

# Estructura comunitaria y diversidad de peces en el Río Uruguay

Monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A.

Noviembre 2015



## **Autores:**

Iván González-Bergonzoni  
Alejandro D'Anatro  
Samanta Stebniki  
Nicolás Vidal  
Franco Teixeira de Mello.

## **Colaboradores:**

Giancarlo Tesitore  
Ivana Silva  
Juan Manuel Martinez

## **Distribución**

UPM S.A.  
DINAMA  
DINARA

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

# UPM S.A.

## Estructura comunitaria y diversidad de peces en el Río Uruguay

Monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de  
celulosa UPM S.A.

Noviembre 2015

Informe realizado en el marco de la asesoría técnica para el monitoreo de la comunidad de peces en las zonas de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Departamento de Río Negro, Uruguay), brindada por Facultad de Ciencias a pedido de UPM.

Las opiniones vertidas en este informe reflejan la opinión de los autores y no son de carácter institucional.

Páginas 35  
Figuras 9  
Tablas 4  
Apéndice 1

Imagen de tapa: Ejemplar de *Ageneiosus militaris* capturado en los muestreos de Noviembre 2015.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>METODOLOGÍA</b> .....	6
DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y EFLUENTES.....	6
PERIODOS Y ÁREA DE ESTUDIO.....	8
TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS .....	10
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	12
PERIODO 2005-2015.....	12
PERIODO NOVIEMBRE 2015.....	17
CONDICIÓN DE LA ESPECIE INDICADORA.....	24
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	27
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
<b>APÉNDICE</b> .....	32

## INTRODUCCIÓN

La planta de pasta de celulosa UPM S.A. localizada en Fray Bentos inició su producción durante la primera quincena de Noviembre de 2007 y ha estado en operación desde entonces. El actual estudio sobre estructura comunitaria y diversidad específica de peces forma parte del monitoreo ambiental que UPM S.A. lleva a cabo de forma anual y sin interrupciones desde el año 2007. El presente programa y protocolo de monitoreo ha sido aprobado por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y se realiza en tres zonas del Río Uruguay bajo; estas tres zonas son: Nuevo Berlín, sitio considerado como zona de referencia ya que, está ubicado aproximadamente 24 Km aguas arriba del sitio de descarga de los efluentes de la planta de UPM S.A.; Fray Bentos, como zona receptora inmediata, por estar localizado inmediatamente aguas abajo de la zona de descarga de efluentes; y finalmente la zona de Las Cañas, siendo una zona receptora lejana, localizada aproximadamente 15 Km aguas abajo de la descarga de efluentes. Este programa de monitoreo se lleva cabo en las mismas áreas y usando similar metodología a los estudios de línea de base realizados entre los años 2005-2007 también a cargo de la empresa UPM S.A. y anterior a la puesta en funcionamiento de la planta (Tana, 2007). Esta aproximación metodológica permite estudiar el potencial efecto de los efluentes de la planta sobre la comunidad de peces, comparando parámetros descriptivos de la estructura comunitaria antes y después de la puesta en marcha de la planta, y también entre la zona referencia y las zonas receptoras de efluente. Esta aproximación metodológica se denomina BACI (por sus siglas en inglés “*Before After Control Impact*”) y es una de las más adecuadas aproximaciones para este tipo de estudios de monitoreos de impacto ambiental a nivel mundial (Underwood, 1991).

Los estudios previos a la puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. han revelado que la estructura comunitaria y diversidad de peces son relativamente similares entre estas tres áreas, aunque existe un menor número de especies de peces en la zona receptora lejana, i.e. Las Cañas (Tana 2007). Durante los estudios de línea de base también se ha constatado la alta variabilidad temporal natural en la estructura de la comunidad de peces, pero siempre existiendo gran similitud en composición específica entre los tres sitios de muestreo (Tana 2007). Durante los monitoreos posteriores a los estudios de línea de base realizados a partir de Diciembre de 2007, también se ha constatado una gran variabilidad temporal en la estructura comunitaria de los peces, pero sin existir grandes diferencias en la abundancia, biomasa y diversidad específica total entre la zona de referencia y las zonas receptoras de efluentes. Esto hace concluir que la variabilidad en la

comunidad de peces podría estar gobernada principalmente por otros factores ambientales independientes de los efluentes de la planta de UPM S.A. Además no han sido observadas deformaciones o anomalías macroscópicas en peces durante estos estudios y no se han constatado diferencias en la condición (por ejemplo, factor de condición e índice hepato y gonadosomático) de los peces entre las tres zonas (Tana, 2007, 2014, González-Bergonzoni *et al.* 2015a). En conjunto los trabajos previos de monitoreo no han indicado impactos de los efluentes sobre la estructura de la comunidad y diversidad de peces ya que no se han encontrado diferencias entre las zonas receptoras de efluentes (Fray Bentos y Las Cañas) y la zona referencia o control (Nuevo Berlín) (Tana, 2014, González-Bergonzoni *et al.* 2015a y referencias allí presentes).

Estos estudios de monitoreo, tanto los de línea de base como los posteriores a la puesta en marcha de la planta han sido diseñados de acuerdo a las regulaciones gubernamentales del “Canadian EEM” (por sus siglas en inglés: “*Environmental Effects Monitoring*”) en Canadá. Este programa se basa en la experiencia de estudios científicos de muchos años en monitoreos de impactos de efluentes de plantas de celulosa (información disponible en <http://laws-lois.justice.gc.ca>). De acuerdo a este programa, a nivel poblacional se deben monitorear indicadores de reproducción, condición y supervivencia de peces expuestos a efluentes comparándolos con peces de zonas de referencia donde el efluente no está presente, en este caso, el área de Nuevo Berlín. Cambios en estos indicadores pueden ocurrir anteriormente a la extinción de una especie, aunque los cambios observados a nivel comunitario no siempre se correspondan con estos indicadores. En el periodo previo a la puesta en marcha de la planta ha sido muy importante coleccionar material para ser utilizado como referencia en futuros monitoreos. Idealmente se sugiere enfocarse en dos especies locales y de movimiento restringido, utilizándose como “especies modelo” sobre las cuales monitorear indicadores de reproducción y condición general confrontando zonas referencia con zonas expuestas; y también comparando el antes y después de la presencia de efluente en una misma zona siguiendo la antes mencionada metodología BACI (EEM, 2010; Underwood, 1991). Los estudios de línea de base, así como estudios previos han sugerido que la mejor especie “modelo” a utilizar es el bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*), debido a su probable carácter local, hábitos alimenticios bentívoros, alta frecuencia de ocurrencia y abundancia en todos los muestreos y gran representación de diversas clases de talla. Además existen diferencias alimenticias y fisiológicas (Masdeu *et al.*, 2011; D’Anatro *et al.*, 2013) entre estas tres áreas apoyando el carácter local de dicha especie, a pesar que no existen estudios detallados sobre

migraciones entre las tres áreas de estudio.

En las diferentes áreas donde se llevó a cabo el estudio, el hábitat del Río Uruguay puede ser dividido a gran escala entre tres grandes áreas: i) la zona litoral, entre 1-2 m de profundidad y localizada en la zona costera, ii) la zona media, con profundidad de 2-5 m extendiéndose hasta aproximadamente 500 m de la línea costera, y finalmente iii) la zona profunda, con profundidades mayores a 8 m en el canal principal. Esta zonación ha sido utilizada en estudios de plancton y bentos (CELA, 2006). Los estudios de monitoreo de peces mencionados en este informe se enfocan en las zonas litoral y media del río Uruguay.

El presente informe se enfoca en el monitoreo de estructura de la comunidad de peces en un área referencia y dos áreas receptoras de efluente de UPM S.A. llevado a cabo durante la última semana del mes de Noviembre y la primera semana de Diciembre de 2015. Este monitoreo se realiza en forma conjunta y complementaria al monitoreo de calidad de agua y de exposición de moluscos y peces a efluentes, realizado en los mismos sitios y durante los mismos periodos a cargo de UPM S.A. (Tana, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2015a, 2015b).

## METODOLOGÍA

### DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y EFLUENTES

#### *La planta*

La planta de celulosa de UPM S.A., Fray Bentos posee una capacidad de producción anual de 1,3 millones de toneladas de pulpa de celulosa kraft blanqueada de Eucaliptus. La planta aplica las mejores técnicas disponibles (denominada planta “BAT”, por sus siglas en inglés: “Best Available Techniques”) como ha sido presentado en el reporte preparado por la comisión europea (Anon 2001). Los troncos son descortezados en las plantaciones al cosecharlos y son chipeados en la planta. El proceso de cocción aplica la tecnología Lo-Solids®, en un digestor continuo de 3200 m<sup>3</sup>. El proceso de deslignificación continúa por medio de un tratamiento en dos etapas con oxígeno. Posteriormente, la pulpa es blanqueada usando una secuencia ECF “light” (A/D EOP D P) en la cual los principales agentes blanqueadores usados son el dióxido de cloro, hidróxido de sodio (y/o licor blanco oxidado), ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. Este proceso ha sido diseñado para obtener un producto final con blancura de 89-92 % ISO. La pulpa se seca en dos

líneas paralelas iguales, y luego de embalada es transportada por vía fluvial hasta el puerto de Nueva Palmira, 55 Km aguas abajo en el río Uruguay, desde donde es exportada a papeleras en otros continentes.

La línea de recuperación consiste en una planta de evaporación de siete efectos con unidades evaporadoras de película descendente, una caldera de recuperación de 4.450 toneladas de sólidos secos por día, y una línea recaustificadora para producir el licor blanco usado en la cocción de los chips de madera. Los gases olorosos generados se recolectan y se queman en la caldera de recuperación; dos calderas de respaldo están instaladas para quemar esos gases en el caso de ocurrir perturbaciones en la operativa normal.

El agua bruta se toma del río Uruguay a una tasa promedio de 900 L/s y se trata para su uso en el proceso de forma similar a una planta de tratamiento de agua convencional. El efluente es vertido al río Uruguay por medio de un difusor de 200 m, a una tasa promedio de 700 L/s. La planta de tratamiento del efluente consiste en un tratamiento primario (sedimentación) seguido de un tratamiento de lodos activados (tratamiento biológico). Luego del tratamiento primario, el efluente se dirige a un sistema de piletas de seguridad y equalización, con un volumen de 75.000 m<sup>3</sup>, diseñado y operado para prevenir anomalías en la calidad del efluente que se envía al tratamiento biológico. El sistema de lodos activados tiene un volumen de 150.000 m<sup>3</sup>, en dos líneas, con un tiempo de residencia hidráulica de aproximadamente 48 horas. El promedio anual de flujo del efluente en el último trimestre de 2015 previo al monitoreo fue de 18,5 m<sup>3</sup>/ADT (tonelada de pulpa seca, ADT por sus siglas en inglés: “Air-Dried Ton of pulp”). Durante el presente periodo de estudio en Noviembre de 2015 (datos desde 27/11/2015 hasta el 06/12/2015) el flujo diario fue de 15,8 m<sup>3</sup>/ADT.

### ***Calidad del efluente***

Las características físico-químicas del efluente tratado durante el presente periodo de estudio son dadas en la Tabla 1. La tabla describe los valores promedios para el segundo semestre del 2015 así como, para el último periodo de muestreo (del 27 de Noviembre al 6 de Diciembre de 2015). En la tabla se incluyen los valores límites aceptados en las tecnologías BAT de acuerdo a la comisión europea (Anon, 2001). Tanto durante el presente periodo de monitoreo como durante el segundo

semestre de 2015 hasta la fecha del muestreo, los valores descargados al río nunca excedieron los valores permitidos de acuerdo a la normativa vigente.

**Tabla 1.** Características del efluente descargado de la planta de UPM S.A. en Fray Bentos. La tabla incluye valores promedios de descarga expresados en kilogramos por cada tonelada seca de pulpa producida (kg/ADT) para Septiembre-Noviembre 2015, así como, durante el periodo de muestreo (27 de Noviembre al 6 de Diciembre de 2015) y los valores límites permitidos por la comisión europea.

