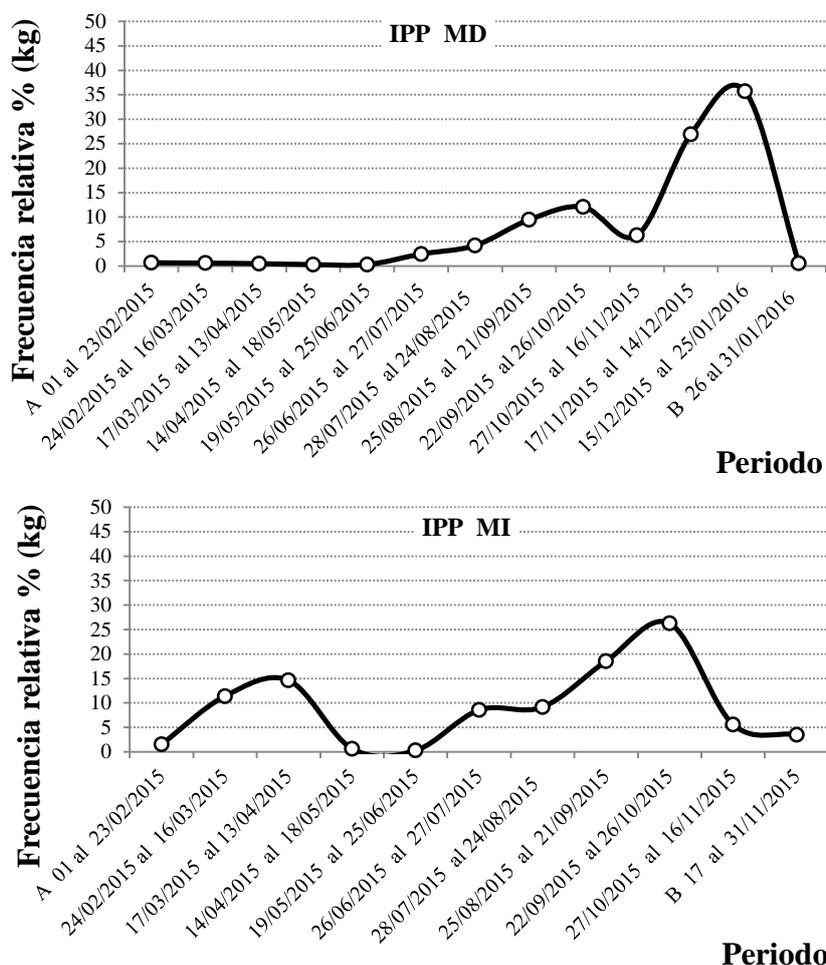
## 1.2- Estimación de la biomasa total durante los muestreos

Durante este ciclo de estudio las estimaciones del total transferido indican que entre ambas márgenes se transfirieron 892.429 kg, de los cuales 565.021 kg corresponden a MD y 327.407 kg corresponden a MI.

En MD las mayores estimaciones en biomasa de peces transferidos se registraron entre el 17/11/2015 y el 25/01/2016, transfiriéndose entre estas fechas el 62,7% (354.075 kg).



En MI, tal como fuera mencionamos más arriba (punto 1.1), los monitoreos de diciembre y enero no pudieron llevarse a cabo debido a que las IPP-MI estuvieron fuera de servicio. Además, en noviembre se realizaron solo la mitad de los monitores establecidos por protocolo para cada muestreo dado que dicha margen quedó fuera de servicio por fallas técnicas. Por lo tanto, se apreció una menor biomasa respecto a la otra margen. Pese a ello, los mayores registros en biomasa fueron obtenidos entre el 25/08/2015 y el 26/10/2015, transfiriéndose durante estas fechas el 45% (146.628,3 kg) del total transferidos (**Figura 26, Tabla 18**).



**Figura 26.** Frecuencia relativa de la biomasa total estimada transferida por periodo (tiempo transcurrido entre muestreos).



**Tabla 18.** Estimación de biomasa (Kg.) transferidos por las IPP MD.

Margen Derecha		Margen Izquierda	
Periodo estimado	Biomasa Total estimada (kg)	Periodo estimado	Biomasa Total estimada (kg)
A 01 al 23/02/2015	3808	A 01 al 23/02/2015	5037
24/02/2015 al 16/03/2015	3353	24/02/2015 al 16/03/2015	37271
17/03/2015 al 13/04/2015	2773	17/03/2015 al 13/04/2015	47825
14/04/2015 al 18/05/2015	1657	14/04/2015 al 18/05/2015	2068
19/05/2015 al 25/06/2015	1694	19/05/2015 al 25/06/2015	884
26/06/2015 al 27/07/2015	13839	26/06/2015 al 27/07/2015	27995
28/07/2015 al 24/08/2015	23730	28/07/2015 al 24/08/2015	29943
25/08/2015 al 21/09/2015	53418	25/08/2015 al 21/09/2015	60682
22/09/2015 al 26/10/2015	68236	22/09/2015 al 26/10/2015	85946
27/10/2015 al 16/11/2015	35365	27/10/2015 al 16/11/2015	18304
17/11/2015 al 14/12/2015	152236	B 17 al 31/11/2015	11454
15/12/2015 al 25/01/2016	201838		
B 26 al 31/01/2016	3073		
<b>Total</b>	<b>565.021</b>	<b>Total</b>	<b>327.407</b>
<b>Total entre ambas márgenes</b>		<b>892.429</b>	

## 2- Ajustes de las estimaciones de número y biomasa total transferida a partir de los registros de operadores

El volumen promedio diario obtenido por los operadores fue ajustado con los totales estimados detallados anteriormente. El registro de operadores representa información complementaria de gran valor para el ajuste de la estimación del pasaje “real” de peces por las IPP, ya que los mismos obtienen a diario un registro detallado de cada transferencia. El registro diario obtenido por los operadores incluye:

- recorrido del canal
- volumen de peces según escala métrica en ascensor
- identificación de especies por su nombre vernáculo
- número estimado de peces transferidos
- kilogramos estimados de peces transferidos

### 2.1- Ajuste de la estimación del número total.

Las estimaciones obtenidas aquí fueron menores a las calculadas anteriormente. El ajuste del número total habría alcanzado los 269.036 ejemplares, de los cuales 193.109 habrían sido transferidos en MD y 75.927 en MI (**Tabla 19**).

En MD, los ajustes de las estimaciones mensuales demostraron que los mayores aportes en número de ejemplares transferidos habrían ocurrido entre octubre y enero

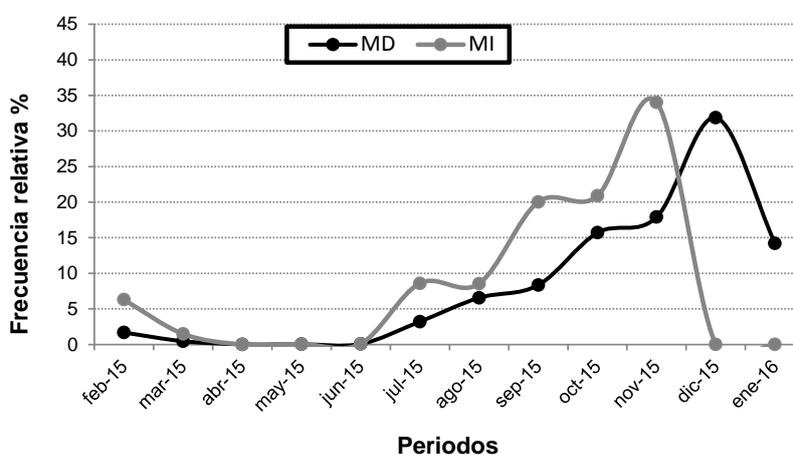


(Figura 27). En MI, los ajustes de las estimaciones mensuales demostraron un menor número de ejemplares, esto se debe a que dicha margen quedó fuera de servicio por más de 70 días, según registros diarios de operadores (desde el 16/11/2015 hasta el 27/01/2016). Pese a esto, se puede determinar que los mayores aportes en número de ejemplares transferidos habrían ocurrido entre septiembre y noviembre (Figura 27).

Por otra parte, cabe destacar que en ambas márgenes las transferencias menos importantes ocurrieron entre abril y junio (Figura 27).

**Tabla 19.** Estimación del total de individuos transferidos por operadores y ajustados con los datos de muestreo en las IPP de MD y MI.

Periodo estimado	Margen Derecha	Margen Izquierda
	Nº estimado	Nº estimado
feb-15	3234	4771
mar-15	884	1130
abr-15	36	0
may-15	49	41
jun-15	131	70
jul-15	6187	6525
ago-15	12653	6492
sep-15	16107	15204
oct-15	30323	15854
nov-15	34570	25840
dic-15	61513	0
ene-16	27422	0
<b>Total</b>	<b>193109</b>	<b>75927</b>
<b>Total entre ambas márgenes</b>	<b>269.036</b>	



**Figura 27.** Frecuencia relativa porcentual del número total de ejemplares transferidos por operadores por mes, ajustada con los datos de muestreo en las IPP de MD y MI.

## 2.2- Ajuste de la estimación de la biomasa total.

Del mismo modo que el número de ejemplares, la estimación de biomasa total fue inferior que las estimaciones realizadas con datos de nuestros muestreos.



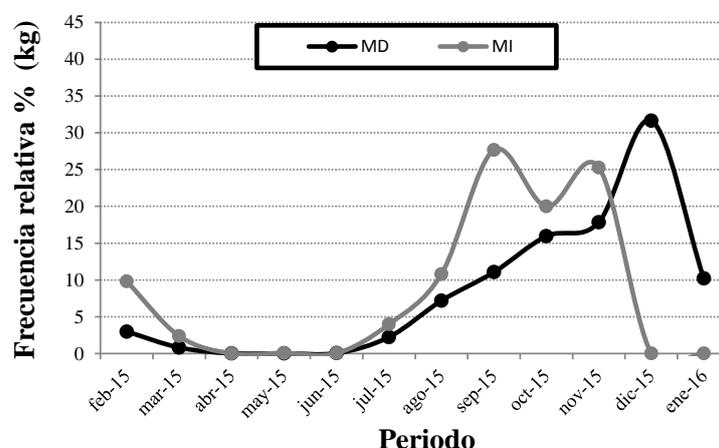
En este caso, el ajuste de la biomasa mostró que se habrían transferido 266.142 kg totales, discriminados en 164.986 kg en MD y 101.157 kg en MI (**Tabla 20**).

