

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.

Diciembre, 2016



Autores:

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

Colaboradores:

Giancarlo Tesitore
Ivana Silva

Distribución: UPM S.A., DINAMA, DINARA

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.

Diciembre, 2016

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) a pedido de UPM S.A.

El presente informe refleja la opinión de los autores y no es de carácter institucional.

Páginas 45
Figuras 10
Tablas 4
Apéndices 2

Imagen de tapa: ejemplar de *Ageneiosus inermis* capturado durante el muestreo.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA	6
DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA Y EFLUENTES.....	6
PERÍODOS Y ÁREA DE ESTUDIO.....	8
TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
PERÍODO 2005-2016.....	12
PERÍODO ABRIL 2016.....	17
CONDICIÓN DE LA ESPECIE INDICADORA.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÉNDICES	36

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

INTRODUCCIÓN

La planta de pasta de celulosa UPM S.A. localizada en Fray Bentos inició su producción a principios 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: 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 Las Cañas, siendo una zona receptora lejana, localizada aproximadamente 15 Km aguas abajo de la descarga de efluentes. Este programa de monitoreo se lleva a 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 misma, y también entre la zona referencia y las zonas receptoras del efluente. Esta aproximación metodológica se denomina BACI (por sus siglas en inglés “*Before After Control Impact*”) y es una de las aproximaciones más adecuadas para este tipo de estudios de monitoreo 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 la composición específica (en cuanto a las especies dominantes) 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, se ha constatado también 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. Estos resultados indicarían que la variabilidad en la comunidad de peces podría estar influenciada por otros factores

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D’Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

ambientales independientes de las actividades de la planta de UPM S.A. Además no se han observado deformaciones o anomalías macroscópicas en peces durante estos estudios y no se han constatado diferencias sistemáticas en la condición (e.g., factor de condición e índices hepato- y gonado-somático) de los peces entre las tres zonas (Tana, 2007, 2014, González-Bergonzoni *et al.* 2016a). 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 de monitoreo de impacto de efluentes de plantas de celulosa (información disponible en: <http://laws-lois.justice.gc.ca>). De acuerdo a este programa, se deben monitorear a nivel poblacional 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 local de una especie, aunque los cambios observados a nivel comunitario no siempre se correspondan con estos indicadores. En el período previo a la puesta en marcha de la planta es muy importante generar información como línea de base para ser utilizada 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 de referencia con zonas expuestas, y también comparando 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, así como gran representación de diversas clases de talla. Además existen diferencias alimenticias y fisiológicas (Masdeu *et al.*, 2011; D’Anatro *et al.*, 2013, respectivamente) entre estas tres áreas, confirmando el carácter local de dicha especie, a pesar que no existen estudios detallados sobre migraciones entre las tres áreas de estudio (véase como excepción Calvelo *et al.*, 2013).

En las diferentes áreas donde se llevó a cabo el estudio, los hábitats del Río Uruguay se pueden dividir a gran escala entre: 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 en el canal principal, con profundidades mayores a 8 m. Esta zonación ha sido utilizada en estudios de plancton y bentos (CELA, 2006).

El presente informe se enfoca en el monitoreo de estructura de la comunidad de peces en las zonas litoral y media del río Uruguay, considerando un área referencia y dos áreas receptoras de efluente de UPM S.A., llevado a cabo entre el 13 y el 18 del mes de diciembre de 2016. 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 períodos a cargo de UPM S.A. (e.g. Tana, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2016b).

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 spp.*. 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 m³. 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, c.a. 100 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 ecualización, con un volumen de 75.000 m³, 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 m³, en dos líneas, con un tiempo de residencia hidráulica de aproximadamente 48 horas. El promedio anual de flujo del efluente en el 2016 previo al monitoreo fue de 17,9 m³/ADT (tonelada de pulpa seca, ADT por sus siglas en inglés: “Air-Dried Ton of pulp”). Durante el presente período de estudio en diciembre de 2016 (datos desde 13/12/2016 hasta el 18/12/2016) el flujo diario fue de 15,7 m³/ADT.

Calidad del efluente

Las características físico-químicas del efluente tratado durante el presente período de estudio se presentan en la Tabla 1. La tabla describe los valores promedios para el primer trimestre del 2016 así como, para el último período de muestreo (13 al 18 de Diciembre del 2016). 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 período de monitoreo como durante el último trimestre de 2016 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 octubre-diciembre 2016, así como, durante el período de muestreo (13 al 18 de Diciembre de 2016) y los valores límites permitidos por la comisión europea.

Kg / ADT	COD (Kg/ADT)*	BOD ₅ (Kg/ADT)	AOX (Kg/ADT)	N total (Kg/ADT)	P total (Kg/ADT)	SST (Kg/ADT)	Flujo del efluente (m ³ /ADT)
BAT	23	1,5	0,25	0,25	0,030	1,5	50
Límites permitidos#	15	0,70	0,15	0,20	0,02	1,0	-
Promedio octubre-diciembre 2016	5,4	0,28	0,030	0,030	0,017	0,28	17,9
Período de muestreo diciembre 2016	7,2	0,42	0,040	0,060	0,035	0,49	15,7

*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 entre los días 13 y 18 de diciembre de 2016, 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, un equipo de trabajo del Laboratorio Tecnológico del Uruguay toma muestras regularmente para el estudio de calidad de agua, plancton y fauna bentónica de acuerdo con el mismo plan de monitoreo (LATU, 2014). Los estudios de músculo y bilis de peces con diferente exposición al efluente también fueron realizados en dichas áreas y serán reportados en el informe de exposición diciembre 2016 (González-Bergonzoni *et al.*, 2016b *in prep.*).



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 S.A. 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 m de largo y 1,5 m de altura. Estas redes consisten de 12 paños de 2,5 m de largo cada uno, de tamaños diferentes de malla, de distancia entrenado 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), con un tiempo aproximado de 12 hs. de calado. En cada área se utilizaron ocho redes, calándose cuatro sets, cada uno consiste de dos redes unidas en serie, de los cuales se calan dos en la zona litoral (dos réplicas) y dos en la zona media (dos réplicas). La distancia entre las dos réplicas fue de aproximadamente 300 m y la distancia entre redes de la zona litoral y media fue de aproximadamente 500 m. 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 tres días de diferencia. En total 16 redes fueron caladas en cada sitio, 8 en la zona litoral y 8 en la 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, cm) y pesados (masa total, g). Siguiendo el mismo procedimiento realizado desde el inicio de los estudios de línea de base (Tana, 2007; González-Bergonzoni *et al.* 2016a).

La especie *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) fue utilizada como indicadora para el estudio de la condición general de los peces entre la zona referencia y las zona receptora del efluente. Como indicadores se utilizaron el Factor de Condición (FC), el Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice Hepatosomático (IHS) de una sub-muestra de esta especie, utilizando individuos adultos incluidos en una o más réplicas dependiendo de la abundancia de la especie.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Período 2005- 2016

Para comparar la biomasa y abundancia de peces capturada por unidad de esfuerzo entre el período de línea de base y los períodos de monitoreo posteriores a la puesta en marcha de UPM S.A. entre los sitios receptores y el de referencia se utilizó un test de ANOVA factorial de 2 vías ($\alpha = 0,05$). Estos tests permiten seguir la metodología BACI comparando parámetros antes y después entre la zona de referencia y aquellas potencialmente impactadas. Como situación de línea de base se utiliza 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 2008-2016. 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 (CPUE) por cada muestreo.

Período diciembre 2016

Comparación de capturas entre hábitats y semanas

Para comparar estadísticamente las variaciones en la biomasa, abundancia, y riqueza específica capturadas por unidad de esfuerzo entre el hábitat litoral y la zona media de cada sitio, cada set de redes (recordar que cada set consiste de dos redes unidas en serie) fue tratado como un réplica, sin

considerar las posibles diferencias entre los días de muestreo (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 normalidad y homogeneidad de varianza, de lo contrario se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. La potencial diferencia en las capturas entre los dos muestreos ha sido testada de manera similar, agrupando zona litoral y media en 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 biomasa, abundancia y riqueza específica de peces entre la zona referencia y las zonas receptoras del efluente se estandarizaron las capturas de acuerdo a una misma unidad de esfuerzo, fijada en una red en el caso de biomasa y abundancia, y en un set de redes en el 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). En cada zona, cada set de redes dispuesto fue utilizado como una réplica indistintamente del día 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 tres días de diferencia) ($n = 8$ réplicas en cada sitio). Las diferencias en estos parámetros de captura fueron analizadas mediante un ANOVA, seguido de pruebas de Tukey a posteriori en caso de encontrar diferencias significativas ($\alpha = 0,05$). En el caso de incumplimiento de los supuestos de normalidad y heterocedasticidad, se utilizaron los tests de Kruskal-Wallis, seguido del test de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$).

Comparación de la condición general de la especie indicadora

Los peces fueron examinados externamente con el fin de detectar deformidades y anormalidades macroscópicas en el cuerpo y aletas como posibles rasgos indicadores de enfermedades. Ninguna deformidad o anormalidad fue reportada durante el estudio de línea de base y(o) monitoreos previos a diciembre de 2016 (González-Bergonzoni *et al.*, 2015).

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, la variabilidad en la

relación del peso de los peces, así como el peso de su hígado y de las 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; criterio basado en observaciones personales sobre tamaño de primera madurez de esta especie) y cada individuo fue utilizado como una réplica al comparar el FC, IHS y IGS entre las tres áreas. Las comparaciones de IGS e IHS entre el área referencia y las áreas receptoras se realizaron mediante tests de Kruskal-Wallis, seguido del test de Mann-Whitney en caso de encontrar diferencias significativas, ya que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad,. Para la comparación de FC se utilizó test de ANOVA y Tukey post hoc, en caso de encontrar diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Período 2005- 2016

El número de especies colectadas ha sido altamente variable entre años a lo largo de todo el período de muestreo, oscilando entre 3 y 32 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. La mayor riqueza específica de todo el período ha sido capturada durante el presente muestreo en Nuevo Berlin, con 32 especies en una misma réplica (Figura 2). La riqueza por unidad de esfuerzo en el período

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

post-UPM fue mayor que aquella encontrada en el período de línea de base (ANOVA, $F=4,03$; $p=0,045$), lo que podría deberse a que en el período posterior a la instalación de la planta, los muestreos fueron más regulares y en mayor número (Fig. 2, Tabla 3). El análisis estadístico reveló que la riqueza específica difiere entre los sitios de muestreo, siendo significativamente menor siempre en Las Cañas (ANOVA, $F=29,26$; $p<0,001$) (Tabla 3, Fig. 2). Cabe destacar que estas diferencias entre los tres sitios ya se encontraron 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 durante el período post-UPM en comparación con el período de línea de base (ANOVA, $F=1,3$; $p=0,25$ Fig. 3, Tabla 3). Las abundancias de peces capturadas han sido siempre máximas en Fray Bentos, manteniéndose similares entre la zona de Las Cañas y Nuevo Berlín (ANOVA, $F=40,3$; $p<0,001$). Sin embargo, en el período pre-UPM la abundancia en Nuevo Berlín y Fray Bentos era similar, y diferente entre Nuevo Berlín y Las Cañas (siendo mayor en Nuevo Berlín), aunque dichas diferencias no fueron analizadas estadísticamente. En el período post-UPM, la abundancia en Fray Bentos es mayor que en Nuevo Berlín, no difiriendo de la abundancia en Las Cañas (ANOVA, $F=4,2$; $p=0,01$, en la interacción sitio*período) (Tabla 3).

La biomasa de peces no ha diferido entre el período pre y post-UPM (ANOVA, $F=0,017$; $p=0,890$) pero sí es diferente entre los tres sitios de estudio ($F=61,8$; $p<0,001$), siendo menor en las zona de Las Cañas, intermedia en Nuevo Berlín y máxima en Fray Bentos (Figs. 4 y 5; Tabla 3). Sin embargo, en el período pre-UPM la biomasa en Nuevo Berlín no difería de la biomasa en Fray Bentos (p -valor $>0,05$), como sí parece que tiende a hacerlo en el período post-UPM (ANOVA, $F=2,62$; $p=0,07$, en la interacción sitio*período) siendo mayor en Fray Bentos. Esto podría ser producto del aumento en el número de muestreos período post-UPM, lo cual posibilita la detección estadística de diferencias más sutiles, ya que si se observa en detalle la Figura 5, la biomasa total en ninguno de los sitios se ha modificado luego de la puesta en marcha de UPM S.A.