Kg / ADT	COD (Kg/ADT)*	BOD <sub>5</sub> (Kg/ADT)	AOX (Kg/ADT)	N total (Kg/ADT)	P total (Kg/ADT)	SST (Kg/ADT)	Flujo del efluente (m <sup>3</sup> /ADT)
BAT	23	1,5	0,25	0,25	0,30	1,5	50
Límites permitidos#	15	0,70	0,15	0,20	0,02	1,0	-
Promedio Septiembre- Noviembre 2015	4,8	0,17	0,030	0,050	0,016	0,29	18,5
Periodo de muestreo Noviembre 2015	5,1	0,16	0,020	0,090	0,020	0,51	15,8

\*ADT = Tonelada de pulpa seca (ADT por sus siglas en inglés: “Air Dried Ton of pulp”)

# Los límites son a escala anual

## PERÍODO Y ÁREAS DE ESTUDIO

La comunidad de peces fue estudiada durante la última semana de Noviembre y la primera semana de Diciembre de 2015, entre los días 27-29/11 y 4-6/12 en los mismos sitios analizados durante los estudios de línea de base y monitoreos previos. Los sitios de muestreo fueron situados en el área referencia de Nuevo Berlín (área A), en la zona receptora cercana del efluente, en Fray Bentos (área B) y en la zona receptora lejana de Las Cañas (área C) (Fig. 1).

En estas mismas áreas se toman muestras regularmente para el estudio de calidad de agua, plancton y fauna bentónica de acuerdo con el plan de monitoreo (e.g. LATU, 2014). Los estudios de músculo y bilis de peces con diferente exposición al efluente también fueron realizados en dichas áreas y son reportados en el informe de exposición Abril 2015 (González-Bergonzoni *et al.* 2015b), entregado conjuntamente con el presente.



**Figura 1.** Áreas de monitoreo de la comunidad de peces. Área A: Nuevo Berlín como área de referencia. Área B: Fray Bentos, bahía del Arroyo Yaguareté como área receptora cercana al efluente de UPM. Área C: Las Cañas como área receptora lejana del efluente de la planta de UPM. S.A. Figura modificada de D'Anatro *et al.* (2013).

Para el muestreo de peces se utilizaron redes Nórdicas estándar de 30 metros de largo y 1,5 metros de altura. Estas redes consisten de 12 paños de 2,5 m de largo cada uno, de tamaños diferentes de malla, de distancia entrenudo de: 5,0; 6,25; 8,0; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 y 55 mm respectivamente. Las redes se calaron al atardecer (aprox. 20:00 hs) y fueron levantadas al amanecer (aprox. a las 8:00 hs), permaneciendo aproximadamente 12 hs. de calado. En cada área se utilizaron ocho redes, calando dos sets -cada uno consistiendo de dos redes unidas en serie- en la zona litoral (dos réplicas) y dos sets de dos redes en serie en la zona media (dos réplicas). La distancia entre las dos réplicas fue de aproximadamente 300 metros y la distancia entre redes de la zona litoral y media fue de aproximadamente 500 metros. El muestreo se desarrolló en la zona A, luego en la zona B y por último en la zona C de idéntica forma y fue repetido con una semana de diferencia. En total 16 redes fueron caladas en cada sitio, 8 en zona litoral y 8 en zona media.

Los peces fueron identificados al mínimo nivel taxonómico posible (nivel de especie en la gran mayoría de los casos) y separados en clases de tamaño cada 1,0 cm de diferencia aproximadamente, medidos (largo estándar en cm) y pesados (masa total, en g) Siguiendo el mismo procedimiento realizado desde el inicio de los estudios de línea de base (Tana, 2007; González-Bergonzoni *et al.* 2015a).

La especie de carácter local *Iheringichthys labrosus* (Siluriforme, Pimelodidae) fue utilizada como especie indicadora para el estudio de la condición general de los peces entre la zona referencia y las zonas receptoras de efluente. Como indicadores se utilizaron: el Factor de Condición (FC) el Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice Hepatosomático (IHS) de una submuestra de esta especie colectada al azar pero incluyendo todas las clases de tamaño presentes.

## TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

### ***Período 2005- 2015***

Para comparar biomasa de peces capturadas por unidad de esfuerzo entre el período de línea de base y período de monitoreos posteriores a la puesta en marcha de UPM S.A. a la misma vez que comparando estos parámetros entre los sitios receptores y referencia utilizamos un test de ANOVA factorial de 2 vías ( $\alpha = 0.05$ ). En el caso de la comparación de riqueza específica y abundancia entre los sitios, los supuestos para aplicación de test paramétricos no se cumplieron, por lo cual utilizamos test no paramétricos de Kruskal-Wallis, seguido de test de Mann Whitney a *post hoc*. Estos tests permiten seguir la metodología BACI comparando parámetros antes y después de cierto potencial de impacto en zonas referencia y potencialmente impactadas. Como situación de línea de base utilizamos los muestreos de comunidad de peces desde 2005-2007 y como situación posterior a la instalación de la planta de UPM S.A. los muestreos de comunidad de peces entre 2008-2015. Cabe resaltar que durante los muestreos de línea de base del año 2005 y el muestreo de abril de 2006 no se separaron las capturas de peces en dos replicas litorales y dos pelágicas por sitio, como se hizo posteriormente. Por este motivo los datos de estos muestreos se presentan como un sólo valor promedio de captura de peces por unidad de esfuerzo por cada muestreo.

### ***Período Noviembre 2015***

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

### *Comparación de capturas entre hábitats y semanas*

Para comparar estadísticamente las variaciones en la riqueza específica, biomasa y abundancia capturadas por unidad de esfuerzo entre el hábitat litoral y la zona media de cada sitio, cada set de redes (consistiendo de dos redes unidas en serie) fue tratado como un réplica, sin considerar las posibles diferencias entre las dos semanas de muestreo ( $n = 4$  réplicas litorales vs. 4 réplicas en la zona media). Estas diferencias fueron analizadas mediante un test ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ) siempre que se cumplieron los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad necesarios para aplicación de este tests, y mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann Whitney, cuando no se cumplieron dichos supuestos. Asimismo, las potenciales diferencias en las capturas entre las dos semanas de muestreo han sido testeadas de manera similar, agrupando zona litoral y media de cada sitio y tratando cada set de redes dispuesto en un mismo día de muestreo como una réplica ( $n = 4$  réplicas en la primer semana vs.  $n = 4$  réplicas en la segunda semana).

### *Comparación de capturas entre sitios*

Para comparar la riqueza específica, abundancia y biomasa de peces entre la zona referencia (Nuevo Berlín) y las zonas receptoras de efluente (Fray Bentos y Las Cañas) se estandarizaron las capturas de acuerdo a una misma unidad de esfuerzo, fijada en una red en el caso de abundancia y biomasa, y un set de redes en al caso de la diversidad específica. De este modo los valores comparados corresponden al número medio de especies, abundancia y biomasa capturadas dada una misma unidad de esfuerzo (CPUE, por sus siglas: Captura por Unidad de Esfuerzo). En cada zona, cada set de redes dispuesto fue utilizado como una réplica indistintamente de la semana de muestreo o el hábitat, de modo de obtener parámetros de captura que integren la variabilidad en el espacio (zona media y litoral) y tiempo (dos muestreos con una semana de diferencia) ( $n = 8$  réplicas en cada sitio). Las diferencias en estos parámetros de captura fueron testeados mediante un test ANOVA seguido de test a *post hoc* de Tukey en caso de encontrar diferencias significativas, y en caso de cumplir con los supuestos para su aplicación. En caso de incumplimiento de dichos supuestos, se utilizó el test de Kruskal-Wallis, seguido del test de Mann-Whitney como test a *post hoc* en caso de encontrar diferencias significativas. El valor de significancia establecido para detectar diferencias fue siempre menor a  $p = 0,05$ .

### *Comparación de la condición general de la especie indicadora*

Los peces fueron examinados externamente para detectar deformidades y anomalías macroscópicas en la forma, cuerpo y aletas como posibles rasgos indicadores de enfermedades. Ninguna deformidad o anomalía fue reportada durante el estudio de línea de base y (o) monitoreos previos a Noviembre de 2015 (Tana, 2007).

La variabilidad en la condición de los peces entre áreas también puede ser determinada estudiando índices indicadores de estado y salud de los individuos, como por ejemplo, variabilidad en la relación del peso de los peces y peso de su hígado y gónadas respecto a su tamaño corporal. En este caso el factor de condición estudiado (FC) describe que tan gordos o delgados están los peces en cada área y los Índices Hepato-Somático y Gonado-Somático en relación al tamaño corporal pueden dar indicaciones de posibles alteraciones en reproducción y metabolismo (Wootton, 1991).

Los índices aquí estudiados son:

- ◆ Factor de Condición (FC) =  $100 \times (\text{peso corporal}/(\text{largo estándar})^3)$
- ◆ Índice Gonado-Somático (IGS) =  $100 \times (\text{peso de las gónadas}/\text{peso corporal})$
- ◆ Índice Hepato-Somático (IHS) =  $100 \times (\text{peso del hígado}/\text{peso corporal})$

Para comparar estadísticamente diferencias en estos indicadores, se consideraron únicamente las hembras mayores a 13 cm de longitud estándar (de modo de eliminar variabilidad dada por individuos inmaduros, quitando por lo tanto “ruido” a la comparación) y cada individuo fue utilizado como una réplica al comparar el FC, IHS y IGS entre las tres áreas. Las comparaciones entre el área referencia y las aéreas receptoras se realizaron mediante un test ANOVA (luego de verificar cumplimiento de sus supuestos) y test *post hoc* de Tukey en caso de encontrar diferencias significativas para la comparación de IGS y IHS. Para la comparación de FC no se cumplieron los supuestos para el uso de tests paramétricos, por lo cual se utilizó test de Kruskal-Wallis, seguido de test de Mann-Whitney a *post hoc*, en caso de encontrar diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Período 2005- 2015*

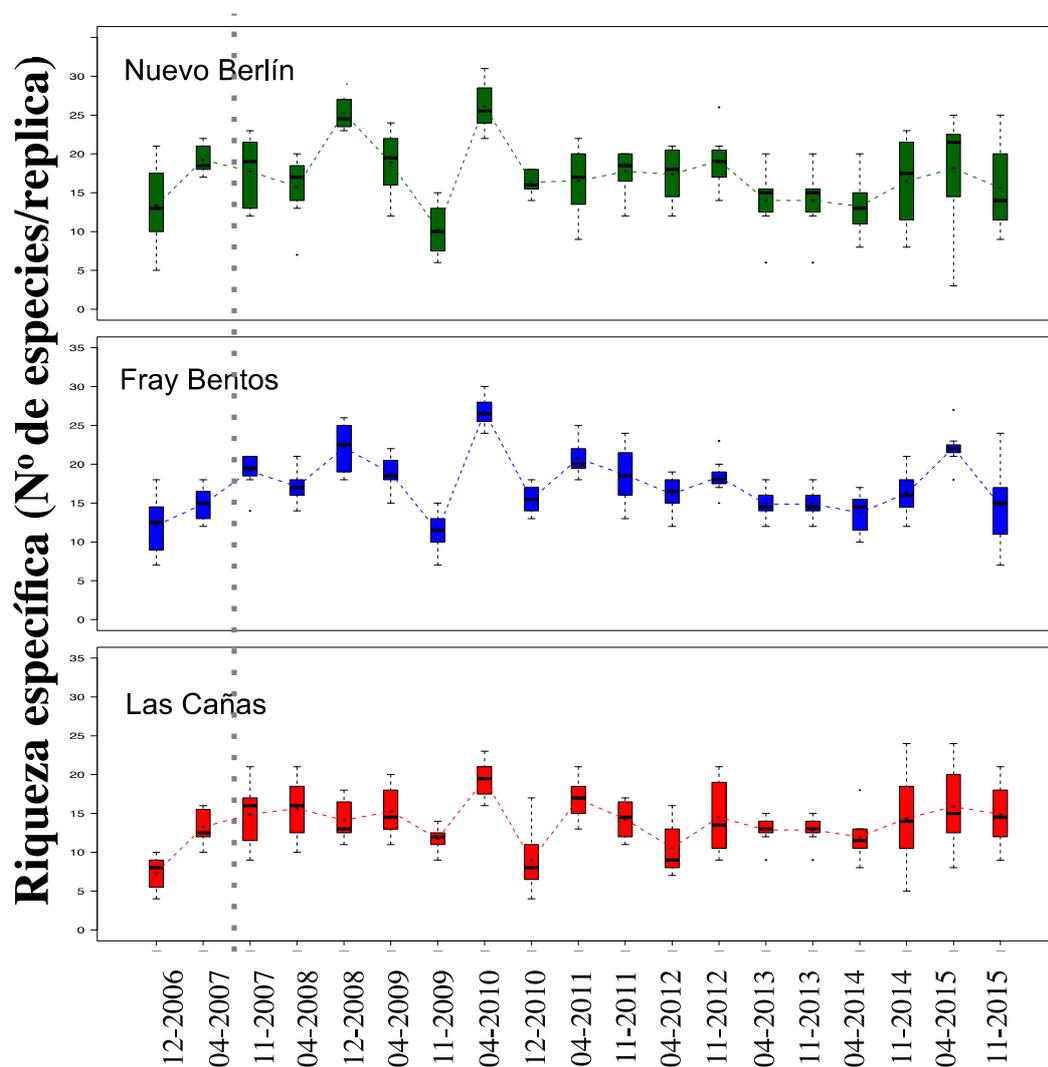
El número de especies colectadas ha sido altamente variable entre los años de muestreo oscilando entre 3 y 31 especies colectadas en promedio por set de redes. La oscilación temporal en la riqueza parece ser consistente entre las tres áreas, observándose picos de riqueza durante los muestreos de