En MD, los ajustes de las estimaciones mensuales demostraron que los mayores aportes en biomasa habrían ocurrido entre octubre y diciembre (**Figura 28**). En MI, los ajustes de las estimaciones mensuales demostraron una menor biomasa, tal como fuera explicado más arriba, debido al cierre del sistema de transferencia durante las épocas de mayor pasaje. Pese a esto, se puede determinar que los mayores aportes habrían ocurrido entre septiembre y noviembre (**Figura 28**).

Por otra parte cabe destacar que en ambas márgenes los menores aportes en biomasa habrían ocurrido entre abril y junio (**Figura 28**).

**Tabla 20.** Estimación de la biomasa total transferida por operadores, ajustada con datos de muestreo en las IPP de MD y MI.

Periodo estimado	Margen Derecha	Margen Izquierda
	Biomasa estimada (kg)	Biomasa estimada (kg)
feb-15	4918	9923
mar-15	1337	2394
abr-15	27	0
may-15	41	68
jun-15	82	41
jul-15	3683	4018
ago-15	11842	10934
sep-15	18247	27988
oct-15	26316	20211
nov-15	29454	25580
dic-15	52217	0
ene-16	16821	0
<b>Total</b>	<b>164986</b>	<b>101157</b>
<b>Total entre ambas margenes</b>	<b>266.142</b>	

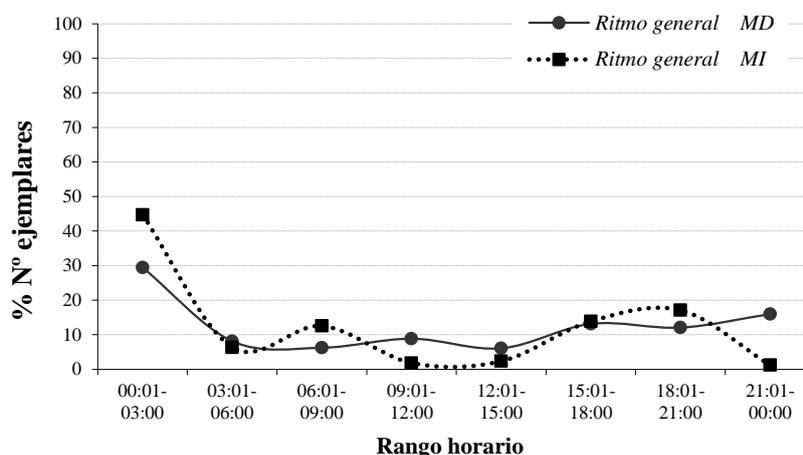


**Figura 28.** Frecuencia relativa porcentual de la biomasa total transferida por operadores por mes, ajustada con los datos de muestreo en las IPP de MD y MI.

## RITMOS DIARIOS DE ACTIVIDAD

Dado que los horarios de transferencias durante nuestros muestreos no coinciden exactamente a lo largo de todo el periodo analizado, y con el objetivo de homogeneizar los datos para establecer la presencia horaria de los peces en las transferencias, se calculó la proporción de especies e individuos por especie para cada margen en intervalos de tres horas.

En la **Figura 29** se representa el ritmo de actividad diario de la comunidad transferida durante todo el periodo en estudio. En la misma se puede apreciar que tanto MD como MI presentaron su mayor actividad (cercano al 30% y 45%, respectivamente) entre las 00:01 y 03:00 hs. En MD los restantes intervalos horarios se mantuvieron con ritmos que variaron entre 6 y 16%, mientras que en MI solo tuvieron importancia los intervalos de 06:01 - 09:00 hs y de 15:01 - 21:00 hs. Además, los intervalos de 09:01 - 15:00 hs y de 21:01 - 00:00 hs prácticamente no tuvieron transferencias.



**Figura 29.** Ritmos diarios de actividad general en ambas márgenes.

A continuación se analiza el ritmo diario de actividad para las especies de interés pesquero/económico más frecuentemente transferidas por las IPP de ambas márgenes.

*Pimelodus maculatus* mostró un ritmo de actividad diferente en ambas márgenes. En MD su actividad fue continua, destacándose los intervalos horarios de las 21:01 - 00:00 y 00:01 - 03:00 hs, en los cuales se registraron los mayores pasajes que representaron 25% y 18% del total, respectivamente.

En MI, más del 79% de la actividad se concentró entre dos intervalos horarios, el más importante fue de 00:01 - 03:00 hs (52%), sucedido por el intervalos de 18:01-21:00 hs (27%). Por su parte, para los tres intervalos comprendidos entre las 09:01 y las 18:00 hs la actividad fue muy escasa, inferior a 1% en cada uno, al igual que lo observado en el intervalo de 21:01 - 00:00 hs (Figura 30).

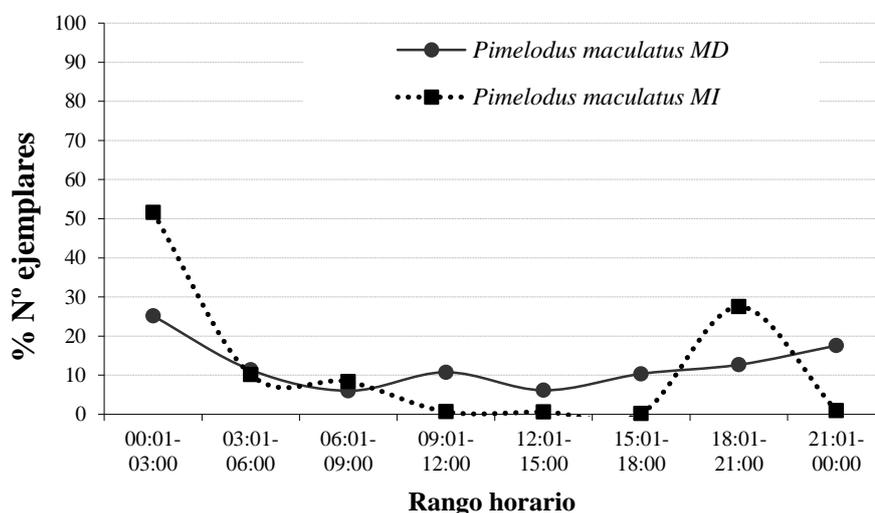
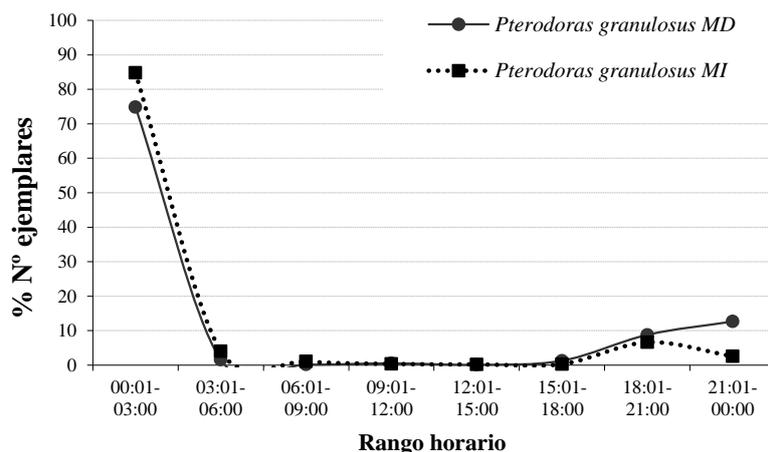


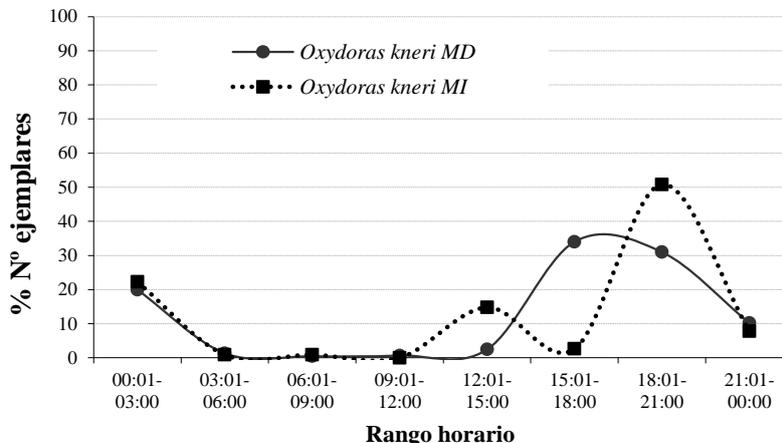
Figura 30. Ritmos diarios de actividad para *Pimelodus maculatus* en ambas márgenes.

*Pterodoras granulosus* mostró un ritmo de actividad nocturno semejante en ambas márgenes, registrándose la mayor actividad entre las 00:01 a 03:00 hs, que representó el 85% del total transferido en MI y el 75% en MD (Figura 31).



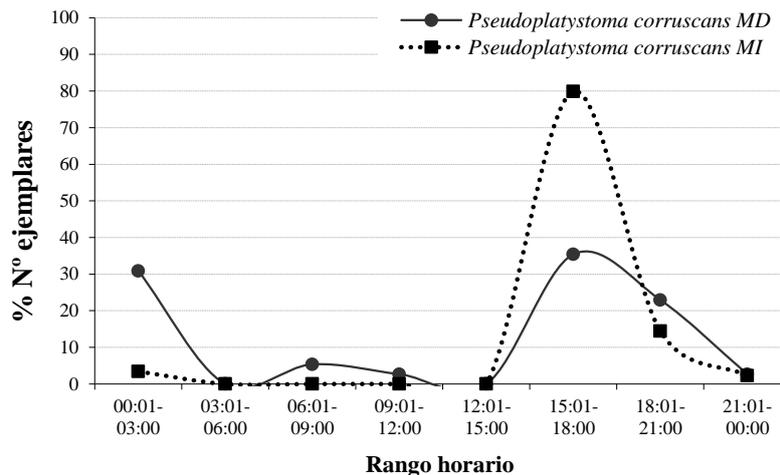
**Figura 31.** Ritmos diarios de actividad para *Pterodoras granulosus* en ambas márgenes.