La consistencia en las oscilaciones temporales de las capturas en términos de riqueza, abundancia y biomasa de peces, sugiere que esta dinámica puede estar asociada a la variación de parámetros ambientales (e.g. caudal del río), oscilando de forma similar en las tres áreas de estudio. Por ejemplo, las mayores capturas registradas durante el periodo de estudio ocurrieron en abril del año 2010 luego

de un pico máximo de caudal del Río Uruguay registrado en la primavera-verano de 2009 (Fig. 5). Así mismo, luego del aumento del nivel del río ocurrido entre diciembre 2015 y abril 2016, en el presente muestreo de diciembre 2016 registramos un pico en biomasa de peces en los tres sitios de estudio (Figura 4 y 5). Una relación positiva entre nivel del río y la abundancia de peces en sistemas cercanos como el Río Paraná ha sido registrada para varias especies de peces de importancia comercial (Oldani, 1990; Stassen *et al.*, 2010).

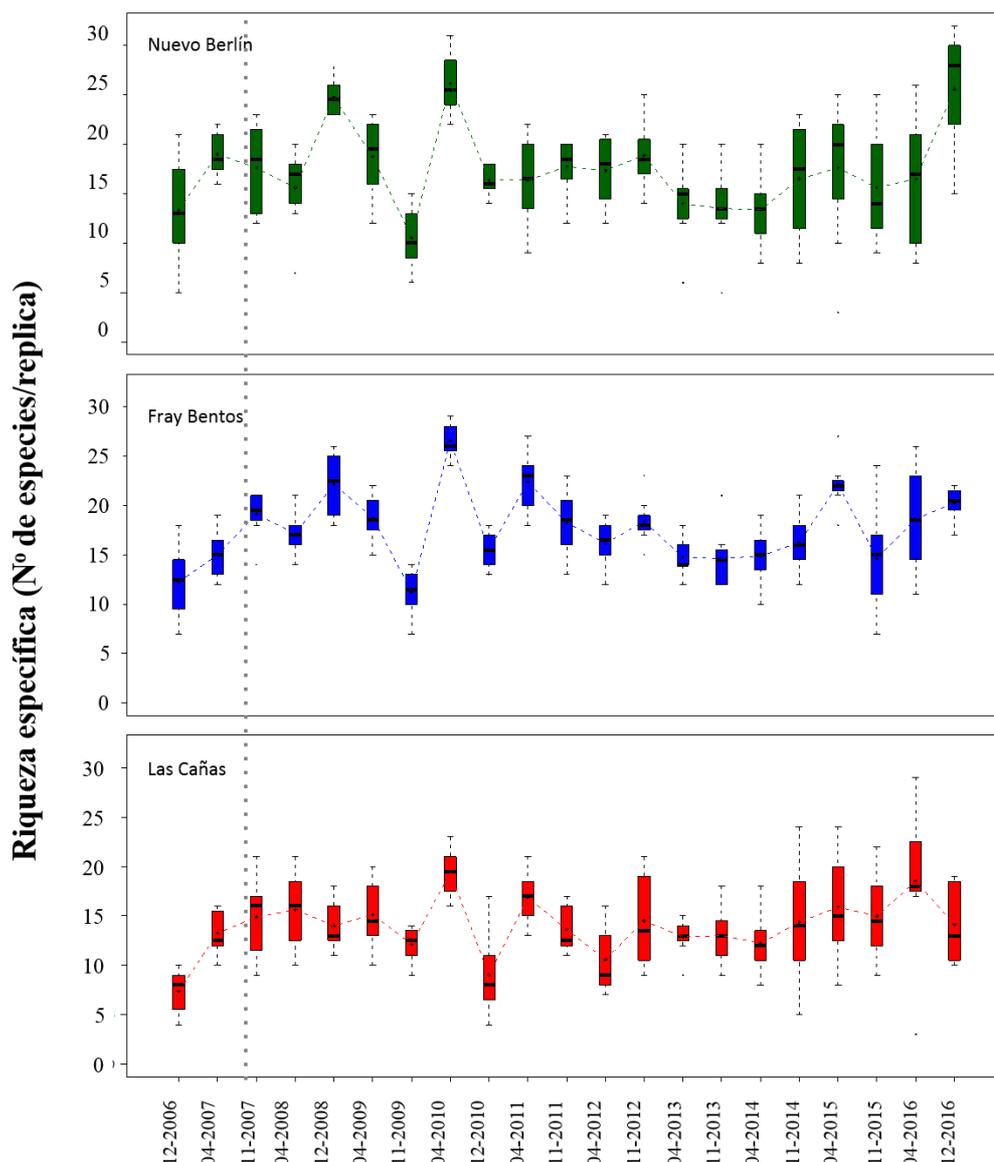


Figura 2. Evolución de la riqueza específica de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (abril de 2005) hasta el presente período (diciembre de 2016) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ($n = 8$ por sitio por 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.

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908; 2-CURE-Facultad de Ciencias; *E-mail: passer@fcién.edu.uy

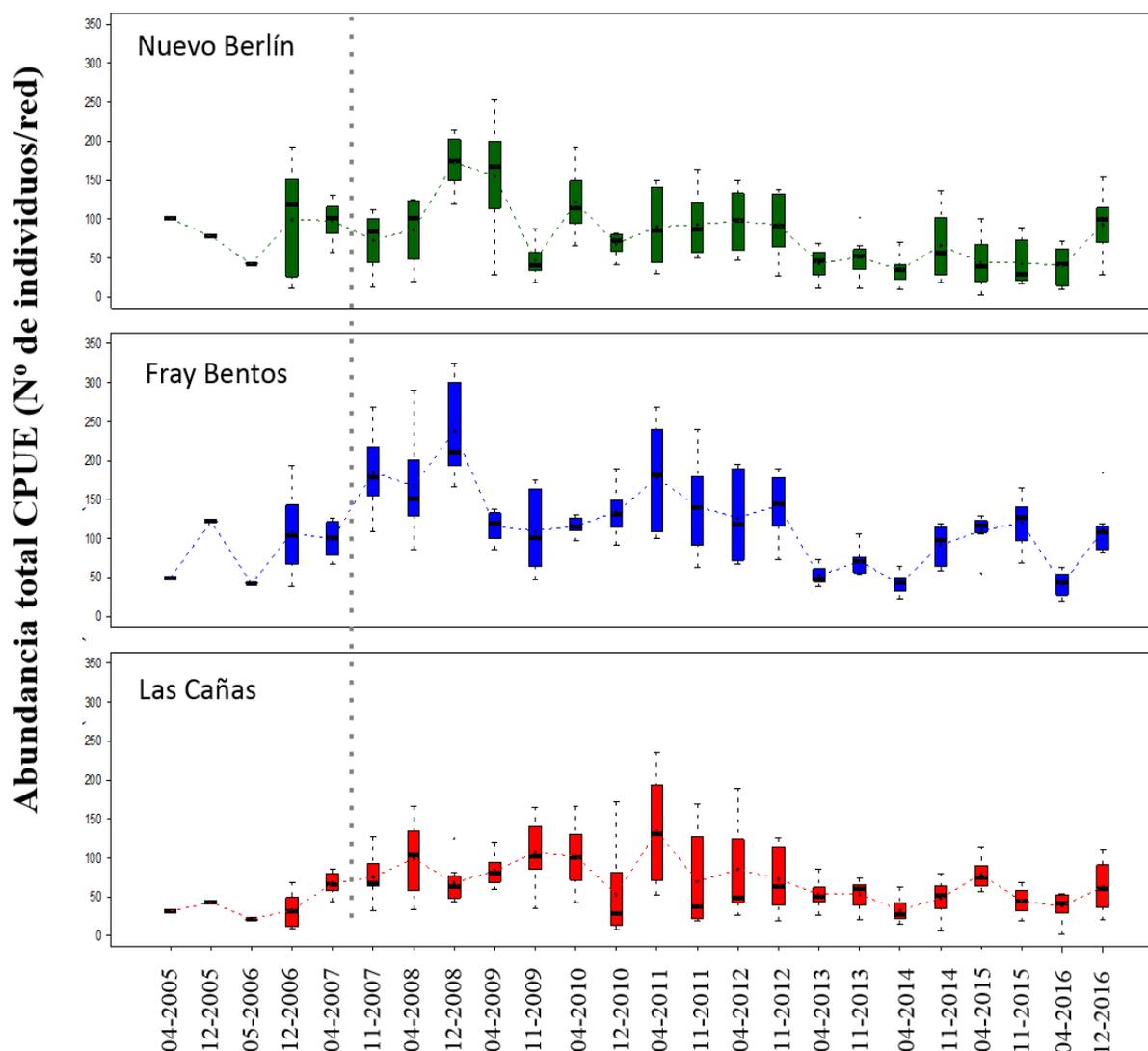


Figura 3. Evolución de la abundancia de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (abril de 2005) hasta el presente período (diciembre de 2016) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ($n = 8$ por sitio por muestreo). 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.

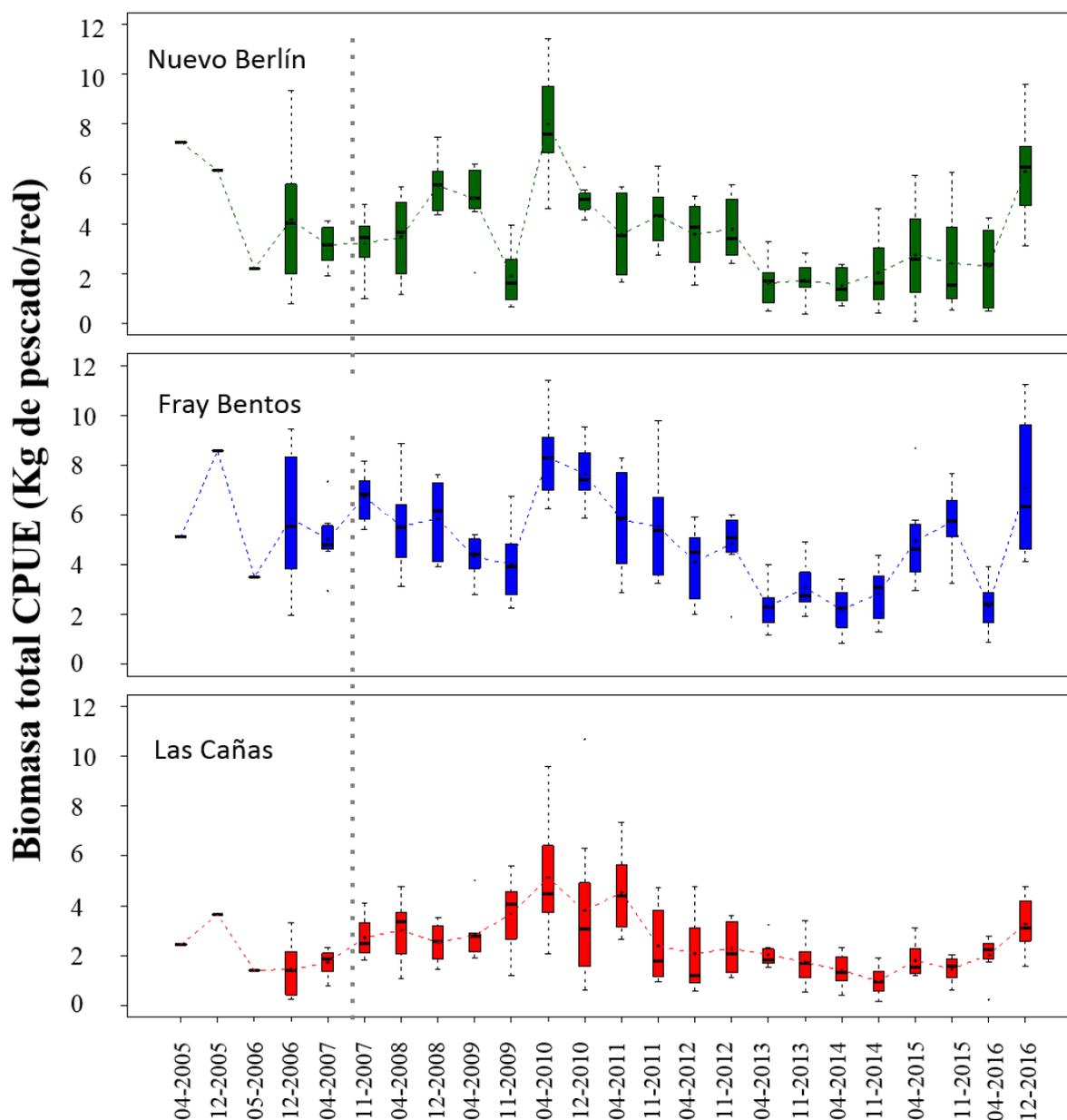


Figura 4. Evolución de la biomasa de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (abril de 2005) hasta el presente período (diciembre de 2016) en los tres sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal de cada muestreo ($n = 8$ por sitio por muestreo). 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.