Diciembre de 2008 y Diciembre de 2010 en las tres zonas. Se ha colectado mayor riqueza por unidad de esfuerzo en el periodo post-UPM que en el periodo de línea de base (Mann-Whitney,  $W = 12774$ ;  $p < 0,0003$ ), lo cual probablemente se deba a la mayor cantidad de instancias de muestreo en el periodo post-UPM. Aún así, es de destacar que la riqueza específica no ha disminuido desde la puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. (Fig. 2, Tabla 3). Así mismo, el análisis estadístico reveló que la riqueza específica difiere entre los sitios de muestreo siendo significativamente menor siempre en Las Cañas (Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 52,25$ ;  $p < 0,0001$  y manteniéndose similar entre Nuevo Berlín y Fray Bentos (Tabla 4, Fig. 2). Cabe destacar que estas diferencias entre los tres sitios ya se encontraban en los estudios de línea de base (Tana, 2007), y no han cambiado luego de la puesta en marcha de la planta de UPM S.A. (Tabla 3).

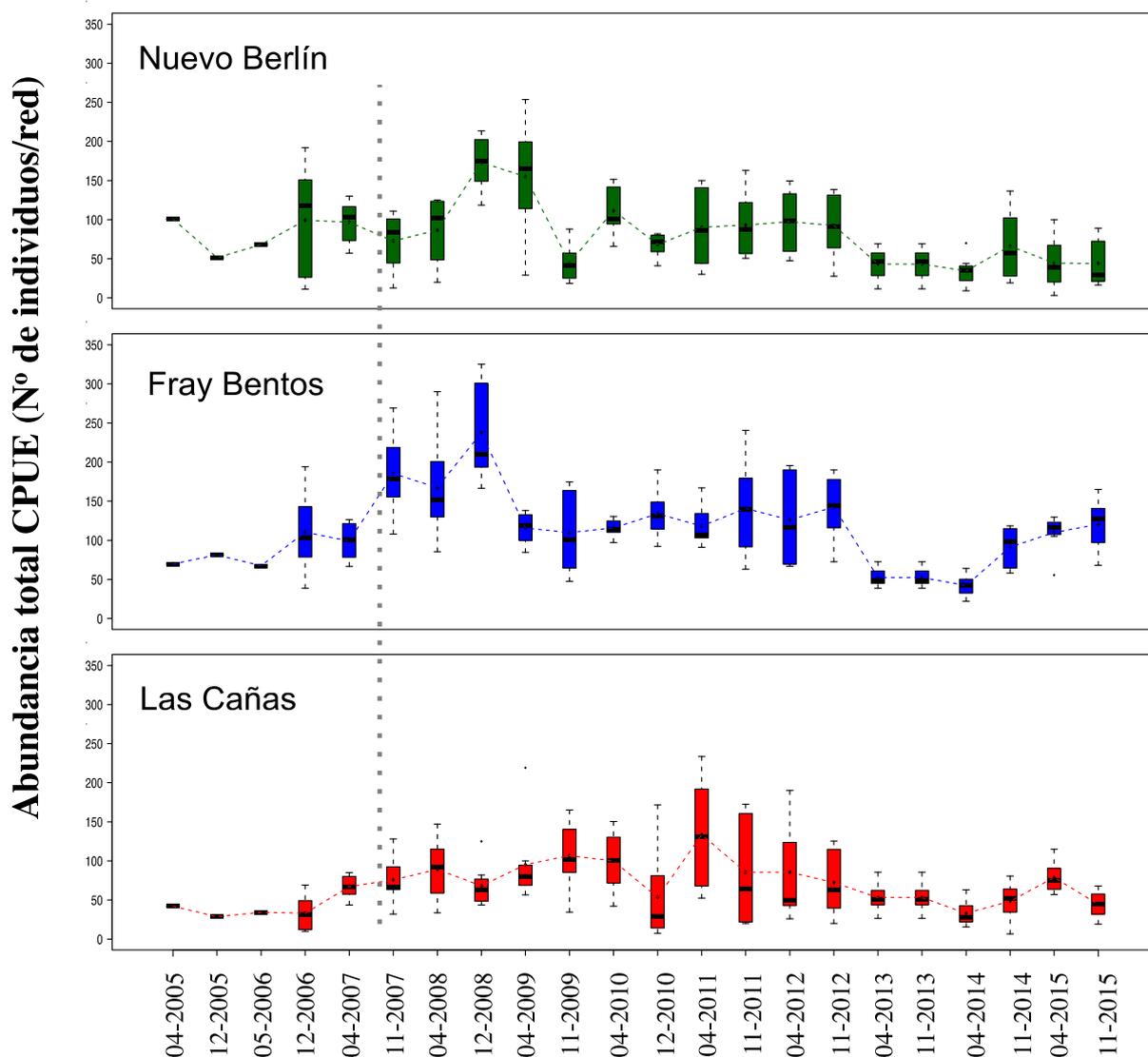
La abundancia capturada por unidad de esfuerzo no ha cambiado hacia el periodo post-UPM (Mann-Whitney,  $W = 1214$ ;  $p = 0,3$  Fig. 3, Tabla 4). Las abundancias de peces capturadas han sido siempre máximas en Fray Bentos, manteniéndose similares entre la zona de Las Cañas y Nuevo Berlín (Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 63,40$ ;  $p < 0,0001$ ). Este patrón no ha cambiado entre los periodos pre y post-UPM ya que estas mismas diferencias son encontradas antes y después de la puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. (Tabla 3).

La biomasa de peces no ha diferido entre el periodo pre y post-UPM (ANOVA,  $F = 0,27$ ;  $p = 0,60$ ) pero sí es diferente entre los tres sitios de estudio ( $F = 44,1$ ;  $p < 0,0001$ ) siendo menor en las zona de Las Cañas, intermedia en Nuevo Berlín y máxima en Fray Bentos (Figs. 4 y 5; Tabla 3). Este patrón se ha mantenido consistente a través de todo el período 2005-2015 (interacción entre “período” “sitio de muestreo” no significativa,  $F = 2,60$   $p = 0,07$ , Tabla 3) oscilando casi paralelamente y con picos de colecta máximos durante los muestreos de Abril del año 2010.

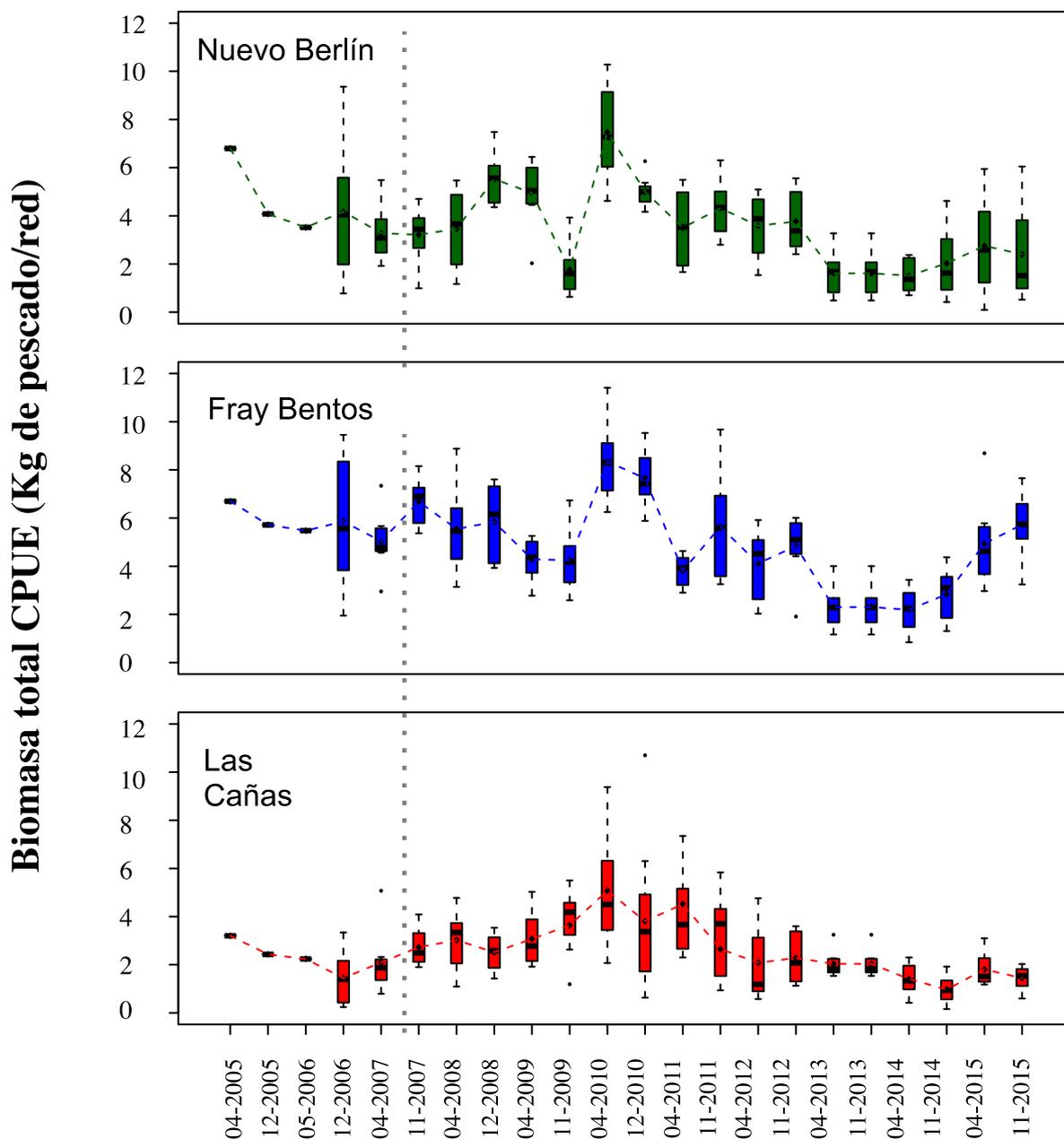
La consistencia en las oscilaciones temporales de las capturas en términos de riqueza y biomasa de peces sugiere que esta dinámica puede estar asociada a la variación de parámetros ambientales oscilando de forma similar en las tres áreas de estudio, como puede ser el caudal del Río Uruguay. Por ejemplo, las mayores capturas en el año 2010 ocurrieron luego del pico máximo registrado en caudal del Río en la primavera-verano de 2009 (Fig. 5). Una relación positiva entre nivel del río y abundancia de peces en sistemas cercanos como el Río Paraná han sido ampliamente registradas para varias especies comerciales (Oldani, 1990; Stassen *et al.*, 2010).