*Oxydoras kneri* mostró diferentes ritmos de actividad en cada margen. En MI su actividad fue registrada principalmente de noche, entre las 00:01 a 03:00 hs y de 18.01-21:00 hs, representando ambos intervalos el 73%. En MD la actividad se concentró en 3 intervalos, de 00:01 - 03:00 hs con el 20% del total transferido, de 15:01 - 18:00 hs con 34% y de 18.01 - 21:00 hs con 31% (**Figura 32**).



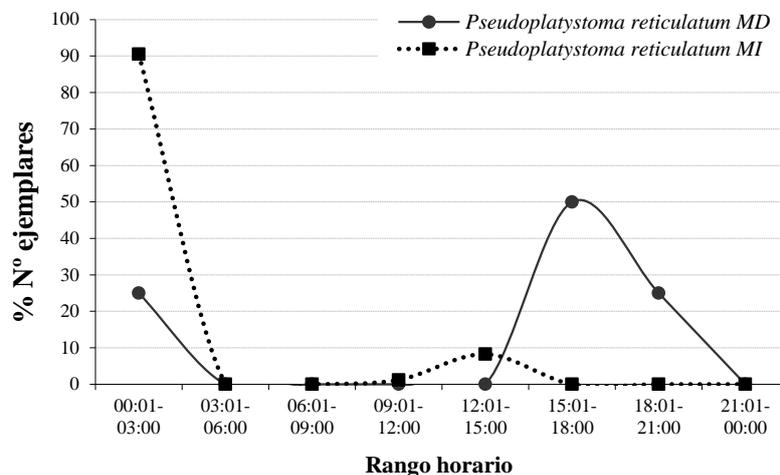
**Figura 32.** Ritmos diarios de actividad para *Oxydoras kneri* en ambas márgenes

*Pseudoplatystoma corruscans* fue transferida principalmente de 15:01 a 03:00 hs en MI, con porcentajes superiores al 80%. Del mismo modo, en MD para el mismo intervalo, presentó un 35%, aunque se destacaron también los intervalos de 18:01 - 21:00 hs (23%) y de 00:01 - 03:00 hs 31% (**Figura 33**).



**Figura 33.** Ritmos diarios de actividad para *Pseudoplatystoma corruscans* en ambas márgenes

*Pseudoplatystoma reticulatum* fue transferida principalmente de 00:01 a 03:00 hs en MI, con porcentajes superiores al 90%. Del mismo modo, en MD para el mismo intervalo registró un 25% de actividad, sin embargo, el intervalo de 15:01 - 18:00 hs fue el más destacado con 50% y también sobresales el intervalo de 18:01 - 21:00 hs con 25% (**Figura 34**).

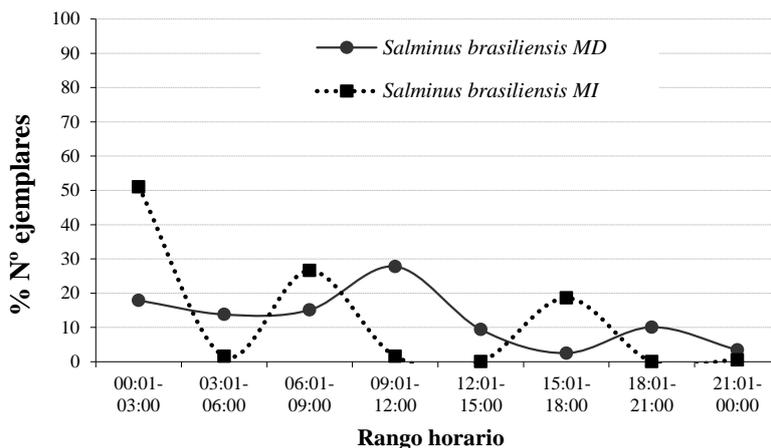


**Figura 34.** Ritmos diarios de actividad para *Pseudoplatystoma reticulatum* en ambas márgenes

*Salminus brasiliensis* presentó un ritmo de transferencia irregular en ambas márgenes. En MD el 75% de la actividad se concentró entre las 00:01 a

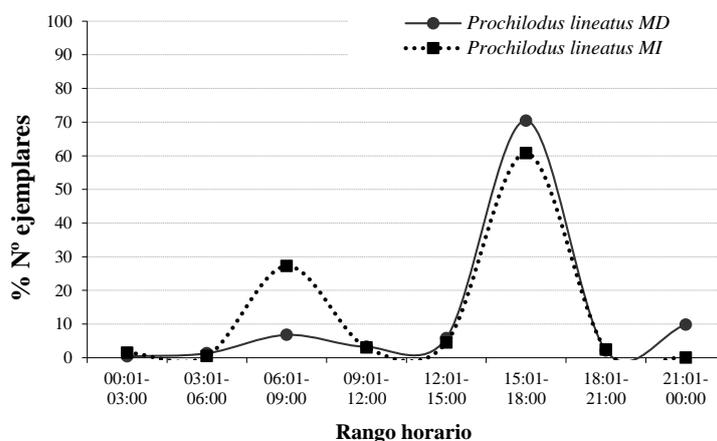
12:00 hs, mientras que los menores registros se dieron de 15:01 - 18:00 y de 21:01 - 00:00 hs.

En MI la actividad fue registrada principalmente en el intervalo de 00:01 - 03:00 hs, representando el 51% del total transferido para esta especie, y en los intervalos de 06:01 - 09:00 hs y de 15:01 - 18:00 hs con 27% y 19% en cada uno, respectivamente (**Figura 35**).



**Figura 35.** Ritmos diarios de actividad para *Salminus brasiliensis* en ambas márgenes

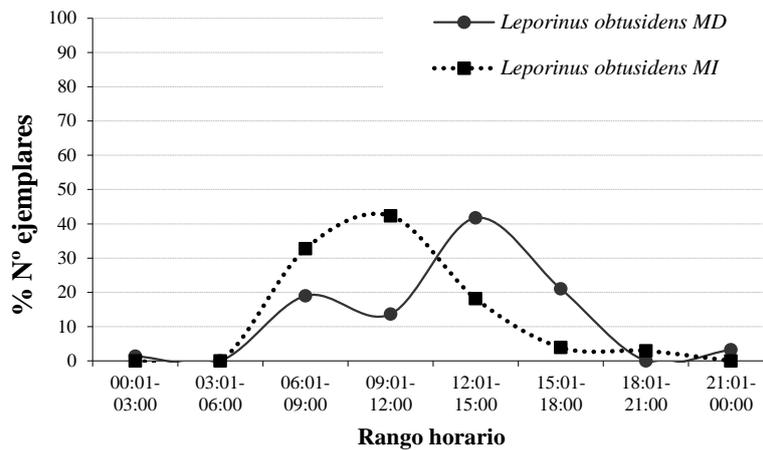
*Prochilodus lineatus* presentó en ambas márgenes el mismo ritmo de actividad, el cual se concentró principalmente en las transferencias de dos intervalos, el primero de 06:01 - 09:00 hs (27% en MI y 7% en MD), y el segundo de 15:01 - 18:00 hs (70% en MD y 61% en MI) (**Figura 36**).



**Figura 36.** Ritmos diarios de actividad para *Prochilodus lineatus* en ambas márgenes.



*Leporinus obtusidens* presentó en ambas márgenes un ritmo de actividad diurno, comenzando a las 06:01 hs y extendiéndose hasta las 15:00 hs en MD y hasta las 18:00 hs. En MD, los tres intervalos mencionados concentraron el 93% de la actividad, mientras que en MI los cuatro intervalos respectivos representaron el 96% de la actividad (**Figura 37**).



**Figura 37.** Ritmos diarios de actividad para *Leporinus obtusidens* en ambas márgenes.



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES SEGÚN SUS HÁBITOS MIGRATORIOS

Las especies transferidas en ambas IPP y las capturadas con redes aguas abajo de la represa Yacyretá (Paso Mbaracayá), fueron categorizadas según su hábito *migratorio* adoptándose el criterio de Carolsfeld & Harvey (2004), modificado por Agostinho *et al.* (2007). Además, se incluyó a *Zungaro jahu* como una especie que realiza grandes desplazamientos migratorios según las consideraciones de Oldani *et al.* (2001). En la **Tabla 21** se puede apreciar todas las especies transferidas en este periodo en cada una de las IPP, así como todas las especies capturadas en PM.



**Tabla 21.** Frecuencia relativa porcentual de especies capturadas en Paso Mbaracayá y transferidas por las IPP (M: Migradoras).