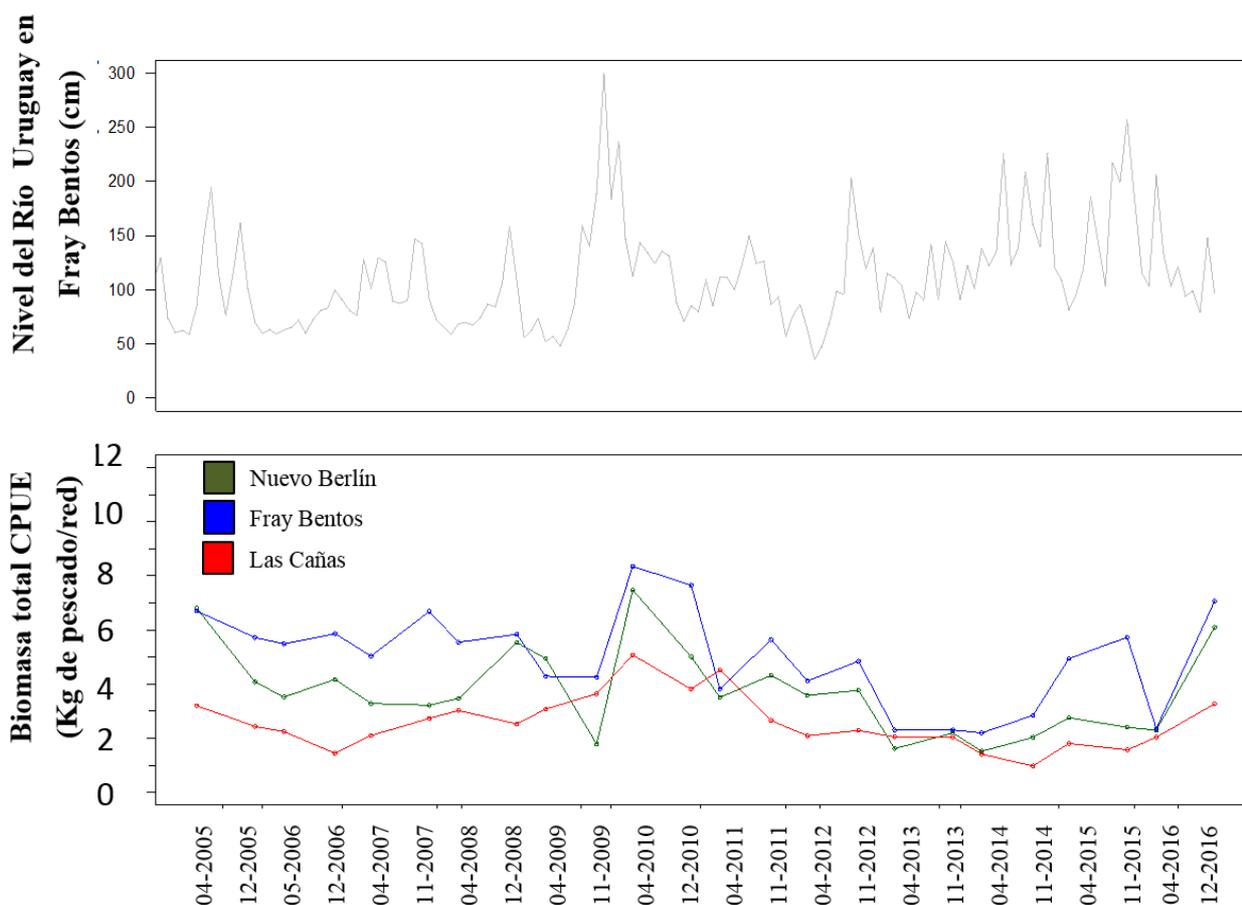


Figura 5. Variaciones en el caudal del Río Uruguay (arriba, nivel del río medido en Fray Bentos, en cm.) y evolución de la biomasa de peces colectada por unidad de esfuerzo desde los estudios de línea de base (Abril de 2005) hasta el presente período (diciembre de 2016) (abajo). En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas.

Período diciembre 2016

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES

Durante el presente período de monitoreo fueron colectadas en total 59 especies entre los tres sitios, encontrándose 49 especies en el sitio de referencia (Nuevo Berlín), 40 en Fray Bentos y 32 en Las Cañas (Tabla 2, Apéndice 1). Estos valores son similares a los obtenidos en monitoreos previos y las especies colectadas en esta oportunidad coinciden con las registradas previamente durante los estudios de línea de base (Tana, 2007, 2013, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2015a, 2016a) (Apéndice 2). Sin embargo, durante este muestreo se capturó en Nuevo Berlín un individuo de cada una de las siguientes especies: *Loricariichthys platymetopon* y *Corydoras paleatus*; especies que no

habían sido registradas hasta el momento en ninguno de los muestreos anteriores (i.e. desde 2005 a abril de 2016). El número total de especies colectadas durante este programa de monitoreo se detallan en el Apéndice 1.

En términos de biomasa total colectada (considerando el total de las 16 redes colocadas por sitio entre los dos días de muestreo, en los tres sitios de estudio), encontramos 7 especies como las más importantes, superando todas ellas los 10,0 Kg por red. Sin embargo, a pesar de estar presentes en todos los sitios, muestran diferentes proporciones en cada uno de ellos (Tabla 2). De éstas, cabe destacar que *Megaleporinus obtusidens* (Boga, anteriormente *Leporinus obtusidens*) fue la especie que presentó mayor biomasa total (más de 52,0 Kg, representando el 21% del total colectado; Tabla 2, Figura 6). Esto puede estar asociado al aumento del caudal en el año previo a este muestreo, el cual podría haber favorecido el reclutamiento de esta especie ya que más caudal permite la conexión del cauce principal con la planicie de inundación (e.g. estero de farrapo). Cuando se consideran los sitios por separado, se observa que *M. obtusidens* fue la especie dominante en términos de biomasa en Nuevo Berlín (más de 30,0 Kg, correspondiendo aproximadamente al 35% de la biomasa total de esa localidad, Tabla 2) y en Las Cañas (más de 15,0 Kg, que corresponde a más del 29% de la biomasa capturada en esa localidad, Tabla 2). En cambio, en la localidad de Fray Bentos, la especie dominante en términos de biomasa fue *Parapimelodus valenciennes* (bagarito, con más de 28,0 Kg, correspondiente al 25% de la biomasa total colectada en este punto, Tabla 2).

También cabe destacar la elevada biomasa de la especie utilizada como centinela en estos muestreos, *I. labrosus* (bague trompudo) considerando los tres sitios, con una biomasa total de más de 17,0 Kg. Cuando se analizan los sitios por separado, se observa que esta especie fue más abundante en términos de biomasa en Fray Bentos y Las Cañas (más de 8,0 Kg y 6,0 Kg, respectivamente), y menos en Nuevo Berlín (2,0 Kg aproximadamente). Esta especie también fue relevante en términos de abundancia, representando aproximadamente el 14% de los individuos colectados (Tabla 2, Figura 6).

Durante el presente monitoreo observamos algunos patrones estacionales en las capturas que parecen repetirse con varias especies a lo largo de todo el período de estudio (e.g. Apéndice 2). Por ejemplo, la abundancia y biomasa de *P. valenciennes* mostró el mismo comportamiento, fluctuando de menores a grandes cantidades en los muestreos de otoño a primavera, respectivamente, durante básicamente todos los monitoreos efectuados hasta el momento. Estos aumentos en primavera y disminuciones en otoño vienen siendo observados repetidamente y parecen corresponder a

migraciones reproductivas y/o alimenticias de esta especie en la primavera (Teixeira de Mello *et al.* 2011).

A lo largo de todos los años de estudio y en forma general, la abundancia y biomasa de especies piscivoras tales como *Acestrorhynchus pantaneiro* (dientudo paraguayo) y *Rhaphiodon vulpinus* (machete) disminuyen en el muestreo de primavera (González-Bergonzoni *et al.*, 2015) (e.g. Apendice 2). Sin embargo, la biomasa del dientudo paraguayo se mantiene entre las 5 especies con mayores valores durante el presente muestreo de primavera (más de 18 Kg), registrándose incluso valores más altos que durante el muestreo de otoño pasado 6 Kg). Lo mismo sucede con el machete, del cual se colectaron tres especímenes durante esta primavera, siendo casi exclusivamente colectados en los muestreos de otoño en años anteriores. Esta diferente dinámica de las abundancias de estas especies puede deberse a diferente ventana temporal en la que ocurrió la crecida del río entre el verano del 2015 y otoño del 2016, en comparación con crecidas anteriores (que han ocurrido entre el invierno y primavera temprana) y el estado basal del río. Este patrón particular en la crecida de este año también podría ser responsable de la aparición del *Ageneiosus inermis* (mandubá) en su máxima captura (más de 12 Kg en total) jamás registrada en los monitoreos desde 2005.

Tabla 2. Resumen de las capturas de peces en el presente período de estudio (diciembre 2016) en las zonas de Nuevo Berlín, Fray Bentos, Las Cañas y en el total de los tres sitios, listado por especie. Se reporta la abundancia total (“AB total”, en número de individuos), abundancia relativa (“AB rel”, en porcentaje de la abundancia total), biomasa total (“BM total”, en gramos) y biomasa relativa (“BM rel”, en porcentaje de la biomasa total). Las especies se encuentran ordenadas de forma decreciente de acuerdo a su importancia en biomasa total colectada en los tres sitios.