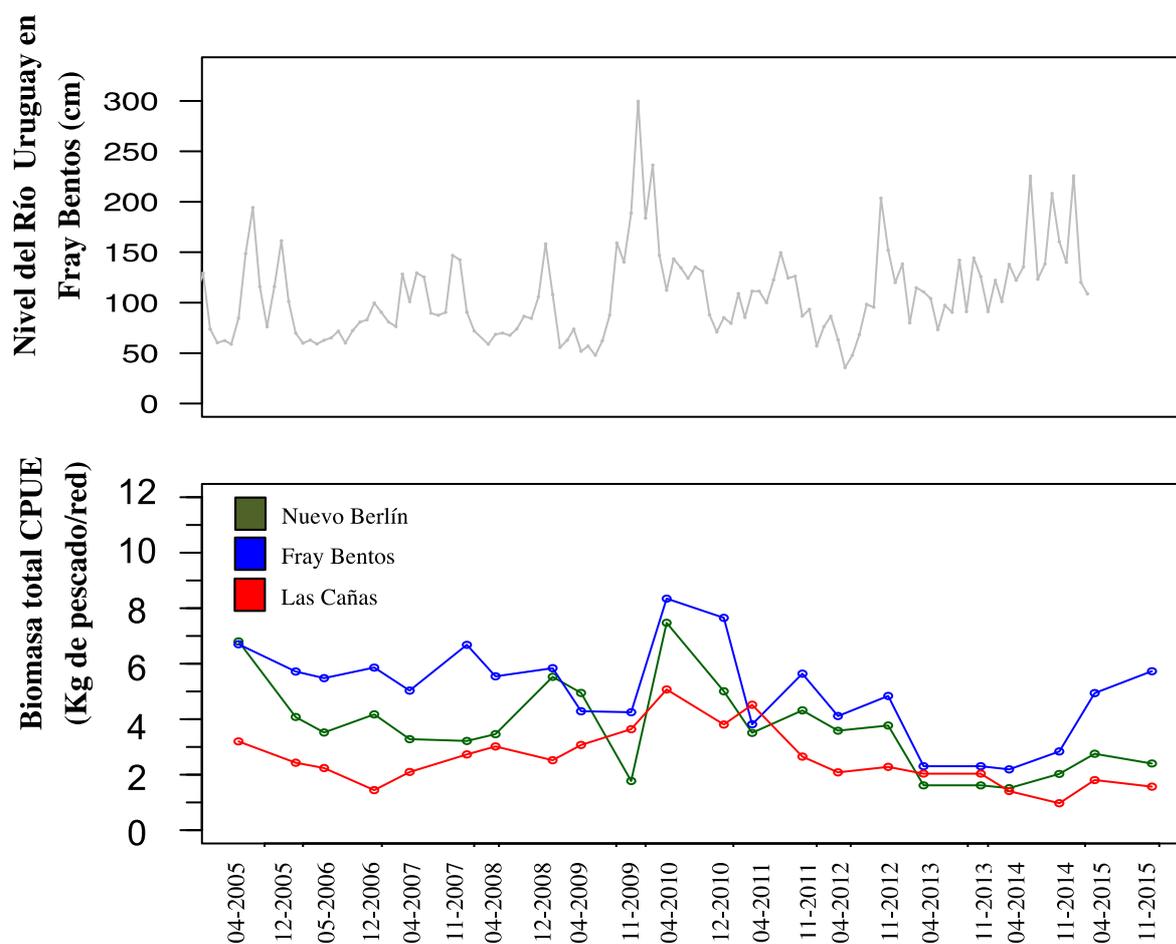
**Figura 2.** Evolución de la riqueza específica de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (Abril de 2005) hasta el presente período (Noviembre de 2015) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ( $n = 8$  por sitio por muestreo). En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. La fecha de puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. está indicada con línea punteada (Noviembre 2007). Las líneas de los boxplots indican la mediana de los datos y el punto en cada boxplot se indica el valor medio.



**Figura 3.** Evolución de la abundancia de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (Abril de 2005) hasta el presente periodo (Noviembre de 2015) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ( $n = 8$  por sitio por muestreo). En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. La fecha de puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. está indicada con línea punteada (Noviembre 2007). Las líneas de los boxplots indican la mediana de los datos y el punto en cada boxplot indica el valor medio.



**Figura 4.** Evolución de la biomasa de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (Abril de 2005) hasta el presente periodo (Noviembre de 2015) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ( $n = 8$  por sitio por muestreo). En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. La fecha de puesta en funcionamiento de la planta de UPM S.A. está indicada con línea punteada (Noviembre 2007). Las líneas de los boxplots indican la mediana de los datos y el punto en cada boxplot indica el valor medio.



**Figura 5.** Variaciones en el caudal del Río Uruguay (arriba, nivel del río, en cm.) y evolución de la biomasa de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (Abril de 2005) hasta el presente periodo (Noviembre de 2015) (abajo). En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas.

### Periodo Noviembre 2015

#### ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES

Durante el presente período de monitoreo fueron colectadas en total 56 especies entre los tres sitios, 43 especies en el sitio de referencia, 37 especies en el área receptora inmediata y 35 en la zona receptora lejana (Tabla 2, Apéndice 1). Estos valores son similares a los obtenidos en informes previos y en las especies colectadas en esta oportunidad coinciden con las registradas previamente durante los estudios de línea de base y monitoreos previos en cada área (Tana, 2007, 2013, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2015). Durante este muestreo se capturó en Las Cañas un individuo de una especie no registrada en los anteriores muestreos, desde 2005 a 2015, elevando el

número total de especies colectadas durante este programa de monitoreo a 108 en total (Apéndice 1). La especie en cuestión es *Microglanis sp.* (Siluriformes; Pseudopimelodidae), de presencia frecuente en arroyos de la cuenca del Río Uruguay (Teixeira de Mello *et al.* 2011).

En términos de biomasa total colectada (considerando el total de las 16 redes colocadas por sitio entre las dos semanas), las 9 especies más importantes estuvieron presentes en los tres sitios de estudio aunque en diferentes proporciones (Tabla 2). De éstas especies cabe destacar que una especie de vieja del agua (*Loricarichthys melanocheilus*) fue la especie con mayor biomasa colectada en Nuevo Berlín (8,3 Kg aproximadamente) y en Las Cañas (4,5 Kg aproximadamente), mientras que en Fray Bentos las mayores capturas correspondieron al bagarito (*Parapimelodus valenciennis*) (62,5 Kg en Fray Bentos) (Tabla 3). También cabe destacar la elevada biomasa de bagre trompudo (*I. labrosus*) colectada, estando entre las tres especies de más relevancia en biomasa en los tres sitios (con aproximadamente 4,2 Kg en Nuevo Berlín; 5 Kg en Fray Bentos y 2 Kg en Las Cañas). El bagarito, quien fuera la especie dominante en biomasa durante el período de Noviembre anterior (2014) (con 21,3 Kg capturados en total) y en varios monitoreos de primavera previos, presentó biomasa muy superiores en el presente periodo (71.8 Kg entre los tres sitios). La biomasa de esta especie capturada en Noviembre del 2015 representa record histórico de capturas de esta especie considerando los muestreos de línea de base y los monitoreos previos, solo seguido de las capturas realizadas en Noviembre de 2007 (57 Kg en total). Esta especie presenta alta abundancia en verano, la cual disminuye frecuentemente hacia los muestreos de Abril (Tana, 2014), probablemente correspondiéndose con movimientos migratorios estacionales de esta especie. De forma similar, especies como el dientudo paraguayo (*Acestrorhynchus pantaneiro*) y el machete (*Rhaphiodon vulpinus*) estuvieron presentes en muy escasa biomasa o ausentes (i.e. machete) en el presente muestreo como es de esperar ya que su abundancia y biomasa suele ser muy superior en los muestreos de Abril. Por ejemplo, en el caso del dientudo paraguayo esta especie paso de ser la tercer especie con más biomasa colectada en Abril de 2015 (aprox. 14 Kg.) a ser la número 21 en el ranking de biomasa en el presente muestreo (aprox. 0.5 Kg.).

**Tabla 2.** Resumen de las capturas de peces en el presente período de estudio (Noviembre 2015) en las zonas de Nuevo Berlín (área A), Fray Bentos (área B) y Las Cañas (área C). Listado por especie reportando abundancia (AB, en número de individuos) y biomasa (BM, en gramos) totales colectadas por sitio y considerando todas las áreas. Las especies se encuentran ordenadas de mayor a menor acuerdo a su importancia total en biomasa en la suma de los tres sitios.

Especies	Nuevo Berlín		Fray Bentos		Las Cañas		Total (todos los sitios)	
	AB (N° ind.)	BM(g)	AB (N° ind.)	BM (g)	AB (N° ind.)	BM (g)	AB (N° ind.)	BM (g)
<i>Parapimelodus valenciennes</i>	90	7984.5	915	62475.5	20	1432.6	1025	71892.6
<i>Loricariichthys melanocheilus</i>	75	8345.5	92	12202.1	41	4482.9	208	25030.5
<i>Iheringichthys labrosus</i>	150	4247.8	282	4909.6	139	1865.3	571	11022.7
<i>Lycengraulis grossidens</i>	47	1679.5	128	2980.1	113	2944.9	288	7604.5
<i>Pachyurus bonariensis</i>	64	1510.4	94	1613.3	83	1759.2	241	4882.9
<i>Pellona flavipinnis</i>	5	1558	5	568.8	11	2365.9	21	4492.7
<i>Astyanax sp.</i>	54	692.6	115	1009	117	1690	286	3391.6
<i>Ageneiosus militaris</i>	1	258	1	309	13	2630	15	3197
<i>Leporinus obtusidens</i>	13	1927.5	4	351.4	10	813.6	27	3092.5
<i>Pimelodus maculatus</i>	10	2303.5	6	13.7			16	2317.2
<i>Paraloricaria vetula</i>	20	1810.7	2	285			22	2095.7
<i>Loricariichthys anus</i>			2	1448	1	626	3	2074
<i>Cyphocharax spilotos</i>	22	1367.4	9	128.2	1	37.5	32	1533.1
<i>Luciopimelodus pati</i>	3	1121	1	155	1	31.1	5	1307.1
<i>Cynopotamus argenteus</i>	6	398.6	7	227.4	4	567.9	17	1193.9
<i>Apareiodon affinis</i>	32	365	16	109	45	588.8	93	1062.8
<i>Prochilodus lineatus</i>			1	1023			1	1023
<i>Cyphocharax platanus</i>	8	258.1	28	675.9	5	88.7	41	1022.7
<i>Ricola macrops</i>	12	499.7	1	15	15	173.3	28	688
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	5	391.4	2	252.2			7	643.6
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	3	361.2	3	111.1	1	39.2	7	511.5
<i>Pimelodella gracilis</i>	41	198	31	97.8	27	102	99	397.8
<i>Loricaria sp.</i>	1	367					1	367
<i>Oligosarcus jenynsii</i>			2	26.7	17	327.7	19	354.4
<i>Galeocharax humeralis</i>	2	99.1			2	137.6	4	236.7
<i>Odontesthes humensis</i>					2	208.4	2	208.4
<i>Pygocentrus nattereri</i>			1	206			1	206
<i>Odontostilbe pequirá</i>	1	0.9	142	162.9	14	9.3	157	173.1
<i>Oligosarcus oligolepis</i>	3	150.8	1	21.7			4	172.5
<i>Salminus brasiliensis</i>	1	137					1	137
<i>Leporinus striatus</i>	3	37.3	4	43	3	42.3	10	122.6
<i>Cyphocharax voga</i>	2	112.6					2	112.6
<i>Pimelodus absconditus</i>	7	90.1	1	10.9			8	101
<i>Reoboides bonariensis</i>	1	53.6	2	20.6	1	16.9	4	91.1
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	1	11.9	5	53.1	1	8.7	7	73.7
<i>Astyanax abramis</i>	6	18.5	5	5.3	2	42.6	13	66.4
<i>Eigenmannia virescens</i>	2	32.5	1	17.5	1	11.9	4	61.9
<i>Steindachnerina biornata</i>			7	61.5			7	61.5
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	1	15	3	42.8			4	57.8
<i>Serrasalmus maculatus</i>					1	41.4	1	41.4