ID	Paso Mbaracaya			Margen Derecha			Margen Izquierda		
	Especies	%	Cat.	Especies	%	Cat.	Especies	%	Cat.
1	<i>Prochilodus lineatus</i>	23,96	M	<i>Pimelodus maculatus</i>	64,68	M	<i>Pimelodus maculatus</i>	45,21	M
2	<i>Psectrogaster curviventris</i>	14,06		<i>Pterodoras granulosus</i>	10,27	M	<i>Prochilodus lineatus</i>	19,73	M
3	<i>Hypostomus regani</i>	13,39		<i>Prochilodus lineatus</i>	3,73	M	<i>Pterodoras granulosus</i>	19,46	M
4	<i>Leporinus obtusidens</i>	11,38	M	<i>Rhinodoras d'orbigny</i>	3,46		<i>Hypostomus regani</i>	2,39	
5	<i>Schizodon borellii</i>	4,39	M	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	3,15	M	<i>Salminus brasiliensis</i>	2,17	M
6	<i>Pimelodus maculatus</i>	4,02	M	<i>Hypostomus regani</i>	2,42		<i>Megalancistrus parananus</i>	1,54	
7	<i>Leporinus acutidens</i>	3,72	M	<i>Oxydoras kneri</i>	2,22	M	<i>Oxydoras kneri</i>	1,32	M
8	<i>Megalancistrus parananus</i>	2,98		<i>Salminus brasiliensis</i>	1,38	M	<i>Leporinus obtusidens</i>	1,18	M
9	<i>Cynopotamus argenteus</i>	2,68		<i>Iheringichthys labrosus</i>	1,27		<i>Iheringichthys labrosus</i>	1,14	
10	<i>Galeocharax humeralis</i>	2,23		<i>Leporinus obtusidens</i>	1,18	M	<i>Rhinelepis strigosa</i>	1,05	M
11	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	1,64	M	<i>Schizodon borellii</i>	0,75	M	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	1,01	M
12	<i>Hypostomus arecuta</i>	1,41		<i>Zungaro jahu</i>	0,64	M	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	0,95	M
13	<i>Schizodon platae</i>	1,19		<i>Pimelodus albicans</i>	0,62		<i>Schizodon platae</i>	0,81	
14	<i>Lycengraulis grossidens</i>	1,04	M	<i>Hypostomus luteus</i>	0,49		<i>Leporinus acutidens</i>	0,44	M
15	<i>Iheringichthys labrosus</i>	0,97		<i>Schizodon platae</i>	0,48		<i>Hypostomus luteus</i>	0,27	
16	<i>Schizodon nasutus</i>	0,97	M	<i>Megalancistrus parananus</i>	0,39		<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	0,24	M
17	<i>Sorubim lima</i>	0,97	M	<i>Pimelodella laticeps</i>	0,27		<i>Hypostomus arecuta</i>	0,16	
18	<i>Auchenipterus osteomystax</i>	0,89		<i>Eigenmannia virescens</i>	0,22		<i>Hypostomus commersoni</i>	0,15	
19	<i>Oxydoras kneri</i>	0,67	M	<i>Leporinus acutidens</i>	0,22	M	<i>Schizodon nasutus</i>	0,14	M
20	<i>Hemiodus orthonops</i>	0,60	M	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	0,18	M	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	0,12	M
21	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	0,60	M	<i>Pimelodus mysterosus</i>	0,18		<i>Pachyurus bonariensis</i>	0,12	
22	<i>Salminus brasiliensis</i>	0,52	M	<i>Brycomamericus stramineus</i>	0,18		<i>Schizodon borellii</i>	0,10	M
23	<i>Astyanax asuncionensis</i>	0,45		<i>Rhinelepis strigosa</i>	0,13	M	<i>Rhinodoras d'orbigny</i>	0,08	
24	<i>Cynopotamus kincaidi</i>	0,37		<i>Sorubim lima</i>	0,13	M	<i>Zungaro jahu</i>	0,06	M
25	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	0,37	M	<i>Platydoras armatulus</i>	0,12		<i>Plagioscion ternetzi</i>	0,04	
26	<i>Pimelodus absconditus</i>	0,37		<i>Serrasalmus maculatus</i>	0,11		<i>Hypostomus ternetzi</i>	0,03	
27	<i>Pimelodus mysterosus</i>	0,37		<i>Potamotrygon motoro</i>	0,10		<i>Brycon orbignyanus</i>	0,03	M
28	<i>Platydoras armatulus</i>	0,37		<i>Hypostomus arecuta</i>	0,09		<i>Potamotrygon motoro</i>	0,02	
29	<i>Crenicichla vittata</i>	0,30		<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	0,08	M	<i>Pterygoplichthys anisitsi</i>	0,02	
30	<i>Rhinelepis strigosa</i>	0,30	M	<i>Astyanax rutilus</i>	0,07		<i>Apareiodon affinis</i>	0,01	
31	<i>Tetragonopterus argenteus</i>	0,30		<i>Brycomamericus exodon</i>	0,07		<i>Sorubim lima</i>	0,01	M
32	<i>Catathyrion jennynsii</i>	0,22		<i>Pachyurus bonariensis</i>	0,07		<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>17</b>
33	<i>Pachyurus bonariensis</i>	0,22		<i>Pimelodus absconditus</i>	0,06				
34	<i>Pellona flavipinnis</i>	0,22		<i>Brycon orbignyanus</i>	0,06	M			
35	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	0,22	M	<i>Serrasalmus marginatus</i>	0,04				
36	<i>Hypostomus uruguayensis</i>	0,15		<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	0,04	M			
37	<i>Mylossoma duriventre</i>	0,15	M	<i>Mylossoma duriventre</i>	0,04	M			
38	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	0,15	M	<i>Roeboides microlepis</i>	0,03				
39	<i>Pimelodella gracilis</i>	0,15		<i>Plagioscion ternetzi</i>	0,03				
40	<i>Pimelodus argenteus</i>	0,15		<i>Cynopotamus kincaidi</i>	0,03				
41	<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i>	0,15		<i>Schizodon nasutus</i>	0,03	M			
42	<i>Roeboides microlepis</i>	0,15		<i>Astyanax asuncionensis</i>	0,02				
43	<i>Astyanax abramis</i>	0,07		<i>Auchenipterus osteomystax</i>	0,02				
44	<i>Cyphocharax platanus</i>	0,07		<i>Moenkhausia dichroua</i>	0,02				
45	<i>Cyphocharax voga</i>	0,07		<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	0,02	M			
46	<i>Hypostomus luteus</i>	0,07		<i>Pygocentrus nattereri</i>	0,02				
47	<i>Hypostomus microstomus</i>	0,07		<i>Luciopimelodus pati</i>	0,02				
48	<i>Pimelodella laticeps</i>	0,07		<i>Hypostomus sp</i>	0,02				
49	<i>Potamorhina squamoralevis</i>	0,07		<i>Pellona flavipinnis</i>	0,02				
50	<i>Potamotrygon sp</i>	0,07		<i>Galeocharax humeralis</i>	0,01				
51	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<i>Hypostomus ternetzi</i>	0,01				
52				<i>Leporellus pictus</i>	0,01				
53				<i>Curimatella dorsalis</i>	0,01				
54				<i>Lycengraulis grossidens</i>	0,01	M			
55				<i>Apareiodon affinis</i>	0,005				
56				<i>Hypostomus commersoni</i>	0,005				
57				<i>Myleus tiete</i>	0,005	M			
58				<i>Piaractus mesopotamicus</i>	0,005	M			
59				<i>Potamotrygon caxtexi</i>	0,005				
60				<i>Pterygoplichthys anisitsi</i>	0,005				
61				<i>Sternopygus macrurus</i>	0,005				
				<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>22</b>			



## OBSERVACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS PECES DENTRO DE LOS CANALES DE ACCESO A LAS IPP

El siguiente análisis constituye una visión descriptiva sobre el comportamiento de los peces frente a las primeras estructuras que encuentran al ingresar a las instalaciones para peces. Se propone una clasificación empírica para las especies observadas en cada canal de acceso a los ascensores, la cual se realizó de acuerdo con la ubicación preferida dentro del canal de atracción. Las especies observadas solo en la primera porción del canal, en inmediaciones de las compuertas de alas fueron clasificadas como presentes cerca a las “compuertas de alas”; si se las encontraban a lo largo del canal de atracción principal, se clasificaron como presentes en el “canal de atracción”; si estaban solo a la altura de las compuertas partidora entre los canales derecho e izquierdo, se las registraba como cercanas a la “compuerta partidora”; y, por último, si estaban más delante de la compuerta partidora a lo largo del canal accesorio, se clasificaron como presentes en el “canal accesorio”.

Como puede apreciarse en la **Tabla 22**, los dorados y sábalos estuvieron presentes a lo largo de todo el periodo y en ambas márgenes con cantidades importantes, principalmente en las compuertas de ala de ambas márgenes, donde mostraron ser muy regulares y abundantes.

Por su parte, en cuanto a las especies parásitas, solo se constató la presencia de piracambú chico (*Paravandelia oxyptera*) que tuvo poca relevancia en este periodo, registrándose solo en agosto en MD y desde agosto hasta octubre en MI (**Tabla 23**).



**Tabla 22.** Registro de especies en las distintas porciones de los canales de atracción.

Fecha	IPP margen Derecha				IPP margen Izquierda				
	Compuert a de alas	Canal principal	Compuerta partidora	Canal accesorio	Compuerta de alas	Canal principal	Compuerta partidora	Canal accesorio	
Feb-15	1**** y 4****	4****	2* y 4****	4****	1**** y 4****	4****	4****	4****	
Mar-15	1**** y 4****		4****		1**** y 4****	1**** y 4****	1**** y 4****	1**** y 4****	
Abr-15	1**** y 4****	1** y 4*	4*		1**** y 4****		1** y 4 **	1*	
May-15	1*				1****				
Jun-15	1**				1****				
Jul-15	1**** y 3****	3****	3****	3****	1**** y 3****	3****	3****	3****	
Ago-15	1***				1****				
Sep-15	1*** y 4**				1**** y 4****		4*		
Oct-15	1*** y 4****				1**** y 4****	4**		1**** y 4****	
Nov-15	1***	4*	4**, 1* y 2*	1* y 4*	Fuera de servicio				
Dic-15	Fuera de servicio								
Ene-16	1***, 4** y 5****				Fuera de servicio				
<b>Referencias:</b> 1- Dorado ( <i>S. brasiliensis</i> ) 2- Surubí ( <i>P. corruscans</i> y <i>P. reticulatum</i> )				3- Bagre amarillo ( <i>P. maculatus</i> ) 4- Sábalo ( <i>P. lineatus</i> ) 5- Mojarra ( <i>Astyanax</i> sp)			**** grandes cardúmenes *** muchos ** pocos * muy pocos		

**Tabla 23.** Registro de especies parásitas

Fecha	IPP MD	Frecuencia	IPP MI	frecuencia
Feb-15				
Mar-15				
Abr-15				
May-15				
Jun-15				
Jul-15				
Ago-15	<i>P. oxyptera</i>	** (noche) a * (día)	<i>P. oxyptera</i>	*** (noche) a ** (día)
Sep-15			<i>P. oxyptera</i>	* (tarde)
Oct-15			<i>P. oxyptera</i>	** (noche y tarde)
Nov-15				
Dic-15				
Ene-16				
Referencias: **** grandes cardúmenes *** muchos ** pocos * muy pocos				