Especie	Nuevo Berlín		Fray Bentos		Las Cañas		Totales	
	AB total (AB rel.)	BM total (BM rel.)	AB total (AB rel.)	BM total (BM rel.)	AB total (AB rel.)	BM total (BM rel.)	AB total (AB rel.)	BM total (BM rel.)
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	206(15,79)	30164,8(35,01)	50(2,82)	6467,2(5,72)	74(7,33)	15618,4(29,87)	330(8,07)	52250,4(20,78)
<i>Prochilodus lineatus</i>	94(7,2)	14603,2(16,95)	143(8,07)	26140(23,14)	39(3,86)	6404,3(12,25)	276(6,75)	47147,5(18,75)
<i>Parapimelodus valenciennes</i>	56(4,29)	2398(2,78)	432(24,38)	28797,2(25,49)	3(0,3)	189,2(0,36)	491(12,01)	31384,4(12,48)
<i>Cyphocharax platanus</i>	58(4,44)	2888(3,35)	186(10,5)	10596,6(9,38)	168(16,63)	5492,1(10,5)	412(10,08)	18976,7(7,55)
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	53(4,06)	7254,6(8,42)	73(4,12)	10862,8(9,61)	4(0,4)	429(0,82)	130(3,18)	18546,4(7,38)
<i>Iheringichthys labrosus</i>	75(5,75)	2186,2(2,54)	319(18)	8830,4(7,82)	171(16,93)	6789,6(12,98)	565(13,82)	17806,2(7,08)
<i>Ageneiosus inermis</i>	6(0,46)	4613(5,35)	11(0,62)	7136(6,32)	1(0,1)	808(1,55)	18(0,44)	12557(4,99)
<i>Loricariichthys melanocheilus</i>	11(0,84)	1251,3(1,45)	38(2,14)	3592,8(3,18)	36(3,56)	3478,7(6,65)	85(2,08)	8322,8(3,31)
<i>Astyanax sp.</i>	132(10,11)	1224,6(1,42)	105(5,93)	1228,8(1,09)	345(34,16)	3984,7(7,62)	582(14,24)	6438,1(2,56)
<i>Serrasalmus maculatus</i>	14(1,07)	1235,3(1,43)	20(1,13)	1844,6(1,63)			34(0,83)	3079,9(1,22)
<i>Pachyurus bonariensis</i>	28(2,15)	604,2(0,7)	25(1,41)	532,3(0,47)	36(3,56)	1728,4(3,31)	89(2,18)	2864,9(1,14)
<i>Cynopotamus argenteus</i>	25(1,92)	2123,8(2,46)	12(0,68)	340,1(0,3)	4(0,4)	226,2(0,43)	41(1)	2690,1(1,07)
<i>Pimelodus maculatus</i>	23(1,76)	716,2(0,83)	16(0,9)	1707(1,51)	1(0,1)	29,5(0,06)	40(0,98)	2452,7(0,98)
<i>Schizodon plataea</i>	6(0,46)	2059,7(2,39)	2(0,11)	197(0,17)			8(0,19)	2256,7(0,9)
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	1(0,08)	976(1,13)	1(0,06)	304(0,27)	1(0,1)	675(1,29)	3(0,07)	1955(0,78)
<i>Apareiodon affinis</i>	44(3,37)	689,9(0,8)	17(0,96)	219,8(0,19)	26(2,57)	982,2(1,88)	87(2,13)	1891,9(0,75)
<i>Astyanax abramis</i>	39(2,99)	828,2(0,96)	23(1,3)	556,6(0,49)	20(1,98)	495,7(0,95)	82(2,01)	1880,5(0,75)
<i>Salminus brasiliensis</i>	2(0,15)	1763(2,05)					2(0,05)	1763(0,7)
<i>Loricariichthys anus</i>					2(0,2)	1529(2,92)	2(0,05)	1529(0,61)
<i>Schizodon nasutus</i>	6(0,46)	1488(1,73)					6(0,15)	1488(0,59)
<i>Potamotrygon brachyura</i>					1(0,1)	1401(2,68)	1(0,02)	1401(0,56)
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	1(0,08)	1252(1,45)					1(0,02)	1252(0,5)
<i>Pimelodella gracilis</i>	123(9,43)	640,2(0,74)	54(3,05)	366(0,32)	13(1,29)	55,7(0,11)	190(4,65)	1061,9(0,42)
<i>Paraloricaria vetula</i>	13(0,99)	688,1(0,8)	2(0,11)	344(0,3)			15(0,37)	1032,1(0,41)
<i>Ageneiosus militaris</i>	5(0,38)	1013,3(1,18)					5(0,12)	1013,3(0,4)
<i>Pimelodus absconditus</i>	28(2,15)	862,6(1)			4(0,4)	24,2(0,05)	32(0,78)	886,8(0,35)
<i>Luciopimelodus pati</i>			1(0,06)	312(0,28)	1(0,1)	526(1,01)	2(0,049)	838(0,33)
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	27(2,07)	537,8(0,62)	15(0,85)	256,3(0,23)	2(0,2)	28,8(0,06)	44(1,08)	822,9(0,33)
<i>Cyphocharax spilatus</i>	32(2,45)	480,6(0,56)	2(0,11)	83,8(0,07)	5(0,5)	211,6(0,4)	39(0,95)	776(0,31)
<i>Oligosarcus oligolepis</i>	4(0,31)	152,7(0,18)	3(0,17)	156,9(0,14)	8(0,79)	447,1(0,86)	15(0,37)	756,7(0,3)
<i>Lycengraulis grossidens</i>	1(0,08)	32,5(0,04)	14(0,79)	303,8(0,27)	11(1,09)	267,3(0,51)	26(0,64)	603,6(0,24)
<i>Pellona flavipinnis</i>			1(0,06)	557(0,49)			1(0,02)	557(0,22)
<i>Ricola macrops</i>	7(0,54)	404,6(0,47)	5(0,28)	114,4(0,1)			12(0,29)	519(0,21)
<i>Galeocharax humeralis</i>	1(0,08)	73,4(0,09)	15(0,85)	408,3(0,36)			16(0,39)	481,7(0,19)

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

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

Diciembre, 2016

<i>Brycon orbignyanus</i>	1(0,08)	252(0,29)			1(0,1)	133(0.25)	2(0,05)	385(0,15)
<i>Hypostomus commersoni</i>			2(0,11)	84,8(0,08)	1(0,1)	233(0.45)	3(0,07)	317,8(0,13)
<i>Pygocentrus nattereri</i>			1(0,06)	267(0,24)			1(0,02)	267(0,11)
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	10(0,77)	214,7(0,25)					10(0,24)	214,7(0,09)
<i>Eigenmannia virescens</i>	3(0,23)	83,1(0,1)	4(0,23)	113,4(0,1)			7(0,17)	196,5(0,08)
<i>Odontostilbe pequirá</i>	98(7,51)	81,2(0,09)	159(8,97)	82,3(0,07)	7(0,69)	5.6(0.01)	264(6,46)	169,1(0,07)
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	1(0,08)	149(0,17)					1(0,02)	149(0,06)
<i>Roeboides paranannus</i>			1(0,06)	72,3(0,06)			1(0,02)	72,3(0,03)
<i>Leporinus striatus</i>	7(0,54)	53,9(0,06)	1(0,06)	10(0,009)			8(0,2)	63,9(0,03)
<i>Loricariichthys edentatus</i>	1(0,08)	13,8(0,02)	1(0,06)	12,7(0,01)	5(0,5)	28.7(0.05)	7(0,17)	55,2(0,02)
<i>Odontesthes humensis</i>			2(0,11)	25,3(0,02)	3(0,3)	29(0.06)	5(0,12)	54,3(0,02)
<i>Bryconamericus stramineus</i>	26(1,99)	43,9(0,05)	1(0,06)	1,8(0,002)	2(0,2)	3.6(0.01)	29(0,71)	49,3(0,02)
<i>Loricariinae sp.</i>	6(0,46)	14,4(0,02)	10(0,56)	32,8(0,03)			16(0,39)	47,2(0,02)
<i>Parastegophilus</i>	7(0,54)	11,3(0,01)			14(1,39)	31.6(0.06)	21(0,51)	42,9(0,02)
<i>Characidium zebra</i>	13(0,99)	16,2(0,02)	2(0,11)	2,4(0,002)			15(0,37)	18,6(0,007)
<i>Trachelyopterus teaguei</i>			1(0,06)	16,6(0,01)			1(0,02)	16,6(0,007)
<i>Odontesthes perugiae</i>	2(0,15)	4,2(0,004)	2(0,11)	7,1(0,006)			4(0,1)	11,3(0,004)
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	1(0,08)	9,1(0,01)					1(0,02)	9,1(0,004)
<i>Pseudohemiodon devincenzii</i>	1(0,08)	7,7(0,01)					1(0,02)	7,7(0,003)
<i>Ramnogaster melanostoma</i>					1(0,1)	5.9(0.01)	1(0,02)	5,9(0,002)
<i>Corydoras paleatus</i>	2(0,15)	2,7(0,003)					2(0,05)	2,7(0,001)
<i>Otocinclus flexilis</i>	2(0,15)	1,9(0,002)					2(0,05)	1,9(0,0008)
<i>Microglanis bunocephalus coracoides</i>	1(0,08)	1,5(0,002)					1(0,02)	1,5(0,0006)
<i>Homodiaetus sp.</i>	1(0,08)	0,7(0,0008)					1(0,02)	0,7(0,0003)
<i>Homodiaetus sp.</i>	1(0,08)	0,1(0,0001)					1(0,02)	0,1(0,00004)
Riqueza específica total		49		40		32		59

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

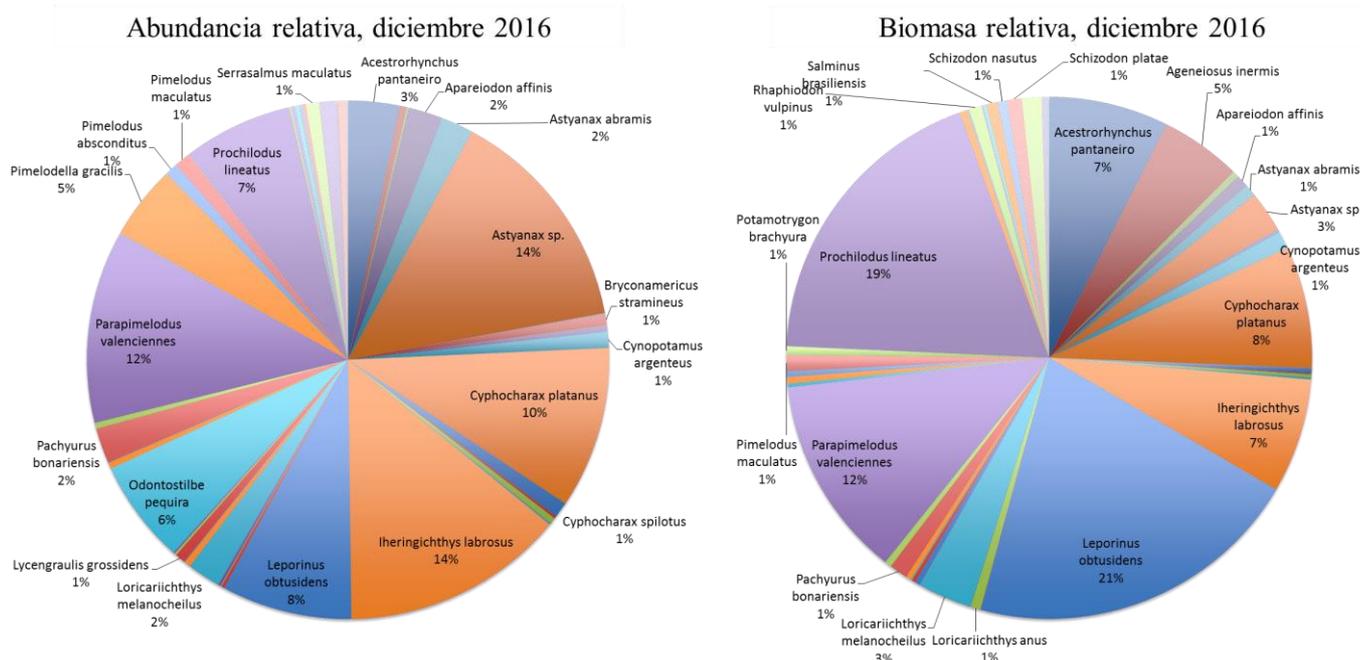


Figura 6: Composición específica de la comunidad en términos de abundancia y biomasa relativa de cada especie colectada en abril 2016 en la suma de los tres sitios estudiados. Se omiten los valores inferiores al 1% para optimizar la visualización. Los detalles y datos específicos para cada sitio de muestreo se muestran en la Tabla 2.

Comparación de capturas entre hábitats y muestreos

Las capturas de peces, en términos de abundancia obtenida por red, fue mayor en el primer muestreo para Nuevo Berlín ($p < 0,05$; Tabla 3, Figura 7), mientras que no difirió entre días de muestreo para Fray Bentos y Las Cañas. En lo referente a riqueza de especies encontradas, se obtuvo también un mayor número de especies durante el primer muestreo de Nuevo Berlín, en comparación con el segundo día de muestreo ($p = 0,010$; Tabla 3; Figura 7). Finalmente, cuando se comparó la biomasa entre días de muestreo, se encontró que la biomasa colectada difirió únicamente en Las Cañas con menores valores en el primer muestreo en comparación con el segundo ($p < 0,05$; Tabla 3, Figura 7).