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

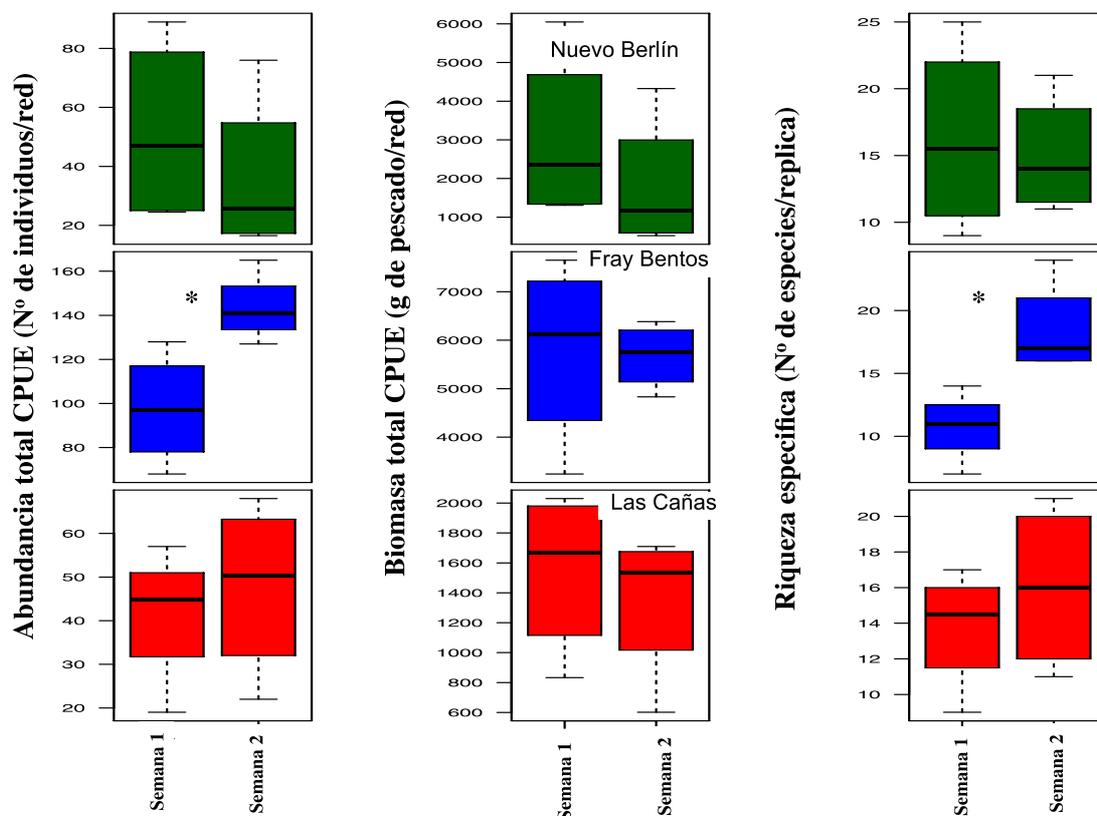
2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

<i>Bryconamericus stramineus</i>	2	5.7			8	13.1	10	18.8
<i>Hypostomus laplatanus</i>					1	18.5	1	18.5
<i>Pimelodella australis</i>	1	2.4			8	15.3	9	17.7
<i>Loricariichthys edentatus</i>	1	8.6			2	8.9	3	17.5
<i>Gymnotus carapo</i>	1	15.7					1	15.7
<i>Hypostomus commersoni</i>					1	9.9	1	9.9
<i>Characidium tenue</i>			5	7.1			5	7.1
<i>Loricariinae sp.</i>	1	3.2	1	3.3			2	6.5
<i>Catathyridium jenynsii</i>	1	4.5					1	4.5
<i>Lepthoplosternum pectorale</i>	1	4.5					1	4.5
<i>Parastegophiuls maculatus.</i>					1	3.4	1	3.4
<i>Brochiloricaria sp.</i>	1	2.9					1	2.9
<i>Bryconamericus iheringii</i>			1	2.6			1	2.6
<i>Otocinclus sp.</i>	1	1.3					1	1.3
<i>Microglanis sp.</i>					1	1.3	1	1.3
<i>Bunocephalus sp.</i>	1	0.6					1	0.6
<b>Captura total</b>	<b>703</b>	<b>38454.1</b>	<b>1926</b>	<b>91645.1</b>	<b>713</b>	<b>23156</b>	<b>3342</b>	<b>153255</b>
<b>Numero total de especies</b>	<b>43</b>		<b>37</b>		<b>35</b>		<b>56</b>	

### Comparación de capturas entre hábitats y semanas

En general, no se han encontrado diferencias en las capturas de peces, en términos de abundancia, biomasa y riqueza específica obtenidas por red, entre la primera y segunda semana de muestreo para de los tres sitios relevados ( $p > 0,05$ ; Tabla 3) (por detalles sobre los test estadísticos ver tabla 3). Las excepciones son la abundancia y el número de especies de peces en Fray Bentos, siendo mayor en la segunda semana de muestreo ( $F = 7,8$ ;  $p = 0,03$  para abundancia y  $F = 8,88$ ;  $p = 0,03$  para número de especies) (Fig. 6). Así mismo, no hemos encontrado diferencias en las capturas obtenidas provenientes del hábitat litoral y de zona media ( $p > 0,05$ ; Tabla 3) (Fig. 7), con la única excepción de la abundancia y número de especies colectada en Las Cañas siendo mayor hacia la zona litoral ( $F=8,9$ ,  $p = 0,03$  para abundancia y  $F = 9,0$ ,  $p = 0,03$  para número de especies), como ha sucedido frecuentemente en varios monitoreos previos (Tana, 2012, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2015a). (Tabla 3; Fig. 7). Estas diferencias en el uso del espacio por la comunidad de peces en Las Cañas pueden deberse a que las condiciones del ambiente son un poco diferentes a las halladas en las otras zonas analizadas, siendo Las Cañas un sistema más abierto y con fondos arenosos, en comparación a los fondos predominantes con roca, limo y detrito en Nuevo Berlín y Fray Bentos.

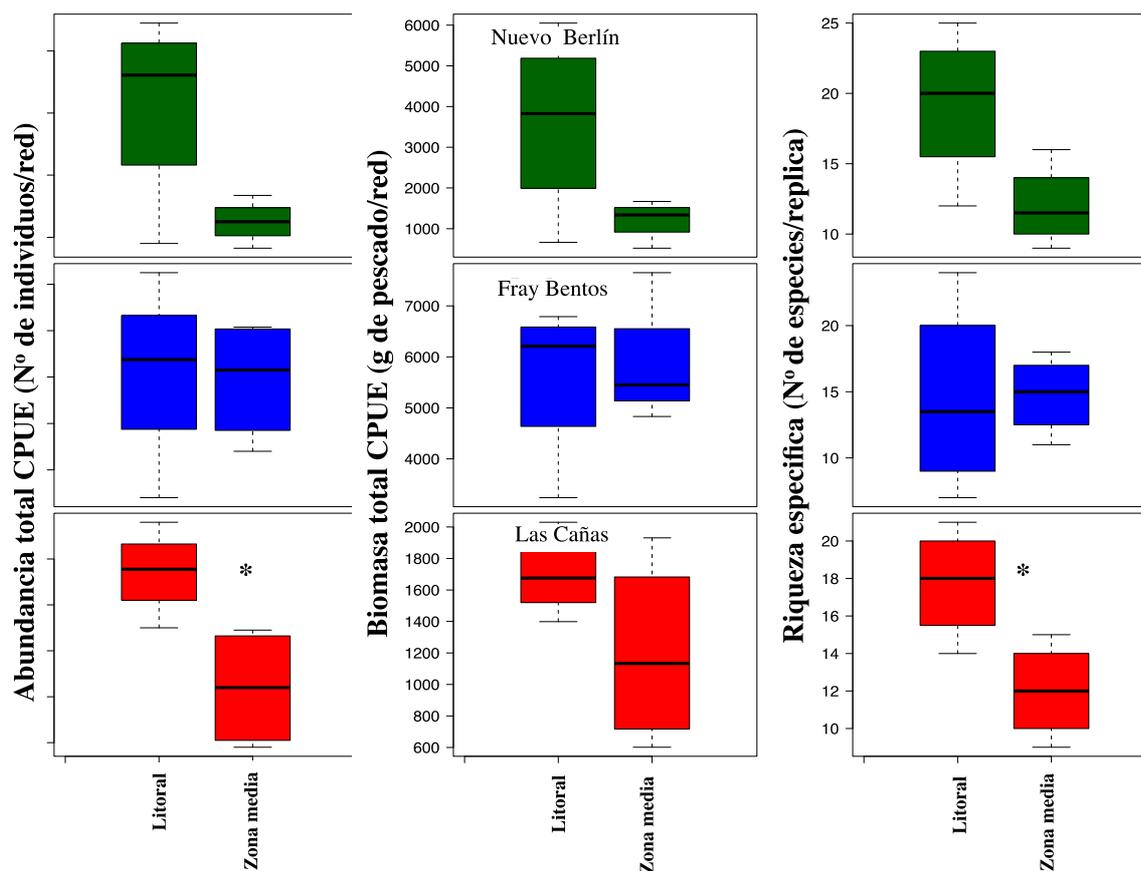


**Figura 6.** Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo (abundancia y biomasa total y riqueza específica capturada por red) entre las diferentes semanas muestreadas en cada sitio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. Diferencias significativas (ANOVA;  $p < 0,05$ ; marcadas con \*) se han encontrado únicamente en la biomasa colectada en Fray Bentos y la riqueza específica colectada en Las Cañas, siendo mayores hacia la primera y segunda semana de muestreo respectivamente.