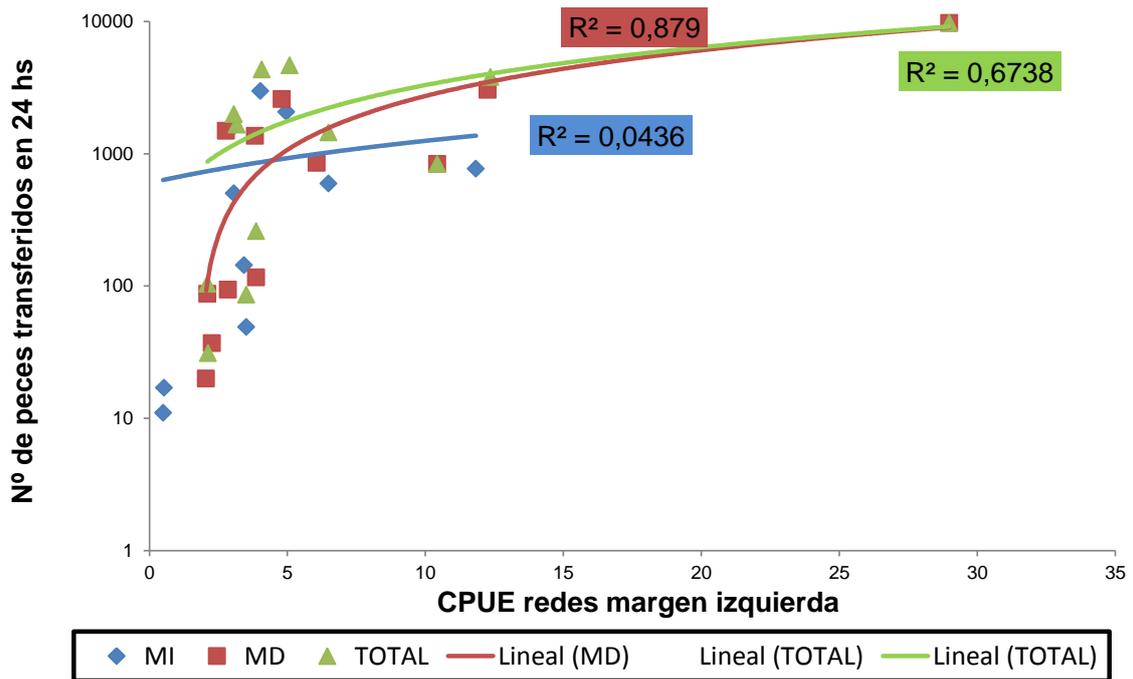
## COMPARACIONES ENTRE LAS CAPTURAS CON REDES Y LAS TRANSFERENCIAS DE PECES

Los análisis de las CPUE en número de peces obtenidas a partir de las redes control, caladas sobre el margen izquierdo del río Paraná en el Paso Mbaracayá (PM), y de los recuentos del número de peces transferidos durante 24 horas en cada una de las IPP, fueron comparados mediante análisis de regresión para ambas IPP y luego discriminado por margen (MI y MD). Dicho análisis se realizó considerando solo las especies capturadas con redes que fueran comunes también a ambas IPP.

En este análisis los mejores ajustes con la regresión lineal se dieron entre la CPUE con redes y el número de peces transferidos por ambos márgenes, por un lado, y número de peces transferido en MD, por otro lado, siendo en ambos casos significativo (**Figura 38**). Por su parte, los valores de  $R^2$  y del coeficiente de correlación ( $r$ ) se detallan en la **Tabla 24**. Cabe destacar que MI tuvo un menor número de comparaciones, debido a que los muestreos mensuales de diciembre y enero no fueron realizados, además de haberse realizado solo en 50% de los monitoreos correspondientes al mes de noviembre, por las razones antes mencionadas.

**Tabla 24.** Valores de  $R^2$  obtenidos de regresión lineal y coeficiente de correlación ( $r$ ).

	$R^2$	$r$ (coeficiente de determinación)
CPUE (nº) en redes y nº de peces MI	0,044	0,209
CPUE (nº) en redes y nº de peces MD	0,879	0,938
CPUE (nº) en redes y nº de peces ambas IPP	0,674	0,821



**Figura 38.** Análisis de regresión lineal entre la CPUE (nº peces) de las redes de control y el número de peces transferidos en cada una de las márgenes.



## CONSIDERACIONES FINALES

- El caudal promedio recibido durante este periodo (16.250 m<sup>3</sup>/s) estuvo por encima del módulo histórico del río (15.000 m<sup>3</sup>/s), apreciándose caudales mínimos bastante bajos (9.611 m<sup>3</sup>/s) y caudales máximos muy elevados (34.074 m<sup>3</sup>/s). Los registros promedios diarios entre febrero y junio revelan pocas fluctuaciones del caudal, variando entre 10.000 y 15.000 m<sup>3</sup>/s. A partir del 8 de julio de 2015 se registró un pulso de crecida importante que se mantuvo hasta el 31 del mismo mes, con caudales afluentes superiores a 15.000 m<sup>3</sup>/s, pero alcanzando su pico máximo a mediados de mes con 28.004 m<sup>3</sup>/s. Los caudales excedentes que no fueron turbinados en esta oportunidad, fueron erogados por ambos vertederos, principalmente por los del Brazo de Aña Cuá, los cuales se mantuvieron descargando en esas fechas caudales superiores a los 8.500 m<sup>3</sup>/s, mientras que los vertederos del Brazo Principal estuvieron abiertos por un menor tiempo, llegando a erogar a su máxima apertura unos 6.356 m<sup>3</sup>/s.

Luego, desde los primeros días de agosto hasta mediados de octubre hubo un periodo de estiaje, sucedido por un nuevo incremento de los caudales por encima de los 15.000 m<sup>3</sup>/s, que se extendió hasta fin de enero. Durante este gran pulso de creciente se destacaron cuatro picos sobresalientes: el primero alcanzó 30.300 m<sup>3</sup>/s y ocurrió entre fines de noviembre y principio de diciembre, el segundo fue el más elevado de todo el periodo con 34.074 m<sup>3</sup>/s, presentándose a mediados de diciembre, el tercero con 30.192 m<sup>3</sup>/s se dio durante la primera semana de enero de 2016, y el cuarto con 29.100 m<sup>3</sup>/s ocurrió a mediados del mismo mes.

Desde el mes de octubre, cuando se dio inicio a este gran pulso de creciente, los caudales que no fueron turbinados tuvieron que ser erogados por los vertederos del Brazo de Aña Cuá, los cuales vertieron caudales por encima del mínimo ecológico (1.000 m<sup>3</sup>/s) desde mediados de octubre hasta fines de enero. No obstante, desde mediados de noviembre hasta fines de enero tuvieron erogaciones superiores a los 8.500 m<sup>3</sup>/s de manera ininterrumpida. Por su parte, los



vertederos del Brazo Principal auxiliaron descargando el excedente de agua, en fechas coincidentes con los 4 picos de crecidas antes mencionados.

- Los parámetros físicos y químicos obtenidos en las IPP no evidenciaron condiciones de eutrofización que puedan comprometer la vida acuática. En cambio, los obtenidos en Puerto Mbaracayá, presentaron elevados registros de oxígeno disuelto (en ppm y %) como consecuencia de la apertura de vertederos del Brazo Principal. Por ende, la sensible modificación de este parámetro podría estar perturbando la calidad de vida de los peces aguas debajo de la represa.

La temperatura promedio del agua fue semejante entre los tres lugares de muestreo a lo largo de los distintos registros mensuales. Las temperaturas más bajas fueron registradas entre junio a agosto, con mínimas de 18,3 °C durante julio y con máximas por encima de los 27 °C en febrero, marzo y enero.

La conductividad media fue más elevada en IPP-MD (58,06  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) que en IPP-MI (56,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y en PM (55,91  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), respectivamente. Los registros mensuales siguieron los mismos patrones en los tres sitios, sin embargo, en IPP-MD se apreció una importante variación de los mismos durante los últimos tres meses, cuando los registros pasaron de 67,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en noviembre a 55,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en diciembre y 70,70  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en enero.

La concentración media de oxígeno disuelto fue más baja en IPP-MD (7,84 ppm) que en IPP-MI y PM (8,06 ppm en ambos sitios). Los registros mensuales, como es de esperar, indicaron un incremento de concentración de oxígeno durante los meses fríos y un descenso en los meses cálidos, a excepción de PM durante diciembre y enero, donde se observó un llamativo incremento en concentración de oxígeno y también en saturación de oxígeno (119,10% en diciembre y 110,10% en enero). Estos elevados registros podrían ser consecuencia de la apertura de vertederos del Brazo Principal, los cuales permanecieron erogando caudales de hasta 9.494 m<sup>3</sup>/s durante diciembre y 2.588 m<sup>3</sup>/s durante enero. Por ende, los niveles de concentración y saturación de oxígeno aguas abajo de represa se vieron muy alterados y con ello la calidad de vida de los peces.

Los registros promedios de pH tendieron a la acidez: pH=6,95 en IPP-MD, pH=6,81 en IPP-MI y pH=6,65 en PM. Esta tendencia fue sostenida en el tiempo a excepción de los



registros en IPP-MD de enero (pH=7,10), junio (pH=7,09), noviembre (pH=7,12) y diciembre (pH=8,03) con tendencia hacia la neutro-alcalinidad. En IPP-MI se observó un fenómeno semejante en los meses de enero (pH=7,12) y junio (pH=7,08).

La transparencia media del agua fue inferior en IPP-MD (177 cm) que en IPP-MI (217 cm), similar a los registros históricos, y se atribuye a la influencia propia del cauce principal sobre esta margen. Pero también cabe destacar que dicha margen tuvo cuatro registros menos, ya que estuvo fuera de servicio por la apertura de los vertederos del Brazo Principal. Los registros mensuales indicaron elevadas transparencias durante los tres primeros meses, cuando se observaba claramente el fondo del canal, y menores transparencias en coincidencia con los incrementos de caudal. Cabe destacar que varios registros no pudieron ser obtenidos por los elevados niveles en los canales de acceso para peces.

La turbidez, parámetro antagónico a la transparencia, fue más alta en PM (6,34) que en IPP-MD (6,07) e IPP-MI (5,39), respectivamente. Pese a ello, cabe destacar que por defectos técnicos en el equipo de medición no pudieron obtenerse los datos de diciembre, sin embargo, la tendencia de los registros anteriores nos permiten suponer que la turbidez en IPP-MD podría haber tenido valores semejantes a los de PM. En general, los registros mensuales mostraron bajos guarismos durante la época de estiaje y elevados durante los pulsos de crecida.

- Se transfirieron un total de 61 especies durante este periodo. En IPP-MI solo se registraron 31 especies, las cuales también estuvieron representadas en algún momento en las transferencias de IPP-MD, sin embargo, hubieron 30 especies propias de las transferencias de esta última margen. El bajo número de especies transferidas en IPP-MI se debe principalmente a que estas instalaciones estuvieron fuera de servicio durante los meses de mayor pasaje como fueron noviembre, diciembre y enero. Además, durante noviembre solo se realizaron la mitad de los monitoreos porque diversos fallos mecánicos derivaron en la salida de servicio del sistema en pleno monitoreo mensual. La falta de registros de diciembre y enero fueron consecuencia del cese de actividad de las IPP-MI por la apertura del vertedero del Brazo Principal.



Durante el primer semestre apreciamos un bajo número de especies transferidas (31), las cuales prácticamente se duplicaron en el segundo semestre como resultado de los desplazamientos migratorios impulsados por los pulsos de crecida. Este fenómeno había sido sugerido en nuestro informe semestral (Aichino *et al.* 2015), ya que las migraciones reproductivas incrementan la posibilidad de registrar más especies durante las transferencias.

- De las 61 especies transferidas, 19 presentaron algún interés pesquero y/o económico: *Brycon orbignyanus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Salminus brasiliensis*, *Leporinus acutidens*, *L. obtusidens*, *Schizodon borellii*, *Prochilodus lineatus*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodus albicans*, *P. maculatus*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *P. reticulatum*, *Sorubim lima*, *Zungaro jahu*, *Oxydoras kneri*, *Pterodoras granulosus* y *Plagioscion ternetzi*.
- De las 50 especies capturadas con redes aguas abajo en PM, solo 35 utilizaron las IPP en este período. Entre ellas, 22 fueron transferidas por las IPP de ambas márgenes, en tanto que las 13 restantes fueron propias de IPP-MD. Las otras 15 especies registradas en PM “no habrían utilizado” el sistema de transferencia. Por otro lado, de las 61 especies transferidas en este periodo, 26 de ellas “no fueron capturadas” con redes en PM. Por su parte, de las 61 especies registradas entre ambas IPP, 36% de ellas fueron especies migradoras (22 especies) y todas transpusieron las IPP-MD, en cambio, solo 17 de ellas fueron transferidas por IPP-MI, lo que representa una mayor proporción de pasajes de especies migradoras en esta margen (54,8%). También cabe destacar que 18 de las especies capturadas en Paso Mbaracayá fueron migradoras. De estas 18 especies capturadas aguas abajo, 17 utilizaron las IPP (14 especies comunes en ambas márgenes y 3 propias en MD). Entre las especies migradoras capturadas con redes que no fueron transferidas solo se encontró a *Hemiodus orthonops*, mientras que las migradoras *Brycon orbignyanus*, *Pterodoras granulosus*, *Zungaro jahu*, *Myleus tiete* y *Pseudopimelodus mangurus* fueron transferidas pero no capturadas con redes.



- Durante los monitoreos se transfirieron 28.937 ejemplares en total, los cuales representaron una biomasa de 28.928,4 kg, número que permiten calcular un peso medio elevado de 1,0 kg. Los mayores aportes en biomasa fueron los de *Pimelodus maculatus* con casi 31%, *Pterodoras granulosus* con 23% y *Prochilodus lineatus* con 13,7%.

En IPP-MI los peces transferidos alcanzaron un mayor peso medio 1,32 kg (8.697 ejemplares con 11.495 kg) que los transferidos en IPP-MD con 0,86 kg en promedio (20.241 ejemplares con 17.433 kg). Esto se debe a que en MI los pasajes estuvieron dominados por *P. maculatus* con más del 45% de los ejemplares transferidos, seguidos de *P. lineatus* (19,7%) y *P. granulosus* (19,5%). Sin embargo, en cuanto a la biomasa los rendimientos se invirtieron, pasando a dominar *P. granulosus* y *P. lineatus* con 26,8% y 23,4%, respectivamente, y *P. maculatus* queda relegado a la tercera posición con 19,1%.

En IPP-MD en cambio, se aprecia un bajo peso medio, debido a que las transferencias estuvieron dominadas por *P. maculatus* tanto en número (65%) como en biomasa (39%), seguida de *P. granulosus* con una abundancia relativa de 10% y una biomasa del 20%.

- Los datos obtenidos en los monitoreos fueron utilizados para estimar el total transferido durante el periodo analizado. Los mismos indican que se habrían transferido 902.879 individuos cuya biomasa habría alcanzado los 892.429 kg, transfiriendo IPP-MD un mayor número (652.390 ejemplares) y biomasa (565.021 kg) que IPP-MI (250.488 ejemplares con 327.407 kg).

En IPP-MD, las mayores estimaciones en número y biomasa de peces transferidos habrían ocurrido entre el 17/11/2015 al 25/01/2016, transfiriéndose entre estas fechas una abundancia cercana al 64% (416.449 ejemplares) y una biomasa del 63% (354.075 kg).

En cambio, en IPP-MI se estimó un menor número de ejemplares por las razones expuestas anteriormente (ausencia de monitoreos en diciembre y enero y monitoreo incompleto en noviembre). De esta manera se subestimó el número real de especies que utilizan esta margen, al igual que el número y biomasa de peces potencialmente transferidos. Pese a ello, los mayores registros se apreciaron del 26/06/2015 al



26/10/2015, cuando se transfirieron el 71,5% del total (179.078 ejemplares), mientras que con respecto a la biomasa, el periodo destacado fue más acotado y dividido en dos etapas: del 25/08/2015 al 21/09/2015 y del 22/09/2015 al 26/10/2015, durante las cuales se transfirieron el 45% (146.628,3 kg) del total de esta margen.

- El ajuste del número total transferido, realizado con el registro de operadores, indica que el número total verdadero habría sido mucho menor al calculado mediante las estimaciones realizadas con nuestros registros. Estos ajustes indican que el número total rondaría los 269.036 ejemplares, en lugar de 902.879 ejemplares calculados por nosotros, lo que representa un 70,2% de diferencia entre ambos cálculos. En IPP-MD los ajustes con registros de operadores indican que se habrían transferido 193.109 ejemplares en lugar de 652.390, un 70,4% menos que nuestras estimaciones. En tanto que en IPP-MI se habría transferido 75.927 individuos, en lugar de 250.488, lo que representa un 69,7% menos que las estimaciones emanadas de nuestros muestreos.

Por su parte, el ajuste de la estimación de biomasa total realizado con registros de operadores, indica que el verdadero valor de biomasa total transferida también habría sido mucho menor al calculado en las estimaciones realizadas con registros de nuestros muestreos. En este caso, el ajuste de la biomasa demostró que se habrían transferido 266.142 kg en lugar de 892.429 kg, lo que constituye un 70,2% menos. En IPP-MD, este ajuste representa 70,8% menos que lo estimado por nosotros (164.986 kg versus 565.021 kg), mientras que en IPP-MI, representa 69,1% menos que nuestras estimaciones (327.407 kg versus 101.157 kg). Esta amplia diferencia entre nuestras estimaciones y el ajuste con registros diario de operadores, podría deberse al incorrecto registro de datos por parte de los operadores. Por lo tanto, es de vital importancia la unificación de criterios en el registro diario para realizar los ajustes necesarios y así obtener estimaciones más cercanas a la realidad.

Por su parte, el análisis temporal de los ajustes con datos de operadores, demostró que en IPP-MD las transferencias efectuadas entre octubre y enero totalizaron 153.827 ejemplares, lo que representa más del 80% del total transferido en esta margen, donde sobresale el mes de diciembre con 32% del total (61.513 ejemplares). En biomasa, los mayores aportes habrían ocurrido de octubre a diciembre, totalizando



107.987 kg, que corresponde a más del 65% del total transferido en esta margen. También se destaca el mes de diciembre con 32% del total (52.217 kg)

En IPP-MI, los ajustes con datos de operadores demostraron menor número de ejemplares, ya que dicha margen estuvo fuera de servicio por más de 70 días (del 16/11/2015 al 27/01/2016). Lamentablemente, dichas fechas fueron trascendentales para las migraciones, como vimos en las transferencias de IPP-MD. Pese a esto, se puede determinar que los mayores aportes en número de ejemplares transferidos habrían ocurrido entre septiembre y noviembre (56.899 ejemplares, 75% del total). Los ajustes de biomasa, también demostraron una menor biomasa respecto a IPP-MD por las mismas razones antes expuestas. Sin embargo, los mayores aportes en biomasa habrían ocurrido entre septiembre y noviembre (73.779 kg, 73% del total).

Por otra parte, cabe destacar que en ambas márgenes las menores transferencias en número y biomasa fueron las de abril a junio. Por lo tanto, se pueden considerar esos meses para programar los mantenimientos anuales correspondientes en las IPP, los cuales dejan fuera de servicio dichas instalaciones, para evitar inconvenientes en la temporada de migraciones de peces.

- Las instalaciones fueron utilizadas con mayor frecuencia (>55,9%) por **especies de tallas medianas** (tallas promedio entre 201 mm y 500 mm). En este grupo se transfirieron 17 especies del orden Siluriformes, 12 especies de Characiformes y 1 especies de los órdenes Myliobatiformes, Gymnotiformes, Perciformes y Clupleiformes. Entre los Characiformes se destacó *Prochilodus lineatus* con un rango de talla de 340 mm, ya que se transfirieron ejemplares de 260 mm a 600 mm. El rango en *Rhaphiodon vulpinus* fue 324 mm y en *Salminus brasiliensis* 310 mm. Entre los Siluriformes se destacaron *Pterodoras granulosus* con rango de 315 mm y *Oxydoras kneri* con 250 mm. Mientras que entre los Perciformes se destacó *Plagioscion ternezi* con un rango de 351 mm.