En cuanto a la comparación entre los ambientes muestreados en cada sitio, se encontraron en Nuevo Berlín y en Las Cañas diferencias entre la abundancia de peces, siendo mayor en la zona litoral en ambos sitios ($p < 0,05$; Tabla 3, Figura 8). En términos de riqueza, se encontraron diferencias únicamente en Las Cañas, con un mayor número de especies en la zona litoral ($p < 0,05$; Tabla 3, Figura 8). En términos de biomasa capturada, se encontraron diferencias tanto en Fray Bentos como en Las Cañas, siguiendo el mismo patrón de mayor abundancia en la zona litoral que en zona media

($p < 0,05$; Tabla 3, Figura 8). Las diferencias en las capturas observadas entre el litoral y la zona media en Las Cañas, ya ha sido documentado frecuentemente en varios monitoreos previos (e.g. Tana, 2012, 2014; González-Bergonzoni *et al.* 2015a).

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 donde el río es más ancho pudiendo favorecer el uso diferencial del ambiente por parte de la comunidad y con fondos arenosos, en comparación a los fondos predominantes con roca, limo y detrito en Nuevo Berlín y Fray Bentos (observación personal de los autores).

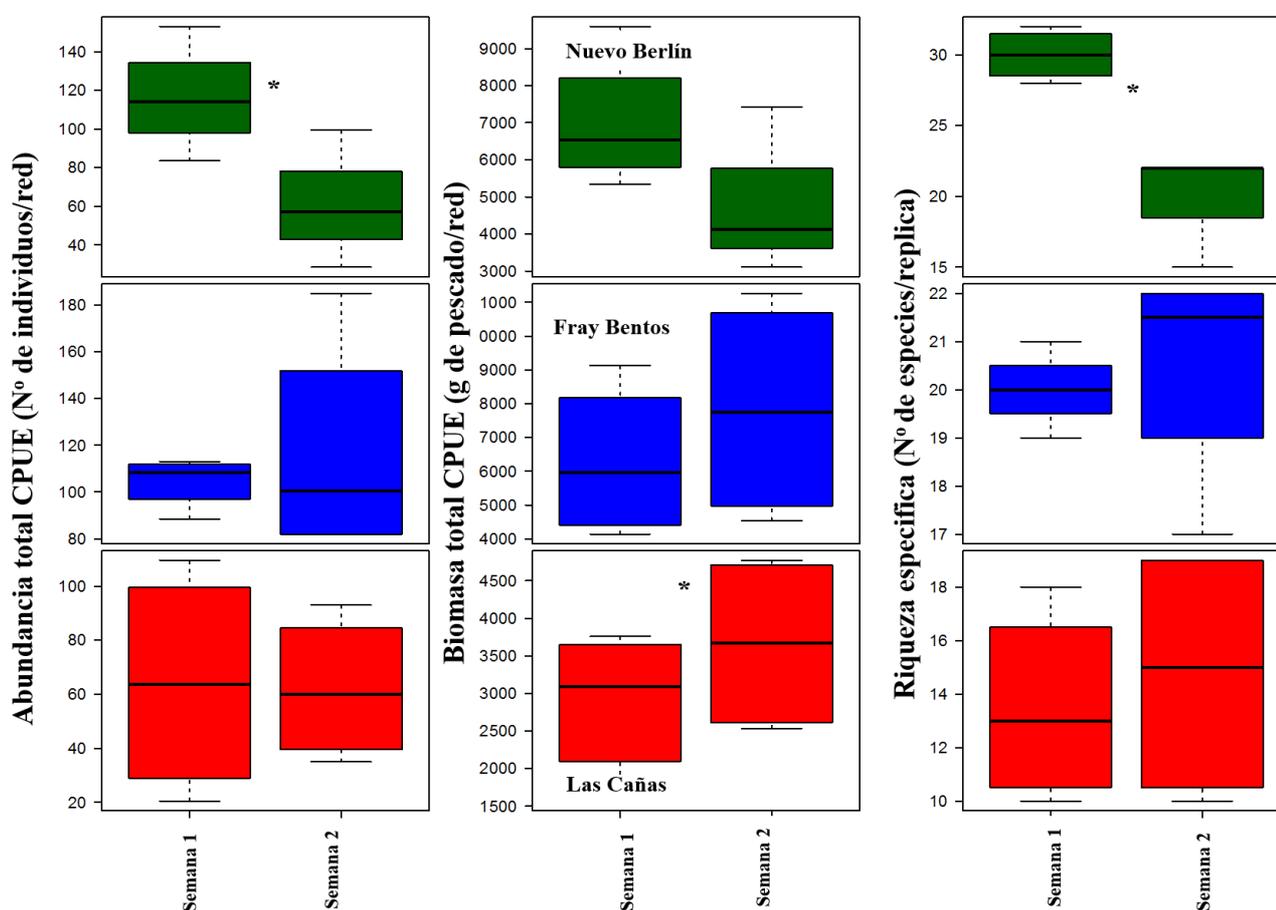


Figura 7. Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo (abundancia, biomasa total y riqueza específica capturada por red) entre los diferentes días de muestreo en cada sitio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. Diferencias significativas (ANOVA; $p < 0,05$) marcadas con *. Las líneas de los boxplots indican la mediana de los datos.

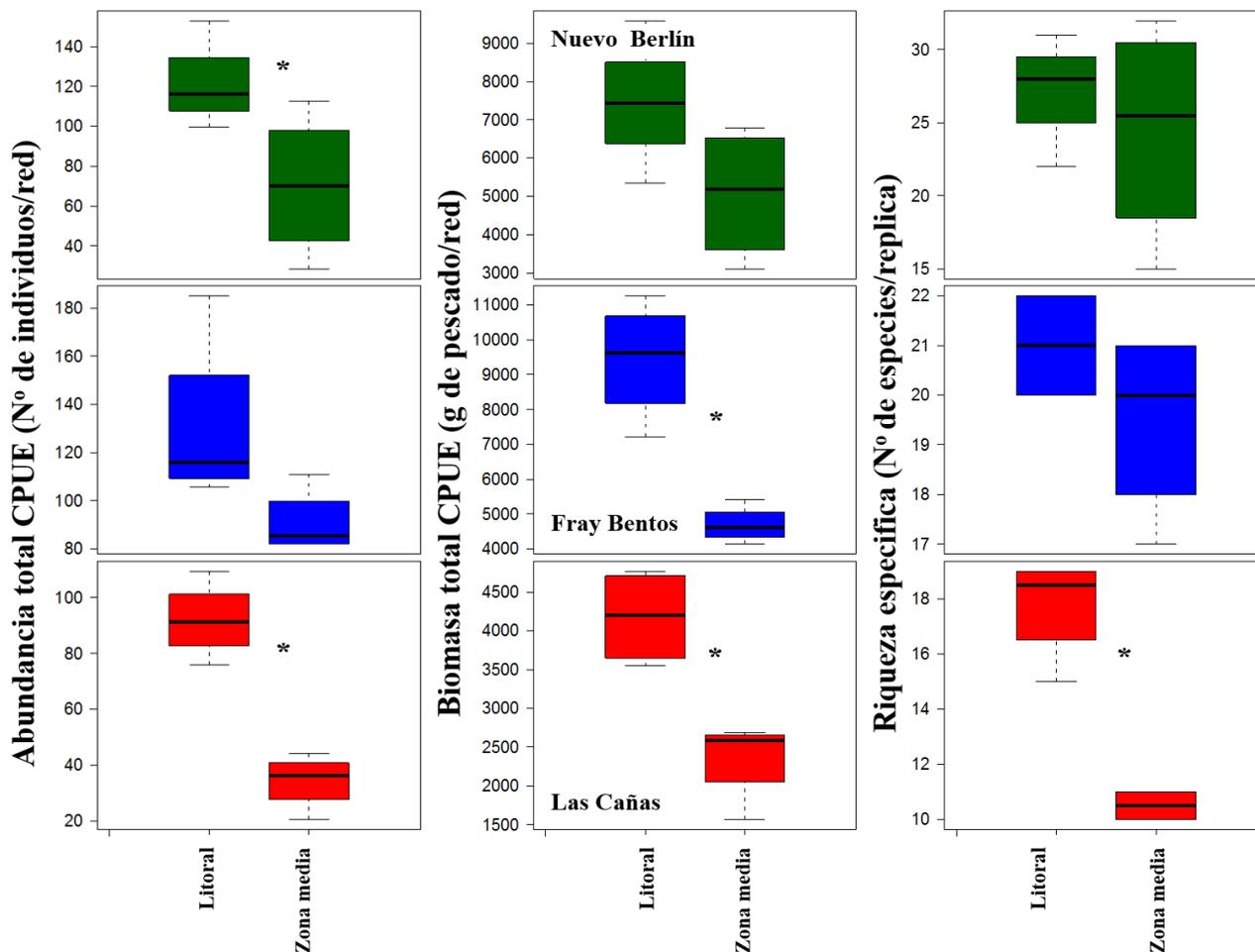


Figura 8. Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo (abundancia, biomasa total y riqueza específica capturada por red) entre los diferentes hábitats muestreados en cada sitio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas. Diferencias significativas (ANOVA; $p < 0,05$) marcadas con *. Las líneas de los boxplots indican la mediana de los datos.

Comparación de capturas entre sitios

Al comparar las capturas, agrupando las zonas media y litoral de ambas semanas de muestreo, se observa que existieron diferencias entre las tres áreas en todos los parámetros estudiados (Figura 9, Tabla 3). En lo que refiere a la abundancia capturada, se observó que existieron diferencias entre Fray Bentos y Las Cañas, con este último sitio presentando mayores valores (ANOVA, $p < 0,05$) (Figura 9, Tabla 3). En cuanto a la biomasa y riqueza de especies capturadas por unidad de esfuerzo, no existieron diferencias entre la zona de referencia (Nuevo Berlín) y la zona receptora intermedia (Fray Bentos), siendo la zona receptora lejana (Las Cañas) el sitio con menor biomasa ($F=6,77$; $p < 0,05$) y riqueza de peces ($\chi^2=13,4$; $p < 0,05$) (Tabla 3, Figura 9).

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908; 2-CURE-Facultad de Ciencias; *E-mail: passer@fcién.edu.uy

Estos resultados son concordantes con muestreos previos, donde se ha observado con alta frecuencia diferencias en la riqueza específica (siendo menor en Las Cañas y mayor en Nuevo Berlín y Fray Bentos) y en las abundancias y biomásas colectadas (siendo generalmente mayores en la zona de Fray Bentos y menores en las zonas de Las Cañas y Nuevo Berlín) (González-Bergonzoni et al., 2015a, 2016a).

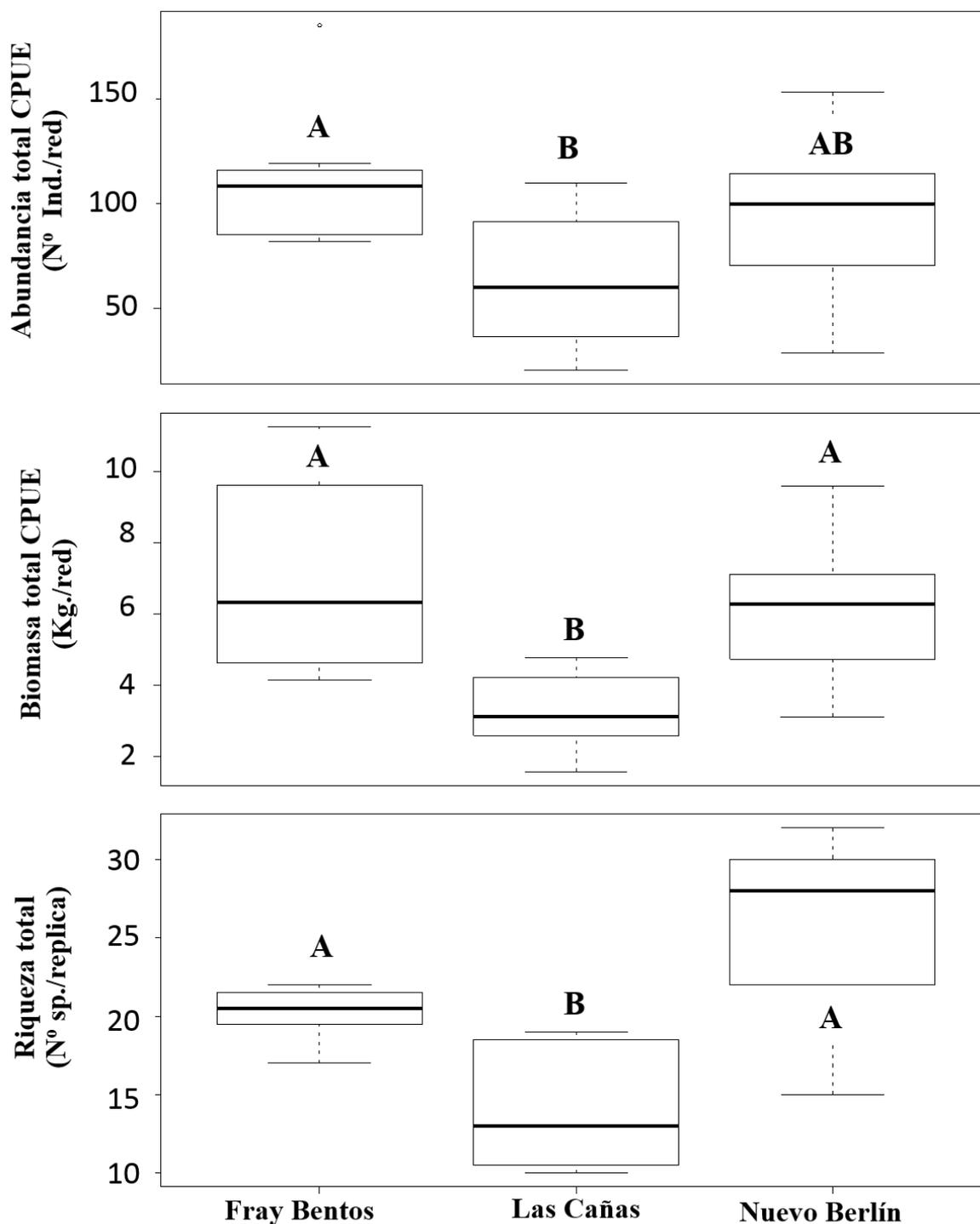


Figura 9. Comparación de capturas de peces por unidad de esfuerzo en términos de abundancia (arriba); biomasa (centro) y riqueza específica (abajo) entre los diferentes sitios muestreados, integrando la variabilidad espacial y temporal del muestreo (n = 8 por sitio). Área referencia: Nuevo Berlín; área receptora inmediata: Fray Bentos; área receptora lejana: Las Cañas. No se han encontrado diferencias significativas entre los tres sitios analizados. Véase la Tabla 3 por más detalles sobre los análisis estadísticos realizados.

COMPARACIÓN DE LA CONDICIÓN GENERAL DE LA ESPECIE INDICADORA

La especie centinela seleccionada, *I. labrosus*, fue la sexta especie más importante en términos de biomasa total capturada en los tres sitios de muestreo y la segunda en abundancia (ca. 18 Kg de peso en total y 565 individuos, representando el 14% de la abundancia total) (Tabla 2). La dominancia y frecuencia de la especie en el sistema se mantiene desde los estudios de línea de base, donde esta especie fue elegida como centinela, en parte debido a estas características.

Durante este muestreo, al igual que en los anteriores, no hemos observado ningún tipo de deformidad o anomalía macroscópica en ésta u otra especie en ninguno de los tres sitios, lo cual, de encontrarse, pudiera sugerir 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 (ANOVA, $F=32$; $p=0,72$). 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 que en las restantes áreas ($\chi^2= 11,6$; $p<0,05$, Tabla 4), lo que refiere a que el peso de los hígados de los individuos en proporción a su masa corporal es mayor en esta área. Estas diferencias suelen variar entre los sitios sin encontrarse un patrón fijo en los diferentes muestreos, encontrándose este mismo patrón en el muestreo de noviembre de 2015, mientras que en abril de 2016 el IHS fue mayor en Fray Bentos (Gonzalez-Bergonzoni *et al.*, 2015a, 2016a).

Por su parte, el IGS (índice gónado-somático), difirió entre las tres áreas de muestreo ($\chi^2= 21,9$; $p<0,05$, Tabla 4), encontrándose un IGS mayor en Nuevo Berlín, intermedio en Fray Bentos y menor en Las Cañas (Tabla 4). La mayoría de los individuos poseían gónadas maduras, lo que corresponde a lo esperado para la primavera-verano, más teniendo en cuenta que este muestreo fue tardío, que es probablemente el período reproductivo de esta especie, encontrándose por lo tanto, valores de IGS e IHS mayores que en los muestreos de otoño (Gonzalez-Bergonzoni *et al.*, 2015a).

Al comparar la frecuencia de tallas de todos los individuos de *I. labrosus* colectados observamos que a grandes rasgos no existen diferencias entre los tres sitios, siendo las tallas entre 9 y 12 cm. las

dominantes (Figura 10). Durante este muestreo se han colectado muy escasos individuos de tallas superiores a 20 cm., aunque estuvieron presentes en los tres sitios.

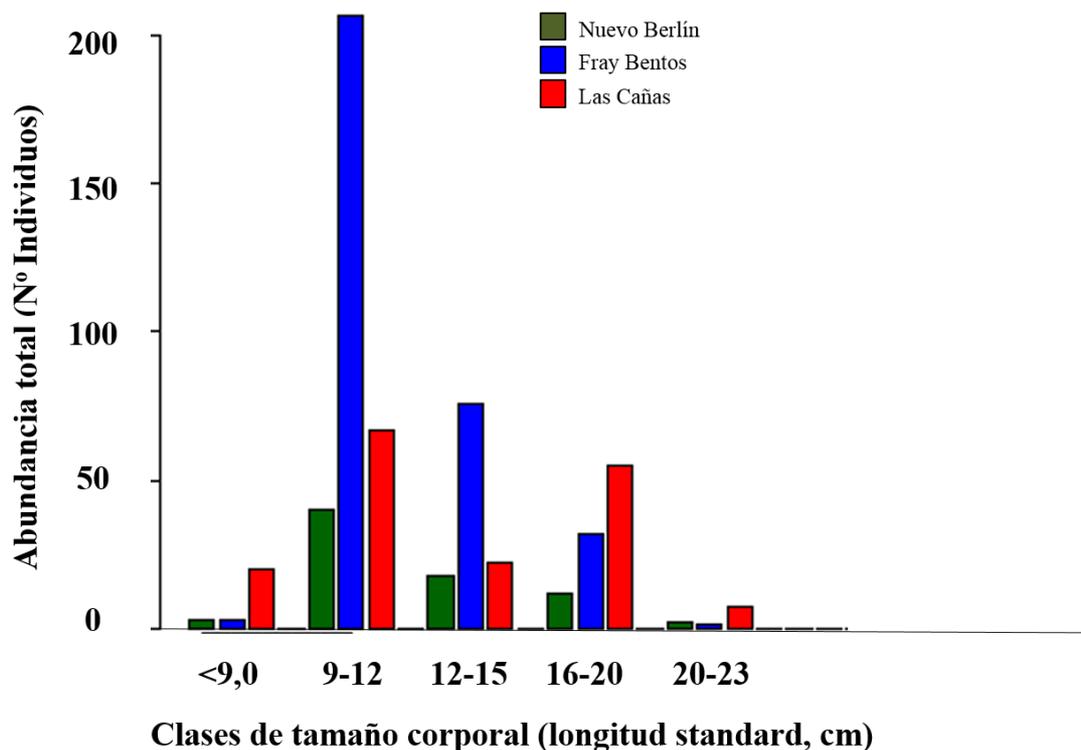


Figura 10. Distribución de abundancia de clases de talla de individuos de *I. labrosus* en las tres zonas de estudio. En verde: área referencia de Nuevo Berlín; en azul: área receptora inmediata de Fray Bentos; en rojo: área receptora lejana en Las Cañas.

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.

Parámetro	Datos analizados	Período		Áreas		Interacción período-área			Semanas de muestreo		Habitats 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 (2005-2016)	F=0,017	0,89	F=61,8	2 X10⁻¹⁶	F=2,62	0,07	500					ANOVA factorial de 2 vías + Test Post Hoc-Tukey HSD	Menor en Las Cañas, intermedia en Nuevo Berlín y máxima en Fray Bentos
Abundancia de Peces CPUE	Periodo de estudio (2005-2016)	F= 1,3	0,25	F=40,3	2 X10⁻¹⁶	F=4,2	0,01	500					ANOVA factorial de 2 vías + Test Post Hoc-Tukey HSD	Siempre mayor en Fray Bentos
Número de especies CPUE	Periodo de estudio (2005-2016)	F=4,03	0,045	F=29,26	9,5 X10⁻¹³	F=1,9	0,13	500					ANOVA factorial de 2 vías + Test Post Hoc-Tukey HSD	Mayor en el periodo post-UPM y siempre menor en Las Cañas
Biomasa de peces	Diciembre-2016			F=6,77	0,005								ANOVA de 1 vía/Test Post Hoc-Tukey HSD	Siempre menor en Las Cañas
Abundancia de peces	Diciembre-2016			F=3,6	0,04								ANOVA de 1 vía/Test Post Hoc-Tukey HSD	Mayor en Fray Bentos que en Las Cañas
Número de especies	Diciembre-2016			Chi2=13,4	0,001								Kruskall Wallis + Test Post Hoc Mann Whitney	Menor en Las Cañas, intermedia en Fray Bentos y máxima en Nuevo Berlín
Área A--Biomasa de peces	Diciembre-2016- Nuevo Berlín								F=1,6	0,27	F= 2,9	0,15	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas de muestreo o habitats
Área A-- Abundancia de peces	Diciembre-2016- Nuevo Berlín								F=8,8	0,04	F=11,2	0,02	ANOVA de 2 vías	Mayor abundancia en zona litoral y en la primer semana
Área A--Número de especies	Diciembre-2016- Nuevo Berlín								F=16,6	0,01	F=1,03	0,36	ANOVA de 2 vías	Mayor en la primer semana
Área B--Biomasa de peces	Diciembre-2016- Fray Bentos								<i>F= 4,79</i>	<i>0,08</i>	F=45,8	0,001	ANOVA de 2 vías	Mayor biomasa en zona litoral
Área B-- Abundancia de Peces	Diciembre-2016- Fray Bentos								F= 0,36	0,5	F=3,6	0,1	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas de muestreo o habitats
Área B--Numero de especies	Diciembre-2016- Fray Bentos								F=0,17	0,69	F=1,55	0,21	ANOVA de 2 vías	No hay diferencias entre semanas de muestreo o habitats
Área C--Biomasa de peces	Diciembre-2016- Las Cañas								F= 8,2	0,03	F=44,4	0,001	ANOVA de 2 vías	Mayor biomasa en zona litoral y en la segunda semana
Área C-- Abundancia de Peces	Diciembre-2016- Las Cañas								F=0,05	0,8	F=39,0	0,01	ANOVA de 2 vías	Mayor abundancia en zona litoral
Área C--Numero de especies	Diciembre-2016- Las Cañas								F=1,81	0,23	F=60,9	0,0005	ANOVA de 2 vías	Mayor biomasa en zona litoral
FC-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Diciembre-2016			F=32	0,72								ANOVA de 1 vía/Test Post Hoc-Tukey HSD	No hay diferencias entre sitios
IHS-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Diciembre-2016			Chi2=11,6	0,002								Kruskall Wallis + Test Post Hoc Mann Whitney	Mayor IHS en Nuevo Berlín
GSI-Especie indicadora <i>I. labrosus</i>	Diciembre-2016			Chi2=21,9	1,9 X10⁻⁵								Kruskall Wallis + Test Post Hoc Mann Whitney	Menor IGS en Las Cañas, intermedio en Fray Bentos y mayor en Nuevo Berlín

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 del 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. Se resalta en negrita el sitio y el índice para el cual se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

	Nuevo Berlín	Fray Bentos	Las Cañas
FC	1,38 ±0,10	1,40 ±0,10	1,39 ±0,08
IHS	0,77 ±0,19	0,64 ± 0,22	0,59 ±0,11
IGS	0,94 ± 0,73	0,35 ± 0,12	0,31 ± 0,10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente monitoreo de la comunidad de peces correspondiente a diciembre de 2016 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 de referencia luego de la puesta en marcha de UPM S.A. El número de especies es similar, i.e. sin diferencias estadísticas, entre la zona referencia (Nuevo Berlín) y la receptora inmediata (Fray Bentos). La abundancia y biomasa de peces ha sido mayor en la zona receptora inmediata que en la zona de referencia y receptora lejana, al igual que ha sucedido durante algunos de los períodos de estudio de línea de base.

A lo largo de los estudios de línea de base y monitoreos ambientales previos (2005-2016) los parámetros de la estructura comunitaria estudiados no han cambiado en las zonas receptoras de efluente. La riqueza específica de peces ha sido siempre menor en la zona receptora lejana (Las Cañas) –probablemente debido a diferentes condiciones ambientales naturales– y mayor en la zona de referencia (Nuevo Berlín). Por otra parte, 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, lo cual puede deberse simplemente a un mayor esfuerzo de muestreo. Además, desde los primeros estudios de línea de base la abundancia de peces siempre ha sido mayor en la zona receptora inmediata (junto con la zona de referencia), y eso no ha cambiado luego de la puesta en marcha de la planta, período en el cual se han registrado incluso los mayores valores de abundancias en los tres sitios de estudio. Algo similar

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

ocurre con la biomasa de peces, siendo siempre superior en la zona receptora inmediata (junto con Nuevo Berlín en el período pre-UPM) 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. a lo largo de todos los períodos de muestreo (e.g. González-Bergonzoni *et al.*, 2015a, 2016a).

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 características en la comunidad de peces. Por ejemplo, el ambiente físico de la bahía y desembocadura del arroyo Yaguareté podría proporcionar abundantes recursos alimenticios y refugio particularmente a varias especies de peces, tanto en su fase adulta como en sus estadíos juveniles. 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). Adicionalmente, esta zona es la que presenta el mayor contenido de materia orgánica en sedimento lo cual podría explicar las altas densidades de zoobentos y eventualmente representa una mayor oferta de alimento para las especies de peces que explotan este recurso (iliófagas).

Considerando la escala temporal, han existido picos de captura (i.e. aumentos en las CPUE en abundancia y biomasa) durante abril del año 2010, luego disminuyeron levemente hasta valores cercanos a los hallados durante el estudio de línea de base y han aumentado nuevamente durante el presente estudio. Estos picos de captura están precedidos por eventos extremos de caudal, momento en que el río conecta con zonas propicias para la reproducción de especies migradoras. En este sentido durante el 2010 los picos de biomasa estuvieron explicados mayoritariamente por juveniles de *P. lineatus* y en menor medida por *M. obtusidens*. En el presente muestreo (primavera 2016) ambas especies contribuyeron de forma similar al pico de biomasa observado.

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

La estructura de la comunidad de peces, en términos de riqueza y composición específica, se ha mantenido relativamente estable con las mismas 10 a 20 especies dominantes, estando presentes en la gran mayoría de los muestreos (e.g. frecuencia de ocurrencia pre y post-UPM >80%, Apéndice 2) 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 se viene observando en general en las especies: bagarito, machete y dientado paraguayo).

La condición general de los peces ha sido siempre buena, sin observación de deformidades, anomalías macroscópicas o enfermedades visualmente notorias. Los indicadores de condición de la especie centinela 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. Ocasionalmente, se han presentado algunas diferencias entre la zona referencia y la zona receptoras en los índices gonado- y hepato-somático durante algunos muestreos, como por ejemplo en este período, siendo los individuos de la zona de referencia los de mayor IGS e IHS, encontrándose en otros períodos que los de la zona receptora presentan mayor IHS (e.g. González-Bergonzoni *et al.*, 2016a).

Durante monitoreos de exposición previos (2005- abril 2016), 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 o IHS. Lo mismo sucedió con las concentraciones de Dioxinas y PCBs en músculo de esta especie (González-Bergonzoni *et al.*, 2016b), siendo estos valores siempre bajos y estando por debajo de los límites máximos recomendados por organizaciones gubernamentales internacionales.

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. No existen antecedentes de efectos negativos de efluentes de

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

plantas de celulosa que usen la tecnología BAT sobre la comunidad de peces (EEM, 2010), y el presente monitoreo no representa una 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 con esa demanda desde su inicio con los estudios de línea de base en Abril de 2005. El presente programa de análisis provee 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 zona del Río Uruguay. 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. Este programa de biomonitoreo ha demostrado ser altamente adecuado y viable para ser llevado ante la implantación de nuevos y similares emprendimientos industriales en grandes ríos de nuestro país.

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.
- Calvelo J., D'Anatro A., Vidal N., Teixeira de Mello F. & González-Bergonzoni I. 2013. Análisis de la estructura poblacional del bagre trompudo, *Iheringichthys labrosus* Lütken 1874 (Siluriformes: Pimelodidae), en la cuenca baja del Río Uruguay. Informe Técnico, 13 pp.
- 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 2015. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 29p.
- 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, Noviembre 2015. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 39p.
- González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki & F. Teixeira de Mello, 2016a. 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, Abril 2016. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 45p.
- González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki & F. Teixeira de Mello, 2016b. Monitoreo de exposición: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, Abril 2016. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay: 78p.

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

- 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.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Laboratorio 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.
- 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.

Anahí López-Rodríguez ^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

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

Diciembre, 2016

APÉNDICE 1

Tabla 1. Listado de especies de peces colectadas durante todos los períodos de monitoreo de la comunidad de peces.

Clasificación taxonómica de los peces colectados				
Orden	Familia	Especie	Nombre común	
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus lacustris</i>	Boga	
		<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga; Bogón	
		<i>Leporinus striatus</i>	Trompa roja	
		<i>Leporellus pictus</i>	Boga rayada	
		<i>Schizodon borelli</i>	Boga lisa	
		<i>Schizodon nasutus</i>	Boga	
		<i>Schizodon platae</i>	Boga lisa	
		<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Dientudo paraguayo	
		Characidae	<i>Astyanax abramis</i>	Mojarra
			<i>Astyanax spp</i>	Mojarra
	<i>Brycon orbignyanus</i>		Salmon	
	<i>Bryconamericus iheringii</i>		Mojarra	
	<i>Bryconamericus stramineus</i>		Mojarra	
	<i>Charax stenopterus</i>		Mojarra transparente	
	<i>Cheirodon interruptus</i>		Mojarra	
	<i>Cynopotamus argenteus</i>		Dientudo jorobado	
	<i>Galeocharax humeralis</i>		Dientudo jorobado	
	<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>		Mojarra	
	<i>Odontostilbe pequirá</i>		Mojarra	
	<i>Oligosarcus jenynsi</i>		Dientudo	
	<i>Oligosarcus oligolepis</i>		Dientudo	
	<i>Pygocentrus nattereri</i>		Piraña Negra	
	<i>Raphiodon vulpinus</i>		Chafalote	
	<i>Roeboides bonariensis</i>		Dientudo jorobado	
	<i>Roeboides affinis</i>		Dientudo jorobado	
	<i>Salminus maxillosus</i>	Dorado		
	<i>Serrasalmus marginatus</i>	Piraña, Palometa amarilla		
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Piraña, Palometa			
<i>Triportheus paramensis</i>	Mojarra			

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

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

Diciembre, 2016

<i>Continuación de Tabla 1</i>			
Orden	Familia	Especie	Nombre común
	<i>Crenuchidae</i>	<i>Characidium rachovii</i>	Tritolo
		<i>Characidium tenue</i>	Tritolo
		<i>Characidium zebra</i>	Tritolo
	<i>Curimatidae</i>	<i>Cyphocharax platanus</i>	Sabalito plateado
		<i>Cyphocharax saladensis</i>	Sabalito
		<i>Cyphocharax spilotos</i>	Sabalito
		<i>Cyphocharax voga</i>	Sabalito
		<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Sabalito
	<i>Erithrinidae</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	Tararira
	<i>Parodontidae</i>	<i>Apareiodon affinis</i>	Violito, Virolo
	<i>Prochilodontidae</i>	<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo
Siluriformes	<i>Aspredinidae</i>	<i>Bunocephalus coracoideus</i>	Guitarrita
		<i>Pseudobunocephalus iheringii</i>	Guitarrita
	<i>Auchenipteridae</i>	<i>Ageineiosus inermis</i>	Mandubá
		<i>Ageineiosus militaris</i>	Manduví
		<i>Auchenipterus nuchalis</i>	Buzo
		<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Buzo
		<i>Trachelypterus galeatus</i>	Torito
		<i>Trachelypterus teaguei</i>	Torito
	<i>Callichthyidae</i>	<i>Callichthys callichthys</i>	Cascarudo
		<i>Hoplosternum litorale</i>	Cascarudo
		<i>Corydoras paleatus</i>	Limpia fondo
	<i>Doradidae</i>	<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común
		<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Armado marieta
	<i>Heptapteridae</i>	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre sapo/negro
	<i>Loricariidae</i>	<i>Brochiloricaria sp.</i>	Vieja de agua
		<i>Hisonotus sp.</i>	
		<i>Hyposromus microstomus</i>	Vieja
		<i>Hypostomus alatus</i>	Vieja
		<i>Hypostomus commersonii</i>	Vieja de agua
		<i>Hypostomus aspilogaster</i>	Vieja del Vieja
		<i>Hypostomus luteomaculatus</i>	Vieja de agua
		<i>Hypostomus derbyi</i>	Vieja del agua
		<i>Loricarichthys anus</i>	Vieja de agua

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

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

Diciembre, 2016

		<i>Loricariinae</i> sp.	Vieja de agua
		<i>Loricariichthys edentatus</i>	Vieja de agua
		<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Vieja de agua
Continuación de Tabla 1			
Orden	Familia	Especie	Nombre común
		<i>Loricariichthys melanochelius</i>	Vieja de agua
		<i>Otocinclus flexilis</i>	Limpiavidrios
		<i>Pseudohemiodon</i> sp.	Vieja de agua
		<i>Paraloricaria vetula</i>	Vieja de cola
		<i>Rhinelepis aspera</i>	Vieja de agua
		<i>Ricola macrops</i>	Vieja de agua
		<i>Rinelocaria</i> sp.	Vieja de agua
	<i>Pimelodidae</i>	<i>Iheringichthys labrosus</i>	Bagre trompudo
		<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí
		<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Bagarito
		<i>Pimelodus absconditus</i>	Bagre blanco
		<i>Pimelodella australis</i>	Bagre
		<i>Pimelodella gracilis</i>	Bagre cantor
		<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo
		<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	Surubi
		<i>Sorubim lima</i>	Cucharón
	<i>Pseudopimelodidae</i>	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	Manguruyú
		<i>Microglanis</i> sp.	Manguruyú
	<i>Trichomictoridae</i>	<i>Homodietus</i> sp.	Sanguijuela
		<i>Parastegophilis</i> sp.	Chupa-chupa
Perciformes	<i>Cichlidae</i>	<i>Crenicichla minuano</i>	Cabeza amarga
		<i>Crenicichla misionera</i>	Cabeza amarga
		<i>Crenicichla scottii</i>	Cabeza amarga
		<i>Crenicichla</i> sp.	Cabeza amarga
		<i>Crenicichla vittata</i>	Cabeza amarga
		<i>Gymnogeophagus australis</i>	Castañeta
	<i>Scianidae</i>	<i>Pachyurus bonariensis</i>	Corvina de río
Gymnotiformes	<i>Sternopygidae</i>	<i>Eigenmania trilineata</i>	Banderita
		<i>Eigenmania virescens</i>	Banderita ratona
	<i>Gymnotidae</i>	<i>Gymnotus</i> sp.	Morena
	<i>Hypopomidae</i>	<i>Brachyhypopomus</i> sp.	Morena

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

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

Diciembre, 2016

Clupeiformes	<i>Clupeidae</i>	<i>Lycengraulis grossidens</i>	Anchoa de río
		<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha
		<i>Platanichthys platana</i>	Sardina
Continuación de Tabla 1			
Orden	Familia	Especie	Nombre común
		<i>Ramnogaster melanostoma</i>	Mandufia
Atheriniformes	<i>Atherinopsidae</i>	<i>Odontesthes humensis</i>	Pejerrey
		<i>Odontesthes perugiae</i>	Pejerrey juncalero
Synbranchiformes	<i>Synbranchidae</i>	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Anquilla
Pleuronectiformes	<i>Achiridae</i>	<i>Catathyridium jenynsi</i>	Lenguado de río
Rajiformes	<i>Potamotrigonidae</i>	<i>Potamotrygon brachyurus</i>	Raya de río

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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

APÉNDICE 2.

Tabla 2. Abundancia total colectada y frecuencia de ocurrencia de cada especie colectada durante el período de estudio 2005-2016. Se muestra la abundancia total colectada por año desglosada en el muestreo estacional: otoño (O) y primavera (P) de cada año. La frecuencia de ocurrencia representa el % de los muestreos en los que cada especie se colectó y se desglosa en todo el período (Todo), el período de línea de base (Pre-UPM) y monitoreos posteriores a la puesta en marcha de UPM (Post UPM). Las especies presentes en más del 90% de los muestreos se marcan en negrita y aquellas únicamente presentes en un muestreo, en cursiva. Las especies más frecuentes en los muestreos pre-UPM (F.O.> 90%) siguen siendo las más frecuentes en los monitoreos Post-UPM. Existen tres especies que sólo se colectaron en un muestreo durante el período de línea de base y 15 que solo se colectaron en un muestreo del período diciembre 2007-2016.

Especies	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		TOTAL	Pre-UPM	Post-UPM
	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	F.O. (%)	F.O. (%)	F.O. (%)
<i>Astyanax sp.</i>	67	127	46	90	194	635	1521	1131	395	1	249	1074	1124	977	835	1177	290	307	219	990	368	286	55	582	100	100	100
<i>Cynopotamus argenteus</i>	149	23	10	4	109	38	106	49	121	11	125	3	112	12	72	17	77	5	124	62	102	17	67	41	100	100	100
<i>Iheringichthys labrosus</i>	559	687	364	1982	1830	1443	1535	1654	1416	965	580	877	1008	730	1129	828	804	796	462	419	1077	571	352	565	100	100	100
<i>Lycengraulis grossidens</i>	27	40	23	19	315	85	168	137	415	187	68	1	729	181	516	496	300	202	169	260	421	288	83	26	100	100	100
<i>Pachyurus bonariensis</i>	109	215	130	297	379	206	296	257	295	460	55	49	258	78	316	269	193	427	160	100	195	241	162	89	100	100	100
<i>Paraloricaria vetula</i>	45	35	16	95	104	30	50	55	91	132	27	9	62	20	17	22	34	31	36	17	19	22	86	15	100	100	100
<i>Prochilodus lineatus</i>	1	15	2	2	1	25	12	24	4	6	664	260	63	61	9	11	14	7	16	3	78	1	14	276	100	100	100
<i>Apareiodon affinis</i>	161	78	83	121	159	328	391	793	1585		215	33	648	304	297	170	75	70	189	348	361	93	5	87	97	100	97
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	72	35	24	6	31	176	70	61	55		171	370	155	144	87	83	36	40	39	38	59	27	7	330	97	100	97
<i>Loricariichthys melanocheilus</i>		10	16	155	216	132	103	136	76	295	77	64	37	86	48	128	29	124	17	63	65	208	80	85	97	86	100
<i>Pimelodella gracilis</i>		13	5	24	112	96	160	251	341	52	653	71	75	107	48	22	140	23	56	44	135	99	68	190	97	86	100
<i>Astyanax abramis</i>	34	51	6	7		48	65	234	18		151	26	10	11	9	12	4	1	13	35	65	13	4	82	95	86	97
<i>Luciopimelodus pati</i>	4	3	1	4	8	9	8	6	13	15	41	3	10			5	9	1	2	7	2	5	6	2	95	100	93

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajao 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.

Diciembre, 2016

<i>Hypostomus commersoni</i>		6	7	21	6	1	10	7	5		8	10	3	6	1	3	2	6	9	2		1	2	3	92	86	93
<i>Pellona flavipinnis</i>	6	22	3		23		8	16	5	6		2	6	1	7	34	25	10	8	29	21	21	10	1	92	86	93
<i>Cyphocharax platanus</i>		17		73	4		91	204	22		125	592	892	573	288	320	82	68	33	39	76	41	67	412	89	71	93
<i>Parapimelodus valenciennes</i>			16		265	1535	562	1746	287	1425	331	290	165	341	165	443	67	217	35	381	49	1024	116	491	89	43	100
<i>Salminus brasiliensis</i>	5	5	3		1	3	4	48	10	3	91	13	16	7	3		4		5	3	10	1		2	89	86	90
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	2	15	1	1	1		2	4	21		1		11	1	18	4	4		3	1	36	4	9		86	100	83
<i>Catathyridium jenynsii</i>	4	1	1	2	3	1	5		2	2	1		1	1	1	2		2		1	1	1	2		86	100	83
<i>Eigenmannia virescens</i>	1	4		2	4	2	2	3	2	1	2			9	1	9		3		5	2	4	2	7	86	86	87
<i>Leporinus striatus</i>				3	62	12	2	15	28	1	76	4	2	4	7		11	8	3	5	41	10	2	8	86	43	97
<i>Loricariichthys edentatus</i>				31	40	56	27	23	23	207	37	6	5	4	2	23	10	23	3	5	1	3		7	86	43	97
<i>Ricola macrops</i>				57		61	29	60	116	278	76	4	62	33	17	19	20	30	3	18	5	28	149	12	86	29	100
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	30	19	4		8	2	2	3	3		297	1	3	29		4			9	15	137	7	48	130	84	86	83
<i>Bryconamericus stramineus</i>				168	84	73	80	318	88	4	48		686	667	216	316	71	28	21	91	24	10		29	84	43	93
<i>Serrasalmus maculatus</i>	4	2		1	8	1	1	4	1		139	56	20	13	3	6	1				18	1	4	34	84	86	83
<i>Ageneiosus militaris</i>		4		1	2	5		3	1		22	3	2				1	5	4	13	2	15	46	5	78	71	80
<i>Cyphocharax spilotos</i>				5	3	44	14	4	10		10	80	35	1		1		1		9	1	32	13	39	78	43	87
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	4	1	1		19	1	9		19		43		20		15		13		17	1	19		11	3	78	86	77
<i>Odontostilbe pequirá</i>						100	11	20		2	6	62	16	209		113	4	109	9	195	167	157	1	264	76	0	93
<i>Pimelodus sp.</i>	3	29	4	6	23	23	37	104	30	24	890		40	16		7	6		5						73	100	67
<i>Hoplias malabaricus</i>	1		3		1	2	1		1		10	3	3	2	2				3		2	2			70	71	70
<i>Odontesthes humensis</i>		1					20	24			4	2	3	59	35	26	2		1	1		2		5	68	29	77
<i>Steindachnerina brevipinna</i>		106	50	13	4		1	1			13	2					1		1	5	21	14	10	44	68	86	63
<i>Crenicichla missionera</i>				3	6	8	12	23	14			2	2	12	10	10			2	1	4				65	43	70
<i>Loricariichthys anus</i>		51						1	1	3		1		2	1	3		5	3	4		3		2	65	29	73
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>			3	29	6	11	4		13	15	1	1	1								2	7	49	10	62	57	63

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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.

Diciembre, 2016

<i>Pimelodus maculatus</i>			8							86	3	14	10	7	5	12	7	7	16	70	40	59	29	67		
<i>Schizodon nasutus</i>	29	3	7		1		1			1		1				1	1	8			6	57	71	53		
<i>Crenicichla vittata</i>			1			1	3	2	1		1	1	1				2		1			54	29	60		
<i>Homodiaetus sp.</i>				21		18	3	3	2		1				6	6	4	3			1	54	14	63		
<i>Hypostomus aspirogaster</i>				2	1	1	2	2	3	1	1		3					1	1	3		54	14	63		
<i>Odontesthes perugiae</i>							20	56	2		2	3	18	31	13		6	7			4	54	0	67		
<i>Oligosarcus sp.</i>	23	9	3	9	23	19	165	44	5	12		27	8									54	86	47		
<i>Crenicichla minuano</i>			14			3	17	4			2	1		5	12		4		1			51	29	57		
<i>Oligosarcus oligolepis</i>											3	2		7	66	37	17	15	21		4	9	15	51	0	63
<i>Potamotrygon brachyura</i>					1		2		1		1		1		2		1	1				1	51	0	63	
<i>Pygocentrus nattereri</i>		5		1	3	1		5			1					2				1	7	1	51	71	47	
<i>Brycon orbignyanus</i>	8	1			3	1	1				13	2		1							19	2	46	57	43	
<i>Trachelyopterus galeatus</i>		1		1	2						33	1	4						4		5	1	46	71	40	
<i>Cyphocharax voga</i>	50							1	1					1	1	7	17			2			41	29	43	
<i>Loricariichthys sp.</i>					130	20		2	1	4						1		5					41	14	47	
<i>Ramnogaster melanostoma</i>					21	20	1	4														1	38	14	43	
<i>Pimelodus albicans</i>	30	258	3	523		10				1	1												35	86	23	
<i>Platanichthys platana</i>							1																35	0	43	
<i>Rhamdia quelen</i>	1	1	4			3	2														1		35	71	27	
<i>Schizodon platae</i>											9	1		2	1					3		1	8	35	0	43
<i>Ageneiosus inermis</i>	12											1				1	3				8	18	32	29	33	
<i>Bryconamericus iheringii</i>																					1			32	29	33
<i>Bunocephalus sp.</i>																					1			30	29	30
<i>Characidium sp.</i>						1	17		1	2														30	14	33
<i>Characidium zebra</i>												1					17						15	30	0	37

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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.

Diciembre, 2016

<i>Charax stenopterus</i>													14	0	17	
<i>Cheirodon interruptus</i>		16		1									14	29	10	
<i>Crenichla scotti</i>							1			1			14	0	17	
<i>Gymnotus sp.</i>		1			1								14	29	10	
<i>Hypostomus luteomaculatus</i>		2											14	29	10	
<i>Microglanis sp.</i>											1		1	14	0	17
<i>Pseudohemiodon sp.</i>		3	1										14	43	7	
<i>Pseudobunocephalus iheringii</i>									1	2			11	0	13	
<i>Brachyhyopomus sp.</i>									1				8	0	10	
<i>Bunocephalus coracoides</i>													1	8	0	10
<i>Callichthys callichthys</i>					6								8	0	10	
<i>Characidium rachovii</i>										1			8	0	10	
<i>Corydoras paleatus</i>													2	8	0	10
<i>Crenicichla lepidota</i>		3											8	29	3	
<i>Cyphocharax saladensis</i>													8	0	10	
<i>Eigenmannia trinileneata</i>													8	0	10	
<i>Hisonotus sp.</i>													8	0	10	
<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>			1										8	0	10	
<i>Hypostomus derbyi</i>				1									8	0	10	
<i>Hypostomus microstomus</i>													8	0	10	
<i>Hypostomus sp.</i>					1								8	0	10	
<i>Leporellus pictus</i>													8	0	10	
<i>Leporinus lacustris</i>						2							8	0	10	
<i>Loricarrichtys platymetopon</i>													1	8	0	10
<i>Odontesthes sp.</i>	3												8	29	3	

Anahí López-Rodríguez^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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



Monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A.
 Diciembre, 2016

<i>Pachyurus bonariensis</i>										1			8	0	10	
<i>Paraloricaria vetula</i>										1			8	0	10	
<i>Pseudohemiodon devincenzii</i>													1	8	0	10
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>													1	8	0	10
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>					1								8	0	10	
<i>Rhinelepis aspera</i>						1							8	0	10	
<i>Roeboides affinis</i>													9	8	0	10
<i>Roeboides paranannus</i>													1	8	0	10
<i>Synbrachyus marmoratus</i>				1									8	0	10	
<i>Triportheus sp.</i>						2							8	0	10	

Anahí López-Rodríguez ^{1,2}, Ivan González-Bergonzoni¹, Alejandro D’Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Nicolás Vidal¹ y Franco Teixeira de Mello²

1-Laboratorio de 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