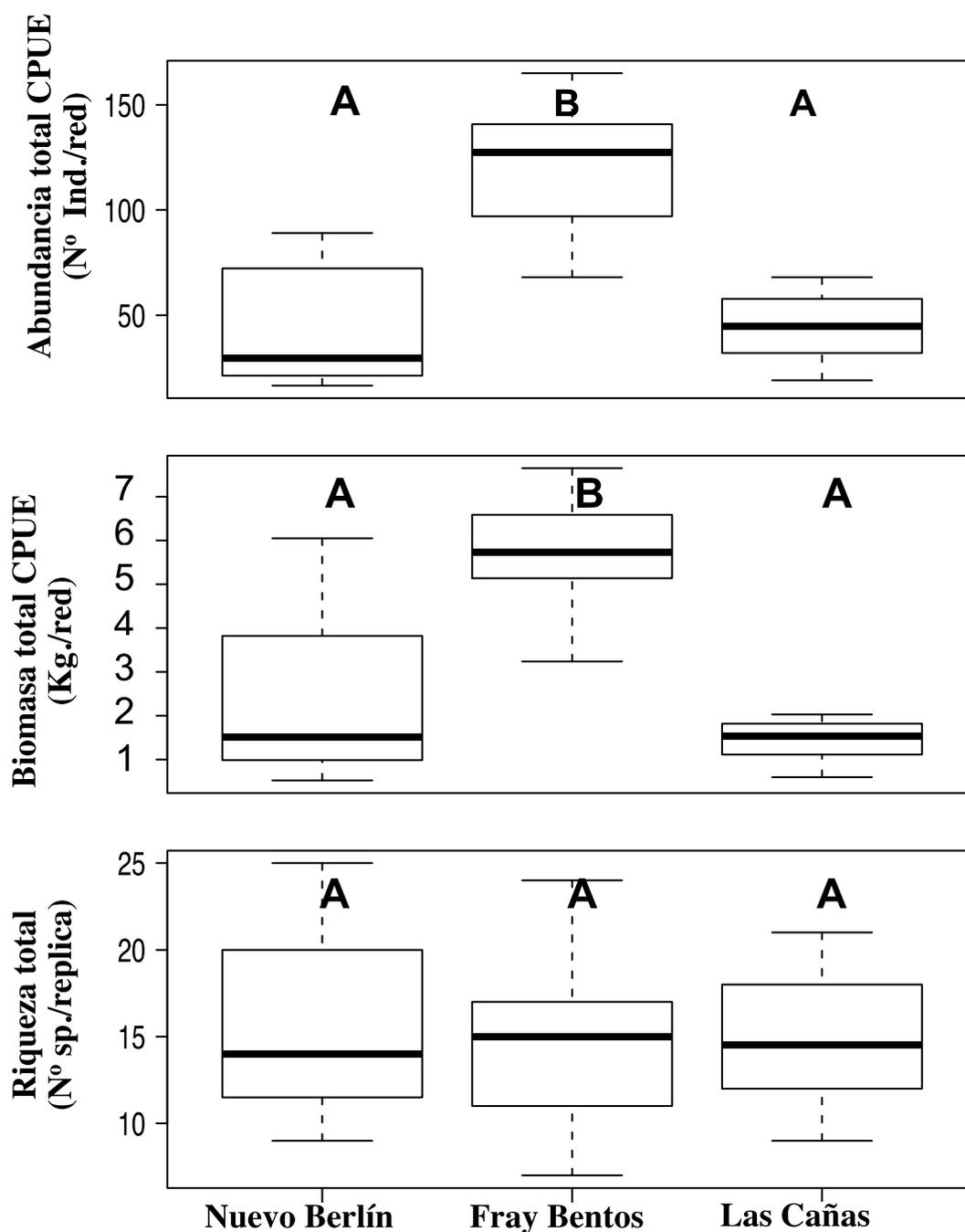
### Comparación de capturas entre sitios

Al comparar las capturas agrupando las zonas media y litoral de ambas semanas de muestreo entre las tres áreas estudiadas observamos que la riqueza específica colectada por red no difiere entre las tres zonas (ANOVA:  $F = 0,09$ ;  $p = 0,90$ ) (Fig. 8, Tabla 4). En cuanto a la biomasa y abundancia capturadas por unidad de esfuerzo, no existen diferencias entre la zona receptora lejana (Las Cañas) y la zona de referencia (Nuevo Berlín), siendo la zona receptora inmediata (Fray Bentos) el área con mayor biomasa ( $F = 20,4$ ;  $p < 0,0001$ ) y abundancia ( $F = 21,8$ ;  $p < 0,0001$ ) de peces (Tabla 3, Fig.4). La mayor abundancia y biomasa de peces en Fray Bentos ha sido potenciada por la mayor cantidad y biomasa jamás registrada de bagarito (915 individuos y aprox. 63 Kg.) en ese

sitio durante estos muestreos. Sin embargo, esto no es gran novedad, ya que a lo largo del periodo de estudios de línea de base y monitoreos previos Fray Bentos ha sido frecuentemente el sitio donde se obtienen mayores abundancias y biomasa de peces (Tanna, 2014), probablemente relacionado con las características ambientales de dicha área.



**Figura 7.** Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo (abundancia y biomasa totales y riqueza específica capturada por red) entre los diferentes hábitats muestreados en cada sitio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. Diferencias significativas (ANOVA;  $p < 0,05$ ; marcadas con \*) se han encontrado únicamente en Las Cañas, donde la riqueza específica de peces es mayor en la zona litoral.



**Figura 8.** Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo en términos de abundancia (arriba); biomasa (centro) y riqueza específica (abajo) capturada por unidad de esfuerzo entre los diferentes sitios muestreados integrando la variabilidad espacial y temporal del muestreo ( $n = 8$  por sitio). Área referencia: Nuevo Berlín; área receptora inmediata: Fray Bentos; área receptora lejana: Las Cañas. Las diferencias significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ) son marcadas con letras diferentes y se han encontrado únicamente entre la abundancia y biomasa de Fray Bentos y el resto de los sitios. Véase la Tabla 4 por más detalles sobre los análisis estadísticos realizados Tabla 3.

## COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN GENERAL DE LA ESPECIE INDICADORA

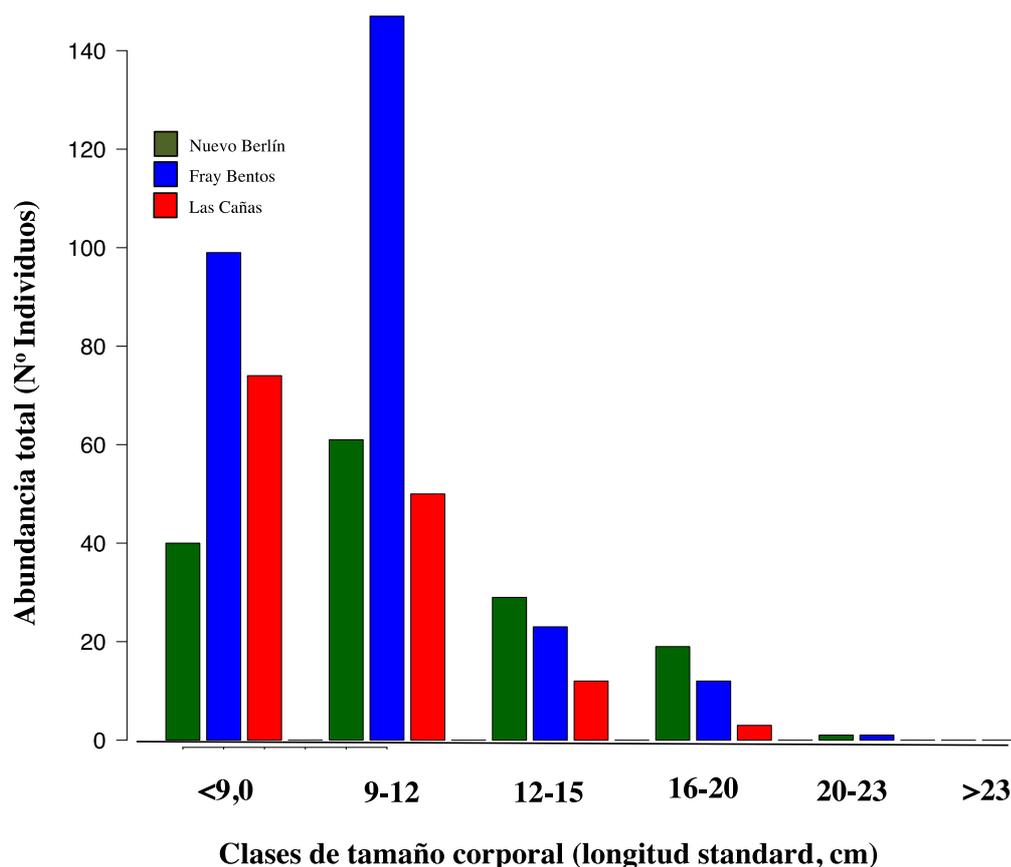
La especie indicadora seleccionada, *I. labrosus*, fue la tercer especie más importante en términos de biomasa total capturada en los tres sitios de muestreo (571 individuos y más de 11 Kg. de peso) (Tabla 2). Esta situación de ser una de las especies dominantes y más frecuentes del sistema se mantiene desde los estudios de línea de base, donde esta especie fue elegida como indicadora, en parte debido a su alta frecuencia de aparición y grandes abundancias.

Durante este muestreo, al igual que en los anteriores, no hemos observado ningún tipo de deformidad o anomalía macroscópica en ésta o en ninguna otra especie en ninguno de los tres sitios, lo cual pudiera estar sugiriendo un impacto sobre la fisiología de los peces.

Al analizar la sub-muestra de hembras colectadas mayores a 13 cm de longitud estándar, observamos que los individuos no presentan diferencias en su factor de condición (FC) entre las tres zonas de estudio (Kruskal-Wallis,  $\text{Chi}^2 = 0.93$ ,  $p = 0.63$ ). Esto significa que los ejemplares de *I. labrosus* de los tres sitios de estudio son similares en su relación largo-peso.

El IHS (índice hepatosomático) de los individuos de Nuevo Berlín en este muestreo ha sido mayor al de los de las restantes áreas ( $F = 7,6$ ,  $p = 0,001$ , Tabla 4), siendo el peso de los hígados de los individuos en proporción a su masa corporal mayor en la zona de referencia. Lo mismo sucede con el IGS (índice gonado-somático), siendo mayor en la zona referencia de Nuevo Berlín que en las zonas receptoras ( $F = 10,8$ ;  $p < 0,0008$  Tabla 3). La mayoría de los individuos tenían gónadas maduras que corresponde a la mayoría de los muestreos de primavera, donde probablemente ocurre la reproducción de esta especie y por ende los valores del IGS e IHS son mayores que en los muestreos de otoño (Tana, 2014; Gonzalez-Bergonzoni *et al.* 2015a). El mayor IGS e IHS en la zona de Nuevo Berlín pueden sugerir debido un diferente tiempo en la reproducción de los individuos de las tres áreas de estudio. Potencialmente la reproducción podría haber ocurrido antes en las zonas de Las Cañas y Fray Bentos y por ello el IGS sea menor que en Nuevo Berlín.

Al comparar la frecuencia de tallas de todos los individuos de *I. labrosus* colectados observamos que a grandes rasgos no existen diferencias en la estructura de tallas de las poblaciones de los tres sitios, siendo las tallas menores a 12 cm. las dominantes en Fray Bentos y Nuevo Berlín, y los individuos menores a 9 cm. en Las Cañas (Fig. 9). Existe un patrón consistente de mayor abundancia de bagre trompudo menores a 12 cm. hacia Fray Bentos, y mayor abundancia de individuos mayores (12-20 cm.) en Nuevo Berlín (Fig. 9). Durante este muestreo se han colectado muy escasos individuos de tallas superiores a 20 cm (menos de 10), estando exclusivamente presentes en Fray Bentos y Nuevo Berlín. La mayor abundancia de juveniles (individuos menores a 9 cm.) en las zonas de Fray Bentos y Las Cañas parece apoyar la idea de que la reproducción ocurre temporalmente desfasada en el área de referencia de Nuevo Berlín.



**Figura 9.** Distribución de abundancia de clases de talla de individuos de *I. labrosus* en las tres zonas de estudio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas.