Las **especies de talla pequeña** (tallas promedio inferiores a 200 mm) representaron el 39,3%, entre estas se transfirieron 14 entidades pertenecientes a Characiformes, 7 especies del orden Siluriformes y 1 especie de los órdenes Perciformes, Gymnotiformes y Clupleiforme. En este grupo se destacaron los



Siluriformes con *Iheringichthys labrosus* (rango=162 mm) y *Rhinodoras d'orbignyi* (rango=110 mm), y Perciformes con *Pachyurus bonariensis* (rango=131 mm)

Las **especies de talla grande** representaron 6,8% (4 especies). Tres especies pertenecieron a Siluriformes y una especie a Myliobatiformes. Entre los Siluriformes se destacaron *Zungaro jahu* (rango=853 mm) y *Pseudoplatystoma corruscans* (rango=620 mm).

- El análisis de distribución de tallas de las especies transferidas en las IPP que fueron “*comunes*” a las capturadas en PM mostró que hubo una única moda. En ambas márgenes en general y en IPP-MD en particular, la moda estuvo definida el por intervalo de 300-349 mm, mientras que en IPP-MI, la moda estuvo representada por un intervalo de mayor talla 400-449 mm.

- El análisis para “*toda la comunidad*” transferida demostró, tanto entre ambas márgenes como para cada margen en particular, que la distribución fue unimodal. En IPP-MD la moda estuvo determinada por el intervalo de 226-300 mm, determinado principalmente por la elevada transferencia de *Pimelodus maculatus*, cuyos rangos de mayor frecuencia fueron 271-285 mm y 286-300 mm. En IPP-MI la moda estuvo representada por el intervalo de 301-375 mm, que correspondió a la elevada frecuencia de tres especies: *P. maculatus* con rango de 301-315 mm, *Pterodoras granulosus* con rango de 351-375 mm y *Prochilodus lineatus* con rango de 361-390 mm.

- El análisis temporales del largo y peso medio, coeficiente de crecimiento (***b***) y factor de condición corporal (***k***), solo pudo ser discutido en aquellas especies donde la frecuencia de ocurrencia lo permitía. Entre ellas se destacó *Pimelodus maculatus*, que de acuerdo a los análisis presentó por lo menos tres poblaciones: una de ellas fue trasferida durante los primeros monitoreos, que presentó tallas y pesos promedios bajos, elevado crecimiento y una mala condición corporal. Las dos poblaciones restantes fueron trasferidas posteriormente al pulso de crecida registrado a mediados de julio, manteniéndose en el área hasta fin del periodo



informado, las cuales utilizaron el sistema de transferencia de manera diferencial. La población transferida principalmente por en IPP-MD fue la de mayor porte (mayor talla y peso medio), mayor crecimiento y mayor condición corporal, y lo contrario se observó para la población transferida en IPP-MI.

Otra de las especies destacada fue *Pterodoras granulosus*. En su análisis temporal del factor de condición corporal (k) mostró diferencias en los ejemplares transferidos en cada margen, lo que podría indicar que el sistema de transferencia estaría siendo utilizado por poblaciones diferentes. Del mismo modo se comportó *Salminus brasiliensis* ya que los ejemplares de mayor porte fueron transferidos principalmente en la IPP-MD.

- El presente periodo nivel general y temporal se caracterizó por transferencias con bajos índices de diversidad. En IPP-MD los **mayores índices de diversidad** fueron los de febrero ( $S'=5,392$  y  $H'=3,091$  bits), abril ( $S'=6,224$  y  $H'=2,754$  bits) y junio ( $S'=5,588$  y  $H'=2,584$  bits). Los elevados índices de febrero fueron consecuencia de la elevada riqueza ( $r=12$  especies) y equitatividad ( $E=0,72$ ), mientras que los de abril y junio fueron consecuencia de la elevada equitatividad (0,83 en abril y 0,86 en junio), ya que la riqueza fue baja ( $R=10$  especies en abril y  $R=8$  especies en junio). Por su parte los **menores índices de diversidad** fueron apreciados en julio, agosto y noviembre. En los dos primeros meses fueron consecuencia de la baja riqueza transferida ( $R=10$  por meses) y principalmente de la baja equitatividad ( $E=0,25$  en julio y  $E=0,16$  en agosto), producto de la elevada dominancia de una sola especie (*Pimelodus maculatus*). Dicha especie fue transferida durante julio con porcentajes superiores al 88%, mientras que en agosto represento más del 93% de las transferencias. Por su parte, los bajos índices registrados en noviembre no estuvieron relacionados con la riqueza, ya que fue elevada ( $R=17$  especies), sino con la baja equitatividad ( $E=0,35$ ) producto de la elevada frecuencias de *P. maculatus* quien represento más del 74% en las transferencias.

En IPP-MI, los **mayores índices** fueron registrados en abril ( $S'=7,396$  y  $H'=3,043$  bits), junio ( $S'=9,167$  y  $H'=2,482$  bits) y octubre ( $S'=5,742$  y  $H'=2,941$  bits). Estos índices elevados fueron consecuencia principalmente de la elevada equitatividad



que presentó la comunidad transferida ( $E=0,85$  en abril,  $E=0,96$  en junio y  $E=0,75$  en octubre), dado que la riqueza de esos meses fue baja ( $R= 12, 6$  y  $15$  especies, respectivamente). Los **menores índices de diversidad** fueron apreciados en marzo ( $S'=1,203$  y  $H'=0,623$  bits), julio ( $S'=1,194$  y  $H'=0,609$  bits), agosto ( $S'=1,510$  y  $H'=1,163$  bits) y septiembre ( $S'=2,155$  y  $H'=1,768$  bits). Todos ellos, fueron consecuencia de la baja riqueza transferida (valores de  $R < 13$  especies) y principalmente de la baja equitatividad ( $E=0,18$  en marzo,  $E=0,20$  en julio,  $E=0,37$  en agosto y  $E=0,48$  en septiembre). A su vez, la baja riqueza y equitatividad fue producto de la alta dominancia de *Prochilodus lineatus* durante marzo ( $>91\%$  del total transferido), de *Pimelodus maculatus* durante julio y agosto ( $>91\%$  y  $>80\%$ , respectivamente), y de *Pterodoras granulosus* en septiembre ( $>65\%$ ).

- La comunidad íctica utilizó el sistema de transferencia de MD durante las 24 hs, mientras que en MI predominaron las trasferencias solo en algunos intervalos horarios. Ambas márgenes presentaron su mayor actividad (30% y 45%, respectivamente) entre las 00:01 y 03:00 hs. En IPP-MD los restantes intervalos horarios se mantuvieron con ritmos que variaron entre 6 y 16%, mientras que en IPP-MI solo tuvieron importancia los intervalos de 06:01 - 09:00 hs y los de 15:01 - 21:00 hs, los intervalos de 09:01 - 15:00 hs y de 21:01 - 00:00 hs no tuvieron prácticamente trasferencias. Cabe destacar que la baja o casi nula transferencia en los intervalos horarios de MI se deben principalmente a que dicha márgenes estuvieron fuera de servicio en la época de mayor pasaje.



Convenio EBY-UNNE-UNaM

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUIMICAS Y NATURALES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES.



## BIBLIOGRAFÍA

- AGOSTINHO, A.A.; AMATO DE MORAES VAZZOLER, A.E.; THOMAZ, S.M. 1995. The High River Paraná Basin: Limnological and Ichthyological Aspects (p.59 - 103). *Limnology in Brazil*, 376 pp.
- AGOSTINHO, A.A.; FERREIRA JULIO JR, H. 1999. Peixes da Bacia do Alto Paraná. Biología e ecología dos Peixes do Rio Paraná. *In: Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*,/editado por Lowe-McConnell EDUSP. p. 393-395.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2002. As escadas de peixes no contexto da conservação de Recursos Naturais. *Bol. Soc. Bras. Ictiol.* (67): 8-11.
- AGOSTINHO, A.A.; GOMES L.C.; PELICICE F. M. 2007. Ecología e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. *Eduem 2007, Maringa (Brasil)*, 501pp.
- AICHINO, D.R.; ROUX J.P.; DE LUCIA, A.D.; COMOLLI, J.A.; MENDEZ, C.M.D., ORTIZ, J.C.; HERNANDEZ, D.R. 2006. Monitoreos de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETA: Informe Anual. Septiembre 1999 a Junio 2006. CONVENIO EBY-UNNE-UnaM. Posadas-Misiones, Argentina, 153 p.
- AICHINO, D.R.; ROUX J.P.; DE LUCIA, A.D.; COMOLLI, J.A.; MENDEZ, C.M.D., ORTIZ, J.C.; HERNANDEZ, D.R. 2007. Monitoreos de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETA: Informe Final. Julio 2006 a Junio 2007. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones (Argentina), 111 p.
- AICHINO, D.R.; ROUX, J.P.; TORO A.A.; COMOLLI, J.A.; CERUTTI, J.C.; ORTIZ, J.C.; HERNANDEZ, D.R.; RAMIREZ, I.A. 2008. Monitoreos de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETA: Informe Final. Julio 2007 a Junio 2008. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones (Argentina), 109 p.
- AICHINO, D.R.; ROUX, J.P.; TORO A.A.; COMOLLI, J.A.; CERUTTI, J.C.; ORTIZ, J.C.; HERNANDEZ, D.R. 2009. Monitoreos de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETA: Informe Final. Julio 2008 - junio 2009. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones (Argentina), 99 p.



AICHINO Danilo R.; ROUX Juan P.; COMOLLI Javier A.; HERNANDEZ, David R.; CERUTTI Juan C.; ORTIZ, Julio C.; CAPLI Julio J. y VILTE, Gustavo A. 2010. Monitoreos de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETA: Informe Final. Agosto 2009 – julio 2010. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 131 pp.

AICHINO Danilo R.; ROUX Juan P.; COMOLLI Javier A.; HERNANDEZ, David R.; CERUTTI Juan C.; ORTIZ, Julio C.; CAPLI Julio J. y VILTE, Gustavo A. 2011. Monitoreo de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETÁ: Informe Final. Agosto 2010 – julio 2011. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 99 pp.

AICHINO, Danilo R.; ROUX, Juan P. y BENITEZ, Mauricio F. (2013 a). Informe Histórico sobre monitoreo y evaluación de la fauna íctica transferida por las instalaciones para peces de la central hidroeléctrica de YACYRETÁ. Periodo 1999-2012. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 90 pp.

AICHINO Danilo R.; ROUX Juan P.; BENITEZ, Mauricio. F.; SANCHEZ Sebastián; COMOLLI Javier A.; HERNANDEZ, David R.; CERUTTI, Juan C.; ORTIZ, Julio C.; AGÜERO, Carlos H. y MASIN, Andrés S. 2013 b. Monitoreo de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETÁ: Informe Final. Noviembre de 2012 – octubre de 2013. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 76 pp.

AICHINO Danilo R.; ROUX Juan P.; SANCHEZ Sebastián; COMOLLI Javier A.; HERNANDEZ, David R.; ORTIZ, Julio C.; AGÜERO, Carlos H.; MASIN, Andrés S y CERUTTI, Juan C. 2014. Monitoreo de la Fauna Íctica Transferida por las Instalaciones para Peces de la Central Hidroeléctrica de YACYRETÁ: Informe Final. Noviembre de 2013 – octubre de 2014. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM. Posadas-Misiones, Argentina. 86 pp.

ALMIRON, A., CASCIOTTA J., CIOTEK, L. y GIORGIS, P. 2008. Guía de los peces del Parque Nacional Pre-Delta. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales. 216 p.

ALMIRON, A., CASCIOTTA J., CIOTEK, L. y GIORGIS, P. 2015. Guía de los peces del Parque Nacional Pre-Delta. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales. 299 p.

AZPELICUETA, M.M; BRAGA, L. 1991. Los Curimatidos en Argentina. Programa de agua dulce PROFADU (CONICET). Volumen: 40, Fascículo: 1, 55 p.



AZPELICUETA, M. M., 1994. Los Diplómstidos en Argentina (Siluriformes, Diplomystidae) . Programa de Agua Dulce PROFADU(CONICET) Volumen 40 Fascículo 4. 49 p.

AZPELICUETA, M.M. 1998. A new species of *Pimelodus* (Siluriformes: Pimelodidae) from the Paraguay and lower Paraná rivers. *Neotrópica* 44 (111-112): 87-94.

BIOSONICS, Inc. 1985. Evaluación Hidroacústica de la Migración de Peces en las Adyacencias del Proyecto Dique Yacyretá, sobre el Río Paraná. Informe Técnico. Seattle, Washington, U.S.A. 95p.

BONETTO, A.A.; H. P. CASTELLO. 1985. Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. *In*: Serie de Biología. Monografía N° 31. Organización de los Estados Americanos., Washington D.C. USA: 118pp.

BONETTO, A.A.; CANON VERON, M.; ROLDAN, D. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur*.

BRAGA, L., 1993. Los Anostomidae (Pisces, Characiformes) de Argentina. Programa de agua dulce PROFADU (CONICET). Volumen: 40, Fascículo: 3, 61 p.

CASCIOTTA, J.; ALMIRÓN, A.; BECHARA, J. 2005. Peces del Iberá, Hábitat y Diversidad. Grafikar, La Plata (Argentina), 244 pp.

CAROLSFIELD, J.; HARVEY, B. 2004. Migratory fishes of South America. Biology, Fisheries and Conservation Status. Word Fisheries Trust/ Banco Mundial/IDRC 2004. ISBN 1-55250-114-0. 380pp.

CECOAL. 1979. Estudios ecológicos en el área de Yacyretá. *In*: Informe de Avance N° 3. CECOAL, Corrientes (Argentina), 153pp.

DE LUCIA, A.D.; ROUX, J.P.; CERUTTI, J.C.; AICHINO, D.R.; ORTIZ, J.C.; COMOLLI, A.J.; MENDEZ, D. 2005. Monitoreo y Evaluación de la Fauna Íctica transferida por las Instalaciones para peces de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá – CHY. Informe Final. CONVENIO EBY-UNNE-UNaM Posadas, Misiones (Argentina), 113 p.



- FERRARIS, C.J. JR. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa*, (1418): 1-628.
- LIOTTA, J. 2005. Distribución geográfica de los peces de aguas continentales de la República Argentina. ProBiota, Serie Documentos N° 3. 701pp.
- LOPEZ, H.; MIQUELARENA, A. 1991. Los Hypostominae (Pisces: Loricaridae) de Argentina. Programa de agua dulce PROFADU (CONICET). Volumen: 40, Fascículo: 2, 64 p.
- LOPEZ, H.L.; MIQUELARENA, A.M.; MENNI, R.C. 2003. Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Serie Técnica y Didáctica N° 5. *ProBiota*. 1-86 p.
- LÓPEZ, H. L., MIQUELARENA, A. M.; PONTE GÓMEZ, J. 2005. Biodiversidad y Distribución de la Ictiofauna Mesopotámica. Capítulo: Fauna. *In: Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II*, Coordinador - Editor: F. G. ACEÑOLAZA. INSUGEO, Miscelánea, 14: pp 311-154. Tucumán, 2005, ISSN On-Line 1668-3242.
- MALABARBA, L.R. 1998. Monophyly of the Cheirodontinae, Characters and Major Clades (Ostariophysi: Characidae). *In: Phylogeny and Clasification of Neotropical Fishes/* edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. De Lucena, Carlos Alberto S. Lucena- Porto Alegre- EDIPUCRS, 1998, 603pp.
- MALLEN-COOPER, M. 1999. Developing fishways for nonsalmonid fishes: A case study from the Murray River in Australia. *In: Innovations in fish passage technology*. M. Odeh (Ed.), Ameican Fisheries Society, Bethesda, 212pp.
- MIRANDE J. M. & KOERBER S (2015). Checklist of the Freshwater Fishes of Argentina (CLOFFAR). *Ichthyological Contributions of Peces Criollos*. 36:1-68(2015).
- MCNEILL ALEXANDER, R. 1993. Buoyancy. *In: The Physiology of Fishes*. D. H. Evans (Ed.). CRC. Marine Sciences Series, Boca Raton, Florida: 75-97 p.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.



- OLDANI, N., BAIGÚN, C., DELFINO, R. y RODRIGUEZ, R. 2001. Evaluación de los sistemas de transferencia para peces de la represa de Yacyretá. *Natura Neotropicalis* 32(2): 87-100.
- OLDANI, N.O.; IWASZKIW, J.M.; PADÍN, O.H.; OTAEGUI, A. 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el Alto Paraná (Corrientes, Argentina). Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay: Serie Técnico-Científica, (1): 43-55.
- PAULY, D. 1984. Fish Populations Dynamics in tropical waters: A Manual for use with programmable calculators. ICLARM studies and reviews 8. International center for living aquatic resources management, Manila, Philippines, 325 pp.
- PIELOU, E. C. (1969). An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York. En MAGURRAN, A. E., 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Ed. Vedral, Barcelona. 199 p.
- QUIRÓS, R. 1988. Estructuras para asistir a los peces no salmónidos en sus migraciones: América Latina. *In*: vol. 5, Copescal Documento Técnico, Roma: 50pp.
- REIS, R. E. 1998. Systematics, Biogeography, and the Fossil Records of the Callichthyidae: A Review of the Available Data. En: Phylogeny and Clasification of Neotropical Fishes/ edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. De Lucena, Carlos Alberto S. Lucena- Porto Alegre- EDIPUCRS, 1998 x, 603p.
- REIS, R.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS, C. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. PUCRS, Porto Alegre, Brasil.
- RICKER, W.E., 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull.Fish.Res.Board Can.*, (191):382 p.
- RINGUELET, R.A.; ARAMBURU, R.H.; ALONSO DE ARAMBURU, A. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *In*: Comisión de Investigación Científica. Gobernación de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina. 602pp.
- ROA, B. H. 2005. Lista de especies de peces del tramo Ituzaingó- Iguazú del río Alto Paraná (Argentina). *Rev. Cienc. Tecnal.* Vol 7, 73-79



RONCATI, H.A.; BECHARA, J.A.; ROUX, J.P.; GONZALEZ, A. 2000. Monitoreo y Evaluación de la Fauna Íctica transferida por las Instalaciones para peces de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá – CHY. Informe final. Convenio EBY-UNNE-UNaM Posadas, Misiones (Argentina), 102 p.

RONCATI, H.A.; BECHARA, J.A.; ROUX, J.P.; GONZALEZ, A. 2001. Monitoreo y Evaluación de la Fauna Íctica transferida por las Instalaciones para peces de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá – CHY. Informe Final. Convenio EBY-UNNE-UNaM Posadas, Misiones (Argentina) 120 p.

RONCATI, H.A., BECHARA, J.A.; ROUX, J.P., GONZALEZ, A.; RUIZ DÍAZ, F. 2002. Monitoreo y Evaluación de la Fauna Íctica transferida por las Instalaciones para peces de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá – CHY. Informe Anual. Convenio EBY-UNNE-UNaM Posadas, Misiones (Argentina), 119 p.

RONCATI, H.A.; BECHARA, J.A.; ROUX, J.P.; GONZALEZ, A.; RUIZ DIAZ, F. 2003. Monitoreo y Evaluación de la Fauna Íctica transferida por las Instalaciones para peces de la Central Hidroeléctrica de Yacyretá – CHY. Informe Final. Convenio EBY-UNNE-UNaM Posadas, Misiones (Argentina), 127 p.

SHANNON, C. E. y W. WEAVER, 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 177 p. En MAGURRAN, A. E., 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Ed. Vedral, Barcelona. 199 p.

WOOTTON, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall. N.Y. EUA, 404 pp.

Página web:

Niveles            Hidrométricos            Prefectura            Naval            Argentina:

[http://www.prefectura naval.gov.ar/web/es/html/dico\\_alturas.php](http://www.prefectura naval.gov.ar/web/es/html/dico_alturas.php)