Parámetro	Datos analizados	Período		Área		Interacción periodo-área			Semanas de muestreo		Hábitats muestreados		Test estadístico utilizado	Resumen de diferencias
		Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor	g.l res	Estadístico	p-valor	Estadístico	p-valor		
Biomasa de peces CPUE	Periodo de estudio (2005-2015)	F=0,27	0,6	F=54,1	<b>2.10<sup>-16</sup></b>	F=2,6	0,07	455					ANOVA factorial de 2 vías + Tukey HSD	<b>Menor en Las Cañas, intermedia en Nuevo Berlín y máxima en Fray Bentos</b>
Abundancia de peces CPUE	Periodo de estudio (2005-2015)	W=1214	0,3	Chi <sup>2</sup> =63,4	<b>1,6.10<sup>-14</sup></b>								Kruskal-Wallis+ Mann-Whitney	<b>Siempre mayor en Fray Bentos</b>
Número de especies CPUE	Periodo de estudio (2005-2015)	W= 1277,4	<b>0,0003</b>	Chi <sup>2</sup> =52,2	<b>4,5.10<sup>-12</sup></b>								Kruskal-Wallis+ Mann-Whitney	<b>Mayor en el período post-UPM y siempre menor en Las Cañas</b>
Biomasa de peces	Noviembre-2015			F=20,4	<b>1,2.10<sup>-5</sup></b>								ANOVA de 1 vía+ Tukey HSD	<b>Mayor en Fray Bentos que en Las Cañas y Nuevo Berlín</b>
Abundancia de peces	Noviembre-2015			F=21,8	<b>7,4.10<sup>-6</sup></b>								ANOVA de 1 vía+ Tukey HSD	<b>Mayor en Fray Bentos que en Las Cañas y Nuevo Berlín</b>
Número de especies	Noviembre-2015			F=0,087	0,9								ANOVA de 1 vía+ Tukey HSD	No difiere entre sitios
Área A--Biomasa de peces	Noviembre-2015-Nuevo Berlín								W=11	0,48	W=13	0,2	Mann-Whitney	No hay diferencias entre semanas de muestreo o hábitats
Área A-Abundancia de peces	Noviembre-2015-Nuevo Berlín								W=11	0,48	W=13	0,2	Mann-Whitney	No hay diferencias entre semanas de muestreo o hábitats
Área A--Número de especies	Noviembre-2015-Nuevo Berlín								F=0,14	0,72	F=4,7	0,08	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas de muestreo o hábitats
Área B--Biomasa de peces	Noviembre-2015-Fray Bentos								F=0,044	0,084	F=0,09	0,92	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas <b>muestreo</b>
Área B--Abundancia de peces	Noviembre-2015-Fray Bentos								F=7,8	<b>0,03</b>	F=0,03	0,85	ANOVA de 2 vías	<b>Mayor en la segunda semana de muestreo</b>
Área B--Número de especies	Noviembre-2015-Fray Bentos								F=8,88	<b>0,03</b>	F=0,09	0,92	ANOVA de 2 vías	<b>Mayor en la segunda semana de muestreo</b>
Área C--Biomasa de peces	Noviembre-2015-Las Cañas								F=2,03	0,21	F=0,33	0,58	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas de muestreo o hábitats
Área C--Abundancia de peces	Noviembre-2015-Las Cañas								F=54	0,49	F=8,9	<b>0,03</b>	ANOVA de 2 vías	<b>Mayor en la zona litoral</b>
Área C--Número de especies	Noviembre-2015-Las Cañas								F=1,3	0,29	F=9,0	<b>0,03</b>	ANOVA de 2 vías	<b>Mayor en la zona litoral</b>
FC-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Abril-2015			Chi <sup>2</sup> = 0,93	0,63								ANOVA de 1 + Tukey HSD	No hay diferencias entre los sitios
IHS-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Abril-2015			F=7,6	<b>0,001</b>								ANOVA de 1 vía+ Tukey HSD	<b>Mayor IGS en Nuevo Berlín que en Las Cañas y Fray Bentos</b>
GSI-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Abril-2015			F=10,8	<b>8,5.10<sup>-5</sup></b>								ANOVA de 1 + Tukey HSD	<b>Mayor IGS en Nuevo Berlín que en Las Cañas y Fray Bentos</b>

**Tabla 3.** Valores de tests estadísticos ANOVA ( $\alpha = 0,05$ ) realizados para comparar abundancias biomasa y riqueza específica de la comunidad de peces e indicadores de condición en la especie indicadora *I. labrosus*. Se detalla cada parámetro comparado y se reporta el valor p, el estadístico F y los grados de libertad de los residuos (g.l res) del test realizado y los resultados que son estadísticamente significativos se encuentran resaltados en negrita y resumidos.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

**Tabla 4.** Indicadores de estado de condición de *I.labrosus* en la zona referencia (Nuevo Berlín), zona receptora inmediata (Fray Bentos) y zona receptora lejana (Las Cañas). Los datos se muestran como promedio y desvío estándar de factor de condición (FC), índice hepato-somático (IHS) e índice gónado-somático (IGS) de hembras de las clases de tamaño mayores a 13 cm de longitud estándar.

	Nuevo Berlín	Fray Bentos	Las Cañas
FC	1,33 ±0,12	1,33 ±0,09	1,26 ±0,18
IHS	<b>0,96 ±0,24</b>	0,81 ±0,18	0,70 ±0,16
IGS	<b>3,0 ±1,59</b>	1,48 ±1,39	1.08 ±1,36

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente monitoreo de la comunidad de peces correspondiente a Noviembre de 2015 ha revelado que no existe una disminución en número de especies, biomasa o abundancia de peces en la zona receptora inmediata de efluentes con respecto a la zona referencia. El número de especies es similar, i.e. sin diferencias estadísticas, entre zonas referencia y receptora inmediata. La abundancia y biomasa de peces ha sido mayor en la zonas receptora inmediata que en la zona de referencia y receptora lejana, al igual que ha sucedido durante algunos de los periodos de estudio de línea de base.

A lo largo de los estudios de línea de base y monitoreos ambientales previos (2005-2015) los parámetros de la estructura comunitaria monitoreados no han ido en detrimento hacia las zonas receptoras de efluente. La riqueza específica de peces ha sido siempre menor en la zona receptora lejana –probablemente debido a diferentes condiciones ambientales naturales– y los mayores valores de riqueza específica han sido obtenidos durante los monitoreos posteriores a la puesta en marcha de la planta de UPM S.A. en los tres sitios de estudio por igual. Además, desde los primeros estudios de línea de base la abundancia de peces siempre ha sido mayor en la zona receptora inmediata, y eso no ha cambiado luego de la puesta en marcha de la planta cuando se han registrado incluso los mayores valores de abundancias en los tres sitios de estudio. Algo similar ocurre con la biomasa de peces, siendo siempre superior en la zona receptora inmediata, seguido por la zona de referencia y la menor en el área receptora lejana. Este patrón de diferentes biomásas en los tres sitios se ha mantenido inalterado luego de la puesta en funcionamiento de UPM S.A.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

Las mayores abundancias y biomásas de peces hacia la zona receptora cercana (Fray Bentos), tanto durante todo el período como durante el presente estudio, son probablemente debido a características ambientales de dicha zona, que son propicias para el mantenimiento de tales abundancias y biomasa de peces. Por ejemplo, el ambiente físico de la bahía y desembocadura del arroyo Yaguareté podría proporcionar abundantes recursos alimenticios y refugio para varias especies de peces y sus estadíos juveniles particularmente. Esto concuerda con lo hallado en monitoreos de zoobentos, uno de los principales recursos alimenticios para los peces, donde las mayores abundancias y densidades de invertebrados son halladas en la zona de Fray Bentos (e.g. LATU, 2014).

Considerando la escala temporal, han existido picos de captura (aumentos en las CPUE en abundancia y biomasa) durante abril del año 2010, luego disminuyeron levemente nuevamente hasta valores cercanos a los hallados durante en el estudio de línea de base. La estructura de la comunidad de peces, en términos de riqueza y composición específica, se ha mantenido relativamente estable con las mismas 10 a 15 especies dominantes, estando siempre presentes en todos los sitios y presentando leves variaciones en dominancia de una u otra especie en determinados momentos, probablemente dados por factores ambientales o diferentes épocas migratorias (por ejemplo, como venimos observando en las especies: bagarito, machete y dientudo paraguayo).

La condición general de los peces ha sido siempre buena, sin observación de deformidades, anormalidades macroscópicas o enfermedades visualmente notorias. Los indicadores de condición de la especie seleccionada, *I. labrosus*, se han mantenido similares entre el área referencia y el área receptora cercana, tanto durante el presente período como en períodos previos. Se han presentado algunas diferencias entre la zona referencia y la zona receptoras en los indicadores de índice gonado y hepato-somático durante éste último periodo de muestreo, siendo los individuos de la zona referencia de mayor IGS e IHS, comparados con los individuos de la zonas receptoras. Esta diferencia también puede corresponder a diferentes estrategias reproductivas entre los individuos de las diferentes localidades. El mayor IGS y

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

menor abundancia de juveniles durante este muestreo en la zona referencia de Nuevo Berlín, podría sugerir que la reproducción allí ocurre desfasada con respecto a los otros sitios (ya sea más temprano o más tardíamente). Un próximo análisis de distribución de tallas a lo largo de todo el periodo de estudio en las tres areas permitirá un mejor entendimiento de este fenómeno.

Durante el monitoreo de exposición, no se han encontrado valores de concentración de sustancias cloro-fenólicas, fito-esteroles o ácidos resínicos en bilis que sugieran un impacto de la planta de UPM S.A. y pudieran repercutir en indicadores de reproducción como el IGS. Lo mismo sucedió con las concentraciones de Dioxinas y PCBs en músculo de esta especie (González-Bergonzoni *et al.* 2015b), siendo estos valores siempre bajos y muy por debajo de los límites máximos recomendados por organizaciones gubernamentales de diferentes países.

Estos resultados indican que no existiría un impacto apreciable en la diversidad, abundancia y biomasa de la comunidad de peces en las zonas que reciben efluente proveniente de la planta de UPM S.A., en Fray Bentos. Previamente no se han encontrado efectos negativos de efluentes de plantas de celulosa que usen la tecnología BAT sobre la comunidad de peces (EEM, 2010), y el presente monitoreo no es la excepción.

Los estudios de monitoreo se realizan con el fin de evaluar periódicamente potenciales efectos nocivos y mitigarlos en caso de ser percibidos, informando sobre posibles efectos adversos e impactos para el ecosistema y la salud humana. En este sentido, el presente programa de monitoreo cumple ampliamente con esa demanda desde su inicio con los estudios de línea de base en Abril de 2005. En los próximos informes correspondientes a los periodos de monitoreo en Abril y Noviembre de 2016 se incluirá al análisis de datos la evolución de la distribución de tallas y valores de indicadores de condición de la especie *I. labrosus* entre la zona receptora inmediata de Fray Bentos y el área referencia a lo largo de todo el periodo de estudio. Esto permitirá confirmar si las diferencias encontradas en las distribuciones de talla y el IGS ocurren consistentemente a lo largo de los periodos de línea de base y monitoreo y pueden ser atribuibles a diferencias ambientales o poblacionales existentes entre las tres áreas.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

El presente programa de monitoreo provee de información esencial para el monitoreo y el diagnóstico ambiental del Río Uruguay bajo en la zona de estudio. Continuar con el monitoreo permitirá acercarnos con mayor precisión a las causas de las fluctuaciones en la abundancia y biomasa de peces encontradas a lo largo de los años. Además, la obtención de nuevos datos posibilitará un estudio más detallado para evaluar cuáles son los factores ambientales que naturalmente ocasionan variaciones en la composición de la comunidad de peces en esta parte del Río Uruguay bajo. Esto permitirá en un futuro ser aún más precisos al detectar un potencial impacto ambiental sobre la estructura de la comunidad de peces, al observar variaciones que se aparten de lo esperable dadas las condiciones ambientales naturales del Río Uruguay.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anon 2001. European Commission: Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference document on Best Available Techniques in the pulp and paper industry. December 2001.
- CELA 2006. Establecimiento de una línea de base de las comunidades de fitoplancton, zooplancton y bentos en el Río Uruguay (desde Nuevo Berlín a Las Cañas) Rio Negro – Uruguay. CELA report marzo 2006, Montevideo, Uruguay.
- D'Anatro, A., Vidal, N., González-Bergonzoni, I., Teixeira de Mello, F., Tana, J., Naya, D. 2013. Geographic and sasonal variation analysis of digestive morphology in the catfish *Iheringichthys labrosus* along lower Rio Uruguay. Open access animal physiology, 5:9-13.
- EEM, C., 2010. Pulp and Paper environmental effects monitoring (EEM) technical guidance document. Environment Canada, 26.
- González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki & F. Teixeira de Mello, 2015a. Estructura comunitaria y diversidad de peces en el Río Uruguay: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, Noviembre 2014. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 29p.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

- González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki & F. Teixeira de Mello, 2015b. Monitoreo de exposición: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, Abril 2015. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 39p.
- Masdeu M., Teixeira de Mello, F., Loureiro M. & Arim M. (2011) Feeding habits and morphometry of *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) in the Uruguay River (Uruguay). *Neotropical Ichthyology*, 9, 657-664.
- Labotatorio Tecnológico del Uruguay (LATU). 2014. Informe de ensayo No1418554, Muestreo biológico. Agosto 2014. Montevideo, Uruguay 22p.
- Litz, T.O. & S. Koerber (2014): Check List of the Freshwater Fishes of Uruguay (CLOFFUY). *Ichthyological Contributions of Peces Criollos* 28: 1-40
- Oldani N. O. (1990) Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina) *Rev. Hydrobiol. Trop.* 23 (1): 67-76.
- Stassen, M. J. M., M. W. P. M. van de Ven, T. van der Heide, M. A. G. Hiza, G. van der Velde, & A. J. P. Smolders. 2010. Population dynamics of the migratory fish *Prochilodus lineatus* in a Neotropical river: the relationships with river discharge, flood pulse, El Niño and fluvial megafan behaviour. *Neotropical Ichthyology* 8:113-122.
- Tana, J., 2007. Studies on fish community and species diversity in Rio Uruguay prior to the planned Botnia pulp mill. Fifth test fishing period, April 2007. ÅF-Enprima report, June 2007, Vantaa, Finland.
- Tana, J., 2012. Fish community and species diversity in Rio Uruguay. Monitoring studies in the recipient of Botnia pulp mill, April 2012. ÅF-Consult report, ENVIR-275. June 2012.
- Tana, J., 2013. Fish community and species diversity in Rio Uruguay. Monitoring studies in the recipient of Botnia pulp mill, December 2012. ÅF-Consult report, ENVIR-454. February 2013.
- Tana J., 2014. Fish community and species diversity in Rio Uruguay. Monitoring studies in the recipient of Botnia pulp mill, April 2014. ÅF-Consult report. June 2014.
- Teixeira de Mello, F., I. González-Bergonzoni & M. Loureiro, 2011., 2011. Peces de agua dulce del Uruguay. , Montevideo, Uruguay.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy



Monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A.

Noviembre 2015

Underwood, A., 1991. Beyond BACI: Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. *Marine and Freshwater Research* 42(5):569-587

Wootton R.J. (1991) *Ecology of teleost fishes.*, Chapman and Hall, London.

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: [passer@fcien.edu.uy](mailto:passer@fcien.edu.uy)

**APÉNDICE 1**

**Tabla 1.** Listado de especies de peces colectadas durante todos los períodos de monitoreo de la comunidad de peces en las zonas de Nuevo Berlín (Área A), Fray Bentos (Área B) y Las Cañas (Área C). Las especies presentes en el último monitoreo se indican con una X, las especies que estuvieron presentes durante el monitoreo de línea de base (2005-2007) se indican con una Y, mientras aquellas especies presentes durante el periodo de monitoreo 2007- 2014 se indican con una Z.

Clasificación taxonómica de los peces colectados				Noviembre 2015			Línea de base 2005-2007 (Y), Monitoreos 2007-2014 (Z)			
Orden	Familia	Especie	Nombre común	A	B	C	A	B	C	
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus lacustris</i>	Boga				Z	Z		
		<i>Leporinus obtusidens</i>	Boga; Bogón	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z	
		<i>Leporinus striatus</i>	Trompa roja	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Z	
		<i>Leporellus pictus</i>	Boga rayada							
		<i>Schizodon borelli</i>	Boga lisa				Y, Z	Z	Z	
		<i>Schizodon nasutus</i>	Boga				Y, Z	Z		
		<i>Schizodon platae</i>	Boga lisa				Z	Z	Z	
		<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Dientudo paraguayo	X	X	X	Y, Z	Y, Z		
		Characidae	<i>Astyanax abramis</i>	Mojarra	X	X	X	Y,Z	Y, Z	Y, Z
			<i>Astyanax spp</i>	Mojarra	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
	<i>Brycon orbignyanus</i>		Salmon				Y	Y	Y, Z	
	<i>Bryconamericus iheringii</i>		Mojarra		X					
	<i>Bryconamericus stramineus</i>		Mojarra	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z	
	<i>Bryconamericus exodon</i>		Mojarra				Z	Z	Z	
	<i>Charax stenopterus</i>		Mojarra transparente					Z		
	<i>Cheirodon interruptus</i>		Mojarra				Z	Y		
	<i>Cynopotamus argenteus</i>		Dientudo jorobado	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z	
	<i>Galeocharax humeralis</i>		Dientudo jorobado	X		X	Y, Z	Y, Z	Y, Z	
		<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>	Mojarra					Y		
		<i>Odontostilbe pequirá</i>	Mojarra	X	X	X	Z	Z	Z	
	<i>Oligosarcus jenynsi</i>	Dientudo				Z				

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

		<i>Oligosarcus oligolepis</i>	Dientudo	X	X		Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña Negra				Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Raphiodon vulpinus</i>	Chafalote				Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Reoboides bonariensis</i>	Dientudo	X	X	X			
		<i>Salminus maxillosus</i>	Dorado	X			Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piraña, Palometa amarilla				Y	Y	
		<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piraña, Palometa			X	Y, Z	Y, Z	Z
		<i>Triportheus paramensis</i>	Mojarra				Z		
	<i>Crenuchidae</i>	<i>Characidium rachovii</i>	Tritolo				Y, Z	Z	
		<i>Characidium tenue</i>	Tritolo		X		Z	Z	Z
	<i>Curimatidae</i>	<i>Cyphocharax platanus</i>	Sabalito plateado	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Cyphocharax saladensis</i>	Sabalito					Z	
		<i>Cyphocharax spilotos</i>	Sabalito	X	X	X	Z	Z	Z
		<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito	X	X				
		<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Sabalito	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y
	<i>Erithrinidae</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	Tararira				Y, Z	Y, Z	Z
	<i>Parodontidae</i>	<i>Apareiodon affinis</i>	Virolo, Virolo	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
	<i>Prochilodontidae</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo		X		Y, Z	Y, Z	Y, Z
<b>Siluriformes</b>	<i>Aspredinidae</i>	<i>Bunocephalus coracoideus</i>	Guitarrita	X			Z, Y		
		<i>Pseudobunocephalus iheringii</i>	Guitarrita				Z		Z
	<i>Auchenipteridae</i>	<i>Ageineiosus inermis</i>	Mandubá				Y, Z		Y
		<i>Ageineiosus militaris</i>	Manduví	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Auchenipterus nuchalis</i>	Buzo	X	X		Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Buzo					Z	Z
		<i>Trachelypterus galeatus</i>	Torito				Y, Z	Z	
		<i>Trachelypterus teaguei</i>	Torito						Z
	<i>Callichthyidae</i>	<i>Callichthys callichthys</i>	Cascarudo				Z		Z
		<i>Hoplosternum litorale</i>	Cascarudo				Z		Z
	<i>Doradidae</i>	<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común				Y, Z	Z	Y
		<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Armado marieta	X	X		Y, Z	Y	Y, Z
	<i>Heptapteridae</i>	<i>Pimelodus sp*</i>		X	X	X	Z		Z
		<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo/negro				Y, Z	Y	

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

	<i>Loricariidae</i>	<i>Brochiloricaria sp1</i>	Vieja de agua	X			Z	Z	
		<i>Hisonotus sp</i>					Z		
		<i>Hypostomus microstomus</i>	Vieja						Z
		<i>Hypostomus alatus</i>	Vieja				Z		
		<i>Hypostomus commersonii</i>	Vieja de agua			X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Hypostomus laplatae</i>	Vieja del Vieja			X	Z		Y, Z
		<i>Hypostomus luteomaculatus</i>	Vieja de agua				Y	Y	Y
		<i>Hypostomus derbyi</i>	Vieja del agua				Z		
		<i>Loricarichthys anus</i>	Vieja de agua		X	X	Z	Z	Z
		<i>Loricariinae sp.</i>	Vieja de agua	X	X		Z	Z	Z
		<i>Loricariichthys edentatus</i>	Vieja de agua	X			Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Loricariichthys melanocheilus</i>	Vieja de agua	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Otocinclus flexilis</i>	Limpiavidrios	X			Z		
		<i>Paraloricaria vetula</i>	Vieja de cola	X	X		Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Rhinelepis aspera</i>	Vieja de agua						Z
		<i>Ricola macrops</i>	Vieja de agua	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Rinelocaria sp</i>	Vieja de agua				Z	Z	
	<i>Pimelodidae</i>	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Bagre trompudo	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Bagarito	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco				Y, Z	Y, Z	Y
		<i>Pimelodus albiconditus</i>	Bagre blanco	X	X	X	Z		
		<i>Pimelodella australis</i>	Bagre	X			Z	Z	Z
		<i>Pimelodella gracilis</i>	Bagre cantor	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo	X	X		Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	Surubi				Z	Z	
		<i>Sorubim lima</i>	Cucharón				Z	Z	
		<i>Zungaro zungaro</i>	Manguruyú				Z		
	<i>Pseudopimelodidae</i>	<i>Microglanis sp.</i>	Manguruyú			X			
	<i>Trichomictoridae</i>	<i>Homodietus sp</i>	Sanguijuela			X	YZ	YZ	YZ
		<i>Parastegophilis sp.</i>	Chupa-chupa			X	Y		YZ
<b>Perciformes</b>	<i>Cichlidae</i>	<i>Crenicichla minuano</i>	Cabeza amarga				Z		

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolaás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

		<i>Crenicichla misionera</i>	Cabeza amarga				Z	Z	Z
		<i>Crenicichla scottii</i>	Cabeza amarga					Z	
		<i>Crenicichla sp</i>	Cabeza amarga				Y	Y	Y
		<i>Crenicichla vittata</i>	Cabeza amarga				Z	Z	Z
		<i>Gymnogeophagus australis</i>	Castañeta					Z	
		<i>Gymnogeophagus gymnogen</i>	Castañeta					Z	
	<i>Scianidae</i>	<i>Pachyurus bonariensis</i>	Corvina de río	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
<b>Gymnotiformes</b>	<i>Sternopygidae</i>	<i>Eigenmania trilineata</i>	Banderita				Z		
		<i>Eigenmania virescens</i>	Banderita ratona	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Z
	<i>Gymnotidae</i>	<i>Gymnotus sp.</i>	Morena	X			Y		
	<i>Hypopomidae</i>	<i>Brachyhypopomus sp</i>	Morena						Z
<b>Clupeiformes</b>	<i>Clupeidae</i>	<i>Lycengraulis grossidens</i>	Anchoa de río	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha	X	X	X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Platanichthys platana</i>	Sardina				Z	Z	Z
		<i>Ramnogaster melanostoma</i>	Mandufia				Y, Z	Y, Z	Y, Z
<b>Atheriniformes</b>	<i>Atherinopsidae</i>	<i>Odontesthes humensis</i>	Pejerrey			X	Y, Z	Y, Z	Y, Z
		<i>Odontesthes perugiae</i>	Pejerrey juncalero				Z		Z
<b>Synbranchiformes</b>	<i>Synbranchidae</i>	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Anquilla				Z		
<b>Pleuronectiformes</b>	<i>Achiridae</i>	<i>Catathyridium jenynsi</i>	Lenguado de río	X			Y, Z	Y, Z	Y, Z
<b>Rajiformes</b>	<i>Potamotrigonidae</i>	<i>Potamotrygon brachyurus</i>	Raya de río				Y, Z	Z	Y, Z
<b>NUMERO TOTAL DE ESPECIES (108 especies incluyendo todos los sitios y muestreos)</b>				<b>40</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>92</b>	<b>86</b>	<b>67</b>

Ivan González-Bergonzoni<sup>1</sup>, Alejandro D'Anatro<sup>1</sup>, Samanta Stebniki<sup>1</sup>, Nicolás Vidal<sup>1</sup>, Franco Teixeira e Mello<sup>2</sup>

1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy