

Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Período 2007-2016).



Abril de 2017

Páginas 45

Figuras 11

Tablas 7

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Informe realizado en el marco de la asesoría técnica para el monitoreo de las pesquerías artesanales del Río Uruguay en las zonas de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Departamento de Río Negro, Uruguay).

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

Autores:

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

Distribución

UPM S.A.
DINAMA
DINARA

Imagen de tapa: Ejemplares de *Cyprinus carpio*, *Megaleporinus obtusidens*, *Salminus brasiliensis*, *Pimelodus albicans*, *Genidens barbatus* y *Prochilodus lineatus* capturados con redes durante diciembre de 2016 por pescadores de Las Cañas. Es importante mencionar que los nombres no se encuentran en orden con las fotografías.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla de Contenido

Introducción	4
Metodología	6
Contenido del informe	9
Análisis de datos	11
Resultados y discusión	14
Nuevo Berlín	14
Esfuerzo de pesca	19
Captura por unidad de esfuerzo	21
Fray Bentos	25
Esfuerzo de pesca	26
Captura por unidad de esfuerzo	30
Las Cañas	33
Esfuerzo de pesca	38
Captura por unidad de esfuerzo	40
Pesca con espineles	43
Comparaciones entre sitios	47
Esfuerzo de pesca	47
CPUE total y por especie	47
Conclusiones	50
Bibliografía	53

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Introducción

En el marco de la instalación de la empresa productora de pasta de celulosa UPM S.A. (anteriormente BOTNIA S.A.) en noviembre de 2007, en la ciudad de Fray Bentos (Departamento de Río Negro), se realiza un monitoreo sistemático de las comunidades de peces desde el año 2005 (Tana, 2007) que continúa hasta el presente (e.g. González-Bergonzoni *et al.*, 2016). Este monitoreo evalúa cambios en la estructura de las comunidades de peces, y en caso de que dichos cambios existan, analiza si estos se encuentran relacionados con el funcionamiento de la empresa. Para ello se analizan datos previos y posteriores a la instalación de la planta en un sitio de referencia y dos expuestos al efluente. Este monitoreo se realiza en dos momentos del año, durante abril-mayo y noviembre-diciembre, en tres zonas del Río Uruguay bajo (Fig. 1). Estos sitios corresponden a: Nuevo Berlín (próximo a la boca del arroyo La yeguada, 32°59'17" S, 58°03'54"O) sitio considerado zona de referencia, ubicado aproximadamente 24 Km aguas arriba del sitio de descarga de los efluentes de la planta de UPM S.A.; Fray Bentos (bahía del arroyo Yaguareté, 33°06'57" S, 58°16'22" O) zona receptora inmediata, localizado inmediatamente aguas abajo de la zona de descarga de efluentes. Por último, Las Cañas (próximo a la bahía del arroyo Los caracoles 33°11'29.20"S, 58°21'24.84"O) zona receptora lejana, localizada aproximadamente 15 Km aguas abajo de la descarga de efluentes. De forma complementaria a dicho monitoreo de la comunidad de peces, desde noviembre de 2006, se realiza un seguimiento de las capturas realizadas por pescadores artesanales en las mismas tres zonas. De esta forma se obtiene información continua sobre las capturas de estas pesquerías, particularmente de las especies de peces de mayor importancia comercial para la región, como son el sábalo (*Prochilodus lineatus*), la boga (*Megaleporinus obtusidens*) y el dorado (*Salminus brasiliensis*), así como otras especies que son capturadas incidentalmente o en muy baja frecuencia (e.g. el mochuelo: *Genidens barbatus*).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Las pesquerías artesanales en esta región del Río Uruguay son de pequeña escala, operan mayoritariamente con botes, chalanas a remo, o con motor fuera de borda de baja potencia (DINARA 2014), los cuales representan el tipo de pesca artesanal más importante y frecuente en el Río Uruguay (Foti *et al.*, 2006). Es importante mencionar que los sitios estudiados se ubican en dos jurisdicciones de pesca diferentes: Nuevo Berlín y la bahía del arroyo Yaguareté se encuentran dentro de la zona B de pesca designada por DINARA, que va desde 1000 metros al Sur de la Represa de Salto Grande, hasta el Puerto de Fray Bentos, mientras que Las Cañas se encuentra dentro de una zona de pesca diferente, la zona C, que comprende desde Fray Bentos hasta el paralelo de Punta Gorda.

El presente informe reúne año a año información sobre capturas de peces y se basa en los datos que registran pescadores artesanales de las tres zonas de interés mencionadas anteriormente. El objetivo del presente estudio fue evaluar la variación temporal y espacial de los principales recursos ícticos objetivo de la pesca artesanal, con la finalidad de poder determinar si existe un potencial impacto de la fábrica de pasta de celulosa UPM. S.A. sobre las capturas de peces en la pesquería artesanal en la zona. En este informe se presentan y analizan los resultados correspondientes a un período anual previo (noviembre 2006-noviembre 2007) y nueve períodos anuales posteriores a la puesta en funcionamiento de la planta de celulosa (2008-2016) en tres zonas de pesca Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Fig. 1).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy



Figura 1: Mapa del Río Uruguay donde se muestran las tres zonas de pesca: NB, Nuevo Berlín; FB, Fray Bentos y LC, Las Cañas; Modificado de Masdeu *et al.*, (2011)

Metodología

La información analizada se obtiene a partir de los registros realizados por pescadores artesanales de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas. Esta información se genera mediante el llenado diario de un formulario de captura, los cuales son completados detallando fecha, zona de pesca y características del arte de pesca utilizado, e.g. cantidad de paños de redes usados, el número de anzuelos en espineles o número de “tarros” para la pesca a la deriva. Adicionalmente, se registran las especies capturadas, su abundancia y peso total por especie (kg). El arte de pesca más utilizado en las tres zonas es la red de enmalle (Fig. 2A). La apertura de malla comúnmente empleada es de 7

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

cm de entrenudos (mínima malla permitida, Resolución N° 209/2014 emitida por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-14_pesca_ABC.pdf) y en algunas ocasiones mallas de 8 cm y monofilamento de 0,5 mm Ø o 0,6 mm Ø. Los paños utilizados son de 50 m de largo por 3,5 m de altura y la cantidad usada puede variar entre 1 y 10. En la pesca con redes se capturan principalmente sábalo, boga, dorado, patí (*Luciopimelodus pati*) y viejas de agua (principalmente las pertenecientes a los géneros *Paraloricaria*, *Hypostomus* y *Loricarichthys*). El siguiente arte de pesca más utilizado son los espineles (Fig. 2B), los cuales poseen entre 80 y 500 anzuelos, cuyo tamaño varía entre 9/0 y 10/0, 3.5 cm y 4 cm de largo respectivamente. Los anzuelos están unidos a una línea madre de multifilamento de 3.0 mm Ø y longitud variable, a través de brazoladas de monofilamento de 0,9 mm Ø. La línea madre va fondeada mediante lastres que mantienen el arte cercano al fondo del río. La pesca con espineles está orientada a la captura de diferentes especies de bagres (*L. pati*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus albicans*, *Pseudoplatystoma* spp., *G. barbuis*, *Pterodoras granulosus* y *Ageneiosus* spp.), dorado y pejerrey (*Odonthesthes* spp.) este último principalmente durante el invierno. El tercer método de pesca es el llamado “tarro loco” (Fig. 2C) por los pescadores locales, que es utilizado principalmente cuando la excesiva descarga del río impide el calado de redes. El “tarro loco” está orientado a la pesca de especies predatoras de gran porte como el patí, surubí (*Pseudoplatystoma* spp.) y dorado. Dicha pesca se realiza desde un bote, donde los pescadores liberan los “tarros” a la deriva (generalmente unos 15). Cada “tarro” consiste de una brazolada de unos cuatro metros de largo de monofilamento 0,9 mm Ø, con un anzuelo encarnado (generalmente número 9/0) y un lastre unido a un flotador. Los “tarros” son seguidos por los pescadores en el bote, hasta que el pez toma la carnada y hunde el flotador. Cuando el pez no soporta más la presión del flotador este aparece en la superficie, generalmente varios metros aguas abajo del lugar donde se hundió originalmente. En este momento el pescador recupera el tarro y

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

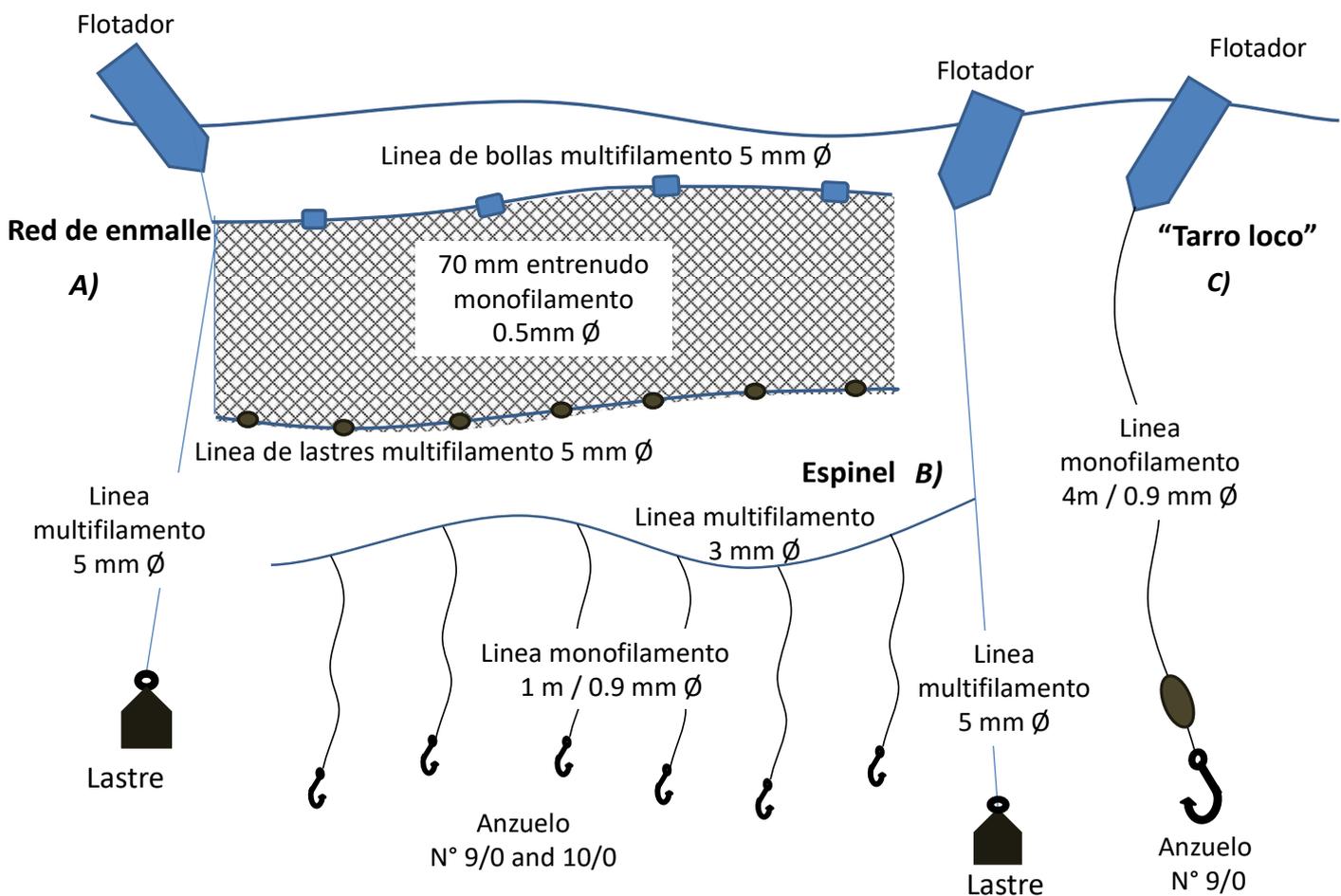
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

sube el pez al bote. Hasta el momento, este último arte de pesca solo fue utilizado durante el período pre-UPM S.A. Este arte de pesca es legal y el esfuerzo máximo permitido varía entre 10 a 20 tarros dependiendo de la zona de pesca (Resolución N° 209/2014 emitida por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-14_pesca_ABC.pdf).

Adicionalmente, se recolectó información referente a las características de las embarcaciones que operan en las tres zonas de pesca incluyendo medidas en metros de eslora, manga y puntal, así como la capacidad de las embarcaciones medidas en TRB y características y potencia de motor.



Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Figura 2. Descripción de las principales características de los diferentes artes de pesca utilizados durante el período de estudio: red de enmalle A), espinel B) y “tarro loco” C).

Contenido del informe

El presente informe integra los datos obtenidos previamente al funcionamiento de la planta de celulosa (noviembre 2006-noviembre 2007, período pre-UPM), con los datos obtenidos hasta diciembre 2016. Los datos pertenecientes a los períodos previos han sido reportados en informes anteriores presentados a UPM S.A. (Teixeira de Mello, 2008; 2009; González-Bergononi, 2010, 2011, Masdeu & Larrea 2012, 2013, Masdeu 2014, Vidal *et al.*, 2015. En este informe se analizan los datos de los 10 períodos, de forma de tener una visión más amplia e integrada de la variación interanual de la pesca artesanal en las zonas de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas. Al igual que en informes anteriores, en el presente trabajo existen algunos vacíos de información que se detallan a continuación:

I) En la zona de Nuevo Berlín y Fray Bentos faltan datos desde el 31/12/07 al 28/02/08, ya que estas dos zonas quedaron incluidas dentro del área de veda de pesca. La zona de Las Cañas, sin embargo, no quedó comprendida dentro de esa área ya que pertenece a una zona de pesca diferente.

II) en la zona de Fray Bentos falta información entre octubre y diciembre de 2008, retomándose la recolección de datos en enero del 2009. Esta falta se debió a que uno de los miembros de la familia del pescador sufrió problemas de salud en esa época y la familia no pudo dedicarse a la pesca por al menos un mes y medio. Cuando intentaron comenzar con la pesca nuevamente, les hurtaron en al menos tres ocasiones todas las redes. En uno de los casos la empresa les entregó redes para suplir dicha falta de herramientas de trabajo. Sin embargo, pocos días después las mismas les fueron

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

hurtadas nuevamente. Este es un problema común en la zona y muchos pescadores lo han sufrido, agravándose en escenarios de bajo empleo y alto precio del pescado. Esto también ha ocurrido en Las Cañas y en Nuevo Berlín, pero en este último sitio el pescador contaba con redes nuevas que evitaron que dejara de pescar (en 2010 le fueron hurtadas todas las redes a uno de los pescadores de Las Cañas).

III) Debido a que las grandes precipitaciones que ocurrieron en octubre de 2009 generaron condiciones hidrológicas adversas, los pescadores no pudieron realizar sus actividades en las zonas de Nuevo Berlín y Fray Bentos. Esto no sucedió en Las Cañas, donde a pesar del alto nivel del río, las condiciones hidrológicas permitieron la pesca en ciertos lugares.

IV) En la zona de Fray Bentos se carece de datos de pesca con red desde los meses de setiembre de 2009 hasta julio de 2010. Esto se debe a que el pescador optó por la pesca con espineles y se dedicó temporalmente a trabajo zafral externo a la pesca. Dado esto último, a partir de abril del año 2011 se incorporó en Fray Bentos un nuevo pescador, a modo de respaldo en caso que el pescador original proveedor de datos opte por cambiar de rubro estacionalmente, como en este último episodio, evitando así la pérdida total de datos por largos períodos.

V) En el período comprendido entre diciembre 2010 y febrero de 2011 también se carece de algunos datos, particularmente en Fray Bentos y Nuevo Berlín. Esto se debe a que fue un período de muy baja pesca, y la actividad dejó de ser rentable para los pescadores. Ante este escenario los pescadores optan por otra actividad para no quedar en déficit económico.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

VI) Durante el año 2013 existe un período con ausencia de información. Esto se debe principalmente al fallecimiento de la persona encargada de compilar los datos obtenidos por los pescadores. Parte de la información pudo recuperarse, pero hay un período comprendido entre diciembre 2012 y agosto 2013 con ausencia de datos. A su vez, en Nuevo Berlín se cuenta solo con datos para setiembre y octubre, ya que en agosto el pescador registró únicamente las biomásas totales y en noviembre y diciembre no se dedicó a la pesca porque la actividad no era rentable durante esos meses.

VII) Desde principios de diciembre de 2015 a mediados de febrero de 2016 la pesca se suspendió en la localidad de Nuevo Berlín por falta de compradores.

Por último, vale recordar que este tipo de pesca se realiza a pequeña escala, dependiendo de una o dos personas de una misma familia, y de pequeñas embarcaciones que muchas veces no pueden ingresar al río debido a las condiciones hidrológicas. Teniendo en cuenta esto y que esta actividad depende del precio de comercialización del pescado y de la situación laboral en el entorno, los vacíos de información presentes durante algunos períodos de tiempo es comprensible y esperable.

Análisis de datos

Los pescadores realizan diferente esfuerzo de pesca variando el número de redes y anzuelos utilizados a lo largo del año en las diferentes zonas. De esta manera para que las capturas entre sitios y en el tiempo sean comparables los datos fueron transformados a CPUE (captura por unidad de esfuerzo), tanto para las capturas realizadas con redes así como para las obtenidas con espineles. La captura diaria realizada con redes se estandarizó a 10 paños, tanto para la abundancia como para la biomasa total (peso total) capturada, mediante la siguiente fórmula:

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
*E-mail: passer@fcien.edu.uy

$$CPUE = (\text{captura día } i * 10) * (\text{paños usados en día } i)^{-1}$$

En el caso de espineles la captura diaria fue estandarizada a 200 anzuelos mediante la siguiente fórmula:

$$CPUE = (\text{captura día } i * 200) * (\text{anzuelos usados en día } i)^{-1}$$

Para calcular la CPUE total mensual se suman las CPUE diarias de cada mes, mientras que para la captura mensual media, se promedian las CPUE diarias de cada mes. Por último, para calcular la captura media del período, se promedian las capturas diarias de todo el período.

La riqueza mensual corresponde al número total de especies capturadas durante un mes, mientras que la riqueza acumulada corresponde al total de especies capturadas integrando todos los períodos anuales.

El análisis diario y mensual para las capturas será presentado solo para la abundancia, expresada en número de individuos y como CPUE, ya que como se ha mencionado en informes anteriores, los patrones de abundancia y biomasa presentan un comportamiento similar. Esto se debe a que los peces capturados con un mismo tamaño de malla son similares en tamaño, y por ello muy similares en peso. Por lo tanto, ambos descriptores de las capturas (abundancia y biomasa) describen básicamente lo mismo, no existiendo grandes variaciones en el peso para igual número de individuos pescados.

El esfuerzo de pesca se calculó considerando los días de pesca y el número de paños calados por período, la comparación entre los sitios para todos los períodos (2006-2016), se realizó mediante ANOVAs y tests de Tukey como pruebas *post hoc*, considerando $p < 0,05$ en todas las comparaciones.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

El análisis de las variaciones temporales y entre sitios de la abundancia del sábalo, la boga y el dorado se realiza por separado debido que estas son las especies de mayor importancia comercial en el Río Uruguay bajo. Se comparó la abundancia de cada especie utilizando los promedios mensuales como réplicas para la comparación entre los tres sitios de estudio y entre períodos de estudio.

Se realizaron análisis de ANOVA y como test *post hoc* se utilizó test de Tukey. En los casos necesarios, las variables fueron logaritmizadas para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. En caso de no cumplir con los supuestos aún luego de la transformación se utilizó test de Kruscal Wallis. Dichos análisis, se realizaron con el programa *Past* version 2.17b (Hammer *et al.*, 2001) y se trabajó con un nivel de confianza del 95% (Sokal & Rohlf, 1981).

Para comparar las capturas totales entre el período de línea de base y períodos posteriores a la puesta en marcha de UPM S.A. y a la misma vez comparar estos parámetros entre los sitios receptores y referencia utilizamos un test de ANOVA factorial de 2 vías. Este test permite comparar parámetros antes y después de cierto potencial impacto en zonas referencia y potencialmente impactadas analizando la interacción entre estos dos factores (períodos y sitios). Se consideró como línea de base monitoreos de las capturas de las especies comerciales desde 2006-2007 y posterior a la instalación de la planta de UPM S.A. los monitoreos comprendidos entre 2008-2016 y se trabajó con un nivel de confianza del 95% (Sokal & Rohlf, 1981).

Es importante mencionar que no se realiza ningún análisis estadístico entre sitios utilizando la riqueza, ya que este dato puede presentar sesgos importantes entre los pescadores, sobre todo para especies capturadas en poca frecuencia. Este sesgo es despreciable para la abundancia y biomasa de especies más comunes y de importancia comercial (sábalo, boga y dorado) que son las utilizadas para los análisis estadísticos.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Resultados y discusión

Características de las embarcaciones que operan en el área de estudio

Las embarcaciones de la flota de pesquería artesanal que opera en el Río Uruguay como se mencionara anteriormente son de pequeño calado. Particularmente las que operan en el área de estudio mostraron una eslora promedio de $5,6 \pm 1,3$ metros, manga $1,7 \pm 0,4$ y puntal $0,6 \pm 0,1$ metros. El tonelaje de registro bruto TRB promedio de las embarcaciones fue $1,2 \pm 0,7$ (el TRB se calcula multiplicando la eslora por el puntal y la manga dividido por un factor cinco y se expresa en toneladas), mientras que la potencia de los motores utilizados fue $9,3 \pm 4,0$ hp. La embarcación utilizada en Nuevo Berlín es la de menor capacidad, así como de menor potencia de motor. En Fray Bentos se utiliza la embarcación de mayor calado y potencia de motor, mientras que en Las Cañas los valores fueron intermedios (Tabla 1)

Tabla 1. Características de las embarcaciones utilizadas por la flota pesquera que opera en la zona de estudio.

	Nuevo Berlín	Las Cañas	Fray Bentos
Eslora (m)	4,08	6,0	6,57
Manga (m)	1,24	1,78	2
Puntal (m)	0,46	0,65	0,71
Tonelaje de Registro Bruto (TRB)	0,47	1,39	1,87
Tonelaje de Registro Neto (TRN)	0,44	1,32	1,77
Motor (hp)	5	9,9	13

Caballos de Fuerza (hp), Toneladas (TRB y TRN) y Metros (m).

Nuevo Berlín

La información generada para esta zona comprende el período de pesca desde el 20/12/2006 al 27/11/2016. Durante este último no se registraron nuevas especies, por lo tanto para todo el período se mantiene con un registro total de 25 especies. Esta zona tradicionalmente presentó la mayor riqueza y la menor CPUE en términos de abundancia y biomasa relativas. En el período previo a la puesta en funcionamiento de la empresa, se registró el mayor número de especies (19), en los

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

períodos posteriores el número siempre fue menor alcanzando el mínimo (6) en el período 2015. Es importante mencionar que en el período pre-UPM, tres de las especies registradas fueron capturadas con espineles, único año en el cual se utiliza este arte de pesca en esta zona, por lo tanto esas tres especies no serán consideradas en el análisis de la riqueza acumulada. En particular durante el primer y segundo período post-UPM se capturan 11 especies, durante el tercer período 15 especies, en el cuarto período se registran nueve especies, en el quinto 13 especies, en el sexto ocho especies, en el séptimo nueve especies, en el octavo seis especies, y por último, durante el noveno período (30/11/2015-27/11/2016) se incrementó el número de especies capturadas a siete (Tabla 2 y Fig. 3). Durante éste último período se destaca la presencia del mochuelo (*G. barbatus*), si bien la captura de esta especie ha sido muy esporádica en este sitio con cuatro ejemplares capturados en los 10 años de estudio. La presencia de esta especie durante este último período fue claramente superior con una captura total de 13 individuos y 47 kilogramos.

Las principales especies capturadas en términos de abundancia y biomasa se mantienen constantes a lo largo de todos los períodos, estas son: sábalo, boga, dorado, viejas de agua y patí. Sin embargo, durante algunos eventos de abundante precipitación y por lo tanto de gran influencia de arroyos, las capturas de otras especies se ven incrementadas. Por ejemplo, la tararira aumentó su abundancia durante tercer año post-UPM (período 2009-2010), octavo año post-UPM (período 2014-2015) y noveno año post-UPM (período 2015-2016) (Tabla 2). Particularmente, en este último se dio la mayor captura de *H. malabaricus* con 892 ejemplares capturados y una biomasa de 1533 kilogramos (Tabla 2). A su vez, durante el noveno año post-UPM (período 2015-2016), se registró la mayor captura total con 6870 individuos y 11759 kilogramos. En éste caso, el incremento fue debido principalmente al aumento del esfuerzo de pesca, duplicando el número de paños calados, pasando de 610 paños calados durante el período anterior, a 1245 paños calados durante el presente período (Tabla 3). Lo cual se vio reflejado también en un aumento de la captura neta de boga que

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

casi se duplicó con respecto al período anterior, pasando de 1911 individuos y 3771 kilogramos a 3195 individuos y 6069 kilogramos.

Tabla 2. Especies capturadas en la zona de pesca de Nuevo Berlín, la abundancia corresponde al número total de individuos y la biomasa expresada en kilogramos totales capturados. Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

Especie	Nombre común	Pre UPM		1° año		2° año		3° año		4° año		5° año		6° año		7° año		8° año		9° año
		Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	2.308	4.172	3.353	6.721	2998	5.794	769	1.491	176	373	914	1.855	94	177	345	580	1.425	2.635	1.695
<i>Megleporinus obtusidens</i>	Boga	1.043	2.059	935	1.966	794	1.681	934	1.829	398	810	937	2.014	126	235	1.406	2.410	1.911	3.771	3.195
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	286	787	135	446	137	437	33	107	218	604	103	338	11	30,5	90	193	226	525	440
<i>Loricariidae</i>	Vieja de Agua	338	262	239	124	139	69	113	58,5	89	44,5	207	105	14	7	14	0			524
<i>Hoplias malabaricus</i>	Tararira	80	86,5	7	17,1	2	3,4	286	530	8	15	2	3,9	1	1,9	12	21,9	392	751	892
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	57	181	53	175	7	17,9	39	128	23	61,9	48	122	8	18,9	5	16,6	8	22,8	111
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña	23	14,3	10	5	17	8,1	5	2	19	9,5	8	4							
<i>Catathyridium sp.</i>	Lenguado	66	30,1	7	3			2	1			4	1,3							
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	39	48			2	2,5									20	25,5			
<i>Raphiodon vulvipinnis</i>	Machete	14	40,5	4	10	12	35,6	1	2,9			3	5,3							
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí	7	34,5					7	19	3	8,7	3	13			4	12	1	4	
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Armado	3	10			10	20													
<i>P. cf maculatus</i>	Bagre amarillo									1	0,5	5	2,5	3	1,5					
<i>Schizodon sp.</i>	Lisa	1	0,5			4	1,7													
<i>Zungaro zungaro</i>	Manguruyu	3	4,5					2	2,2											
<i>Brycon orbignyianus</i>	Salmon criollo															5	0			
<i>Ageneiosus sp.2</i>	Manduba							3	2,5			1	0,5							
<i>Ageneiosus sp.</i>	Mandubi			2	1			2	1											
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo			1	2			3	3,5											13
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	2	3																	
<i>Rhamdia quelem</i>	Bagre negro			2	1,7															

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Período 2007-2016).

<i>A. pantaneiro</i>	Dientudo	2	0,75																	
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha						2	1												
<i>Potamotrigon sp.</i>	Raya											1	4							
Total por periodo		4.272	7.734	4.748	9.472	4.122	8.071	2.201	4.180	935	1.926	2.236	4.468	257	472	1.901	3.260	3.963	7.708	6.870

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca, en Nuevo Berlín, representó un total de 973 días de pesca durante el período diciembre 2006 – diciembre 2016, donde fueron calados un total de 5.977 paños. El número de paños fue máximo en los períodos pre-UPM y el primer período post-UPM donde fueron calados un total de 1.539 y 1.535 paños de red respectivamente, con un promedio de 13 paños en cada día de pesca (120 y 122 días de pesca respectivamente) (Tabla 2). Alcanzando un esfuerzo mínimo durante el sexto año post-UPM con 160 paños calados en 40 días de pesca con un promedio de cuatro paños calados por día. El esfuerzo de pesca se redujo desde el primer y segundo período, lo cual resultó en una menor abundancia y biomasa total capturada así como un menor número de especies capturadas (Tabla 2) y (Fig. 2). Hacia los dos últimos períodos, diciembre 2015-diciembre 2016, se observó un aumento de los días de pesca pasando de 166 a 174 sin embargo el incremento más notorio fue en el número de paños calados pasando de 610 a 1.245 (Tabla 3). Este aumento se vio reflejado en las capturas netas (Tabla 2).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 3. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Nuevo Berlín durante todo el período de estudio.

Periodo	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
20/12/2006-11/10/2007	122	1.539	13
1° año post UPM			
29/02/2008-27/11/2008	120	1.535	13
2° año post UPM			
1/12/2008-15/11/2009	89	809	7
3° año post UPM			
16/11/2009-20/11/2010	68	426	6
4° año post UPM			
08/01/2011-11/11/2011	59	236	4
5° año post UPM			
14/11/2011-18/11/2012	49	281	6
6° año post UPM			
15/05/2013-16/10/2013	40	160	4
7° año post UPM			
13/02/2014-17/12/2014	86	381	4
8° año post UPM			
23/01/2015-29/12/2015	166	610	4
9° año post UPM			
30/11/2015-27/11/2016	174	1.245	7
Total	973	7.222	

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

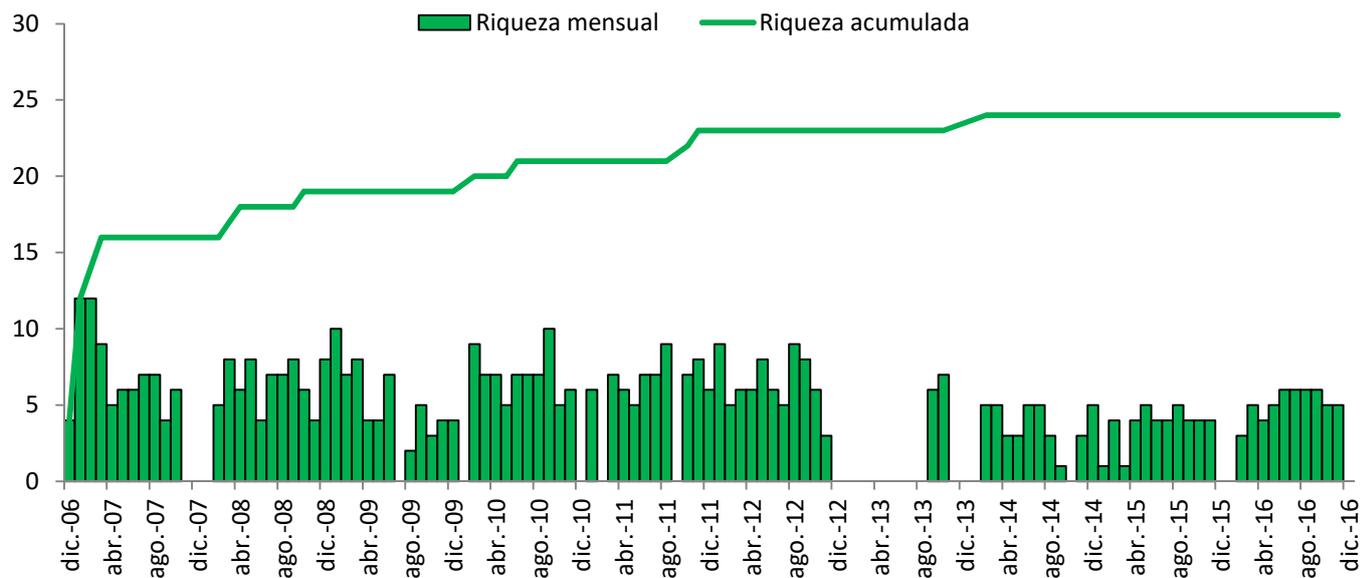


Figura 3. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua). La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período (ver métodos para más detalle).

Captura por unidad de esfuerzo

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

La captura en términos de CPUE total por mes mostró diferencias significativas al analizar todo el período 2006-2016 ($F_{9:88}=5,3$; $p<0,001$). Cuando comparamos abundancias entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM, utilizando test *post hoc* Tukey, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el período pre-UPM (2007) y el primer (2008), tercer (2010) y octavo (2015) período post-UPM. En este sentido, la captura total CPUE presentó una tendencia al aumento desde el período pre-UPM hacia el primer y segundo período post-UPM que concuerda con lo observado gráficamente con un mínimo capturado de 12 CPUE correspondiente a los meses de abril y octubre de 2007 hasta un máximo de 125, 173 y 112 en junio de 2008, 2009 y diciembre de 2015 respectivamente (Fig. 4), los cuales coinciden con los mayores picos de captura de sábalo registrados en los mismos meses (Fig.4). Es importante destacar que durante el último período el pico de sábalo se dio durante noviembre y diciembre de 2015. Posteriormente, se observa una disminución de la CPUE alcanzando valores mínimos en noviembre de 2012 (12) (Fig. 4). A partir de agosto 2013 se observó un incremento debido principalmente a un aumento de las capturas de boga (Fig. 4 y Fig. 5), alcanzando un pico de abundancia total en noviembre y diciembre de 2015 donde se observó un aumento de la captura de sábalo superando una CPUE de 100. A partir de enero (durante ese mes no hubo pesca en esta zona por falta de compradores, ver métodos por más detalle) se observa una disminución de las capturas

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

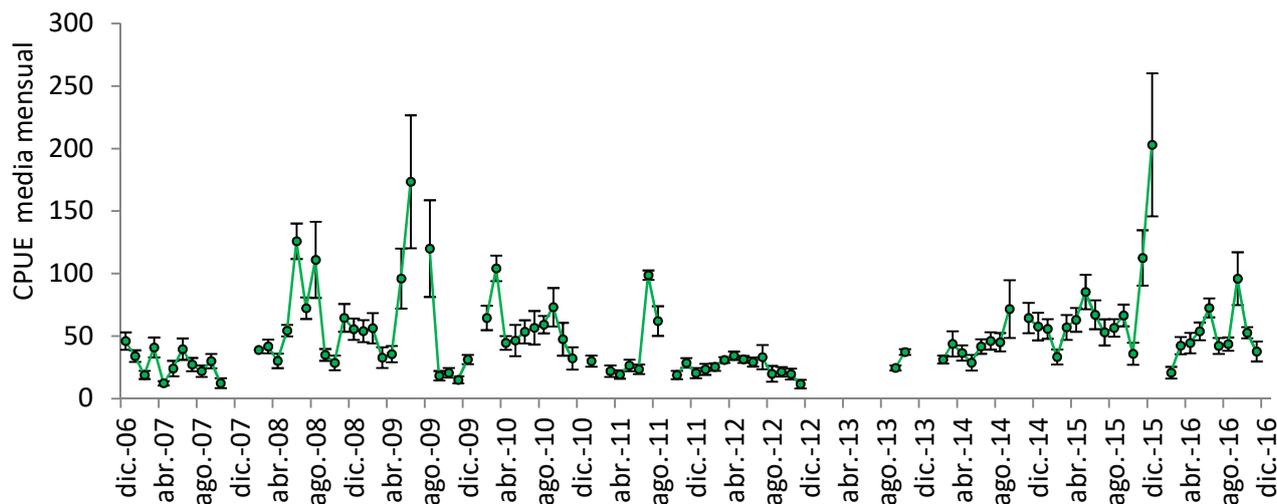


Figura 4. CPUE media mensual (abundancia), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2016 en Nuevo Berlín. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

La CPUE mínimas se dieron durante el quinto período post-UPM (2012), en este sentido se observó diferencias significativas entre este período y el primer (2008), tercer (2010) y octavo (2015) post-UPM.

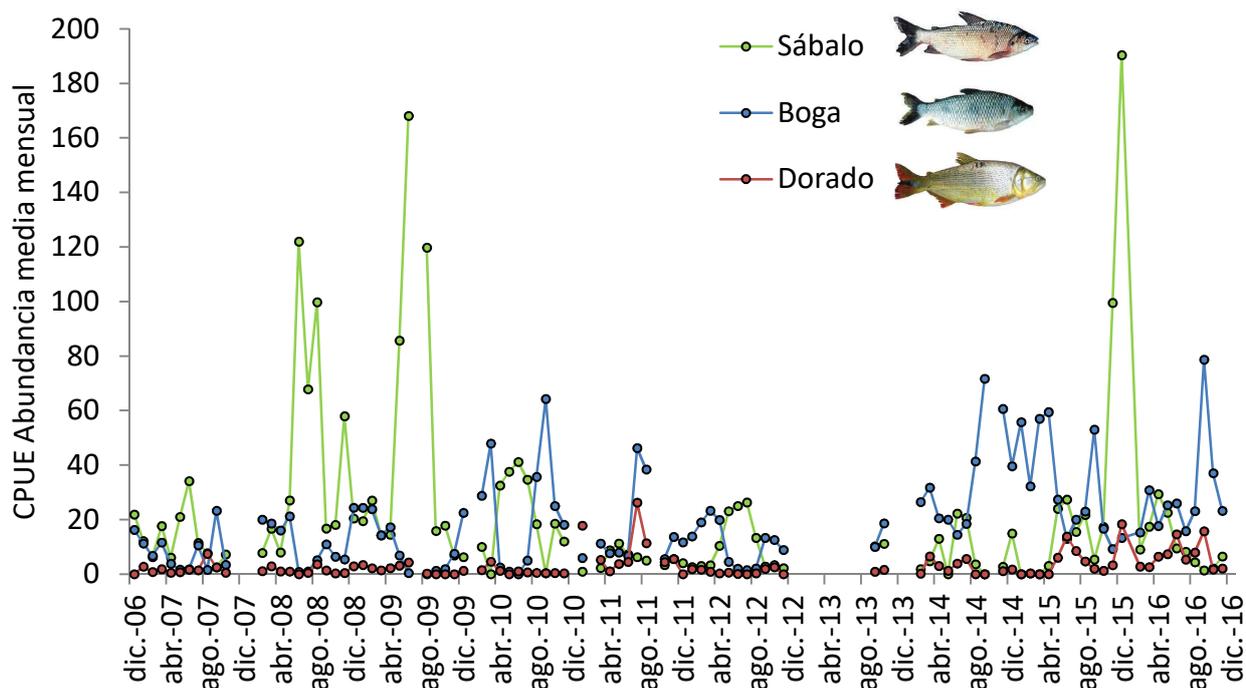


Figura 5. CPUE total, número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2006-2016 en Nuevo Berlín para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

La captura de sábalo mostró diferencias significativas entre los 10 períodos estudiados 2006-2016 ($F_{9, 88}=2,8; p<0,05$). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas al comparar el período pre-UPM con los sucesivos períodos post-UPM. Si, se observó gráficamente una tendencia al incremento de la abundancia del período pre-UPM hacia el primer y segundo período post-UPM con capturas diarias por encima de 100 kg particularmente en los meses de junio a agosto de los años 2008 y 2009 (Fig. 5). A partir de fines del segundo período post-UPM (2009) se observó una tendencia decreciente hacia el cuarto período post-UPM (2011), encontrándose diferencias significativas entre ambos períodos ($p=0,027$). A partir de 2010 hasta noviembre de 2015, las capturas de sábalo se mantienen por debajo de las capturas de boga, la cual presentó un aumento de la abundancia durante dicho período (Fig. 4).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
*E-mail: passer@fcien.edu.uy

La captura de boga mostró diferencias significativas entre los 10 años desde 2006 a 2016 ($F_{9, 88}=4,3$; $p<0,001$), particularmente se detectaron diferencias significativas entre el periodo pre-UPM (2007) y el séptimo (2014), octavo (2015) y noveno (2016) período post-UPM ($p<0,05$) con un incremento hacia el final de todo el período de 10 años (Fig. 4).

Por último la CPUE del dorado presentó diferencias significativas entre los períodos de estudio desde 2006 a 2015 ($F_{9, 88}=4,3$; $p<0,001$). Durante el mes de julio de 2011, se detectaron las mayores capturas de esta especie alcanzando un máximo de abundancia promedio mensual de 26 peces, así como dos picos importantes durante los meses de junio y septiembre de 2016 (Fig. 4). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre el primer período pre UPM (2007) y el resto de los períodos.

Fray Bentos

La información generada para esta zona comprende el período que va desde el 17/11/2006 al 09/12/2016, donde se capturaron 43.319 peces con un total de 83.047 Kg (Tabla 4) con un total de 3.970 paños calados durante 1.074 días de pesca con un promedio de 3,5 paños calados por día de pesca (Tabla 5). Se capturó un total de 10 especies (probablemente un número mayor de especies bajo el mismo nombre común, ya que muchas veces se incluyen diferentes especies) siendo la zona que presentó la menor diversidad. Durante el tercer periodo post-UPM se capturaron dos especies no registradas hasta ese momento: el Pejerrey (*Odonthesthes* sp.) y la Raya (*Potamotrygon* sp), las mismas fueron capturadas utilizando espineles y por lo tanto no fueron incluidas para el cálculo de riqueza acumulada. Durante el quinto período post-UPM se capturaron dos especies nuevas utilizando redes, el armado común (*Pterodoras granulosus*) y el surubí, y por lo tanto fueron

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

incluidas en el cálculo de riqueza acumulada (Fig. 6). Hacia el octavo período post-UPM se capturó por primera vez la carpa común (*Cyprinus carpio*) completando las nueve especies capturadas utilizando redes de enmalle. La carpa común es una especie exótica originaria de Asia y Europa del este introducida en el Río de la Plata por primera vez a mediados del siglo pasado (Baigun y Quiroz, 1985). Durante el último período se incrementó la riqueza acumulada a diez especies capturadas con red de enmalle; la última especie incorporada fue el mochuelo *G. barbuis* con una captura neta de 16 individuos y una biomasa de 78,8 kg. Las capturas totales para cada una de las especies en términos de abundancia y biomasa se presentan en la Tabla 4 (capturas con redes).

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca, en número de redes, realizado en Fray Bentos fue menor que en las otras zonas, completando durante todo el período estudiado un total de 3970 paños calados durante 1074 días de pesca con un promedio de 3,5 paños calados por día de pesca (Tabla 5). El esfuerzo fue máximo durante el período pre-UPM donde fueron calados 950 paños, con un promedio de 5 paños en cada día de pesca (185 días), disminuyendo hacia el primer año post-UPM donde se calaron 381 paños con un promedio de 4 paños por día (92 días). En el segundo año post-UPM aumentó el esfuerzo en el número de días de pesca (148 días) donde se calaron un total de 558 paños con un promedio de 4 paños por día, en el tercer año post-UPM se calaron un total de 280 paños, representando un promedio de 4 paños por día de pesca (73 días de pesca), en el cuarto año post-UPM se calaron 328 paños de red en total (4 paños de red por día en 82 días de pesca). Durante el sexto año post-UPM se realizó el mínimo esfuerzo con 66 días de pesca, 165 paños en total y 3 paños por día de pesca. Luego se observó un aumento hacia el séptimo y octavo año post-UPM con 145 y 124 días de pesca y 466 y 393 paños de red calados respectivamente. El último período mostró la misma tendencia con 416 paños calados durante 162 días de pesca (Tabla 5).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 4. Especies capturadas en la zona de pesca de Fray Bentos, la abundancia corresponde al número total de individuos y la biomasa expresada en kilogramos totales capturados. Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

		Pre UPM		1° año post UPM		2° año post UPM		3° año post UPM		4° año post UPM		5° año post UPM		6° año post UPM		7° año post UPM	
		17/11/06 - 11/11/07		14/11/07- 06/10/08		03/01/09- 24/09/09		02/07/10- 02/12/10		15/02/11- 01/10/11		16/12/11 - 22/11/12		26/08/13- 27/12/13		10/01/14- 28/12/14	
Nombre científico	Nombre común	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
<i>P. lineatus</i>	Sábalo	12.846	22.344	2.481	4.309	6.173	12.524	1.137	2.389	1.587	2.832	3.553	7.545	384	724	570	1.133
<i>M. obtusidens</i>	Boga	1.295	2.342	898	1.532	1.464	3.221	535	1.164	1.041	2.006	1.331	2.774	373	671	1.190	2.340
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	549	1.068	63	158	978	2.242			21	73	685	1.527	41	105	144	455
<i>L. pati</i>	Patí	231	507,5	31	66	249	666	105	343	169	366	160	429,8	27	101	55	214
<i>H. malabaricus</i>	Tararira	148	327,5											29	49,3	5	10,5
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	400	44	190	17,5							131	89				
<i>P. granulosis</i>	Armado común											25	29,8	52	78,5	4	5,5
<i>C. carpio</i>	Carpa																
<i>Pseudoplatystoma sp</i>	Surubí											4	8,8	3	9,5	4	15,5
<i>Genidens barbuis</i>	Mochuelo																
Total por período		15.469	26.633	3.663	6.082	8.864	18.652	1.777	3.896	2.818	5.277	5.889	12.404	909	1.738	1.972	4.173

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 5. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Fray Bentos durante todo el período de estudio.

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
20/12/2006-11/10/2007	185	950	5,1
1° año post UPM			
29/02/2008-27/11/2008	92	381	4,1
2° año post UPM			
1/12/2008-15/11/2009	148	558	3,8
3° año post UPM			
16/11/2009-20/11/2010	73	280	3,8
4° año post UPM			
08/01/2011-11/11/2011	82	328	4,0
5° año post UPM			
14/11/2011-18/11/2012	159	449	2,8
6° año post UPM			
15/05/2013-16/10/2013	66	165	2,5
7° año post UPM			
13/02/2014-17/12/2014	145	466	3,2
8° año post UPM			
23/01/2015-29/12/2015	124	393	3,2
9° año post UPM			
16/11/2015-09/12/2016	162	416	2,6
Total	1.236	4.386	

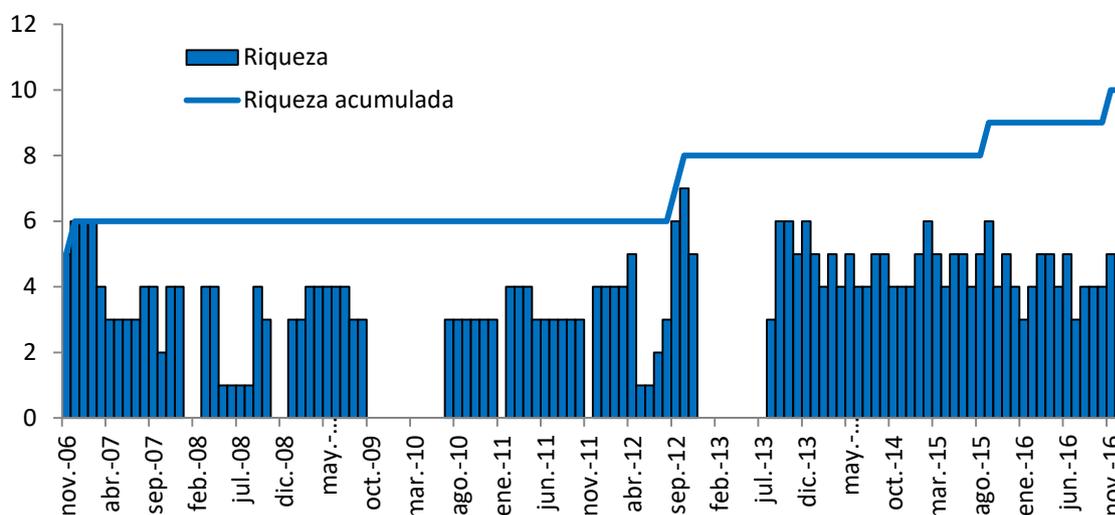
Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

El número de especies capturadas con redes fue variable a lo largo de todo el período analizado, la menor captura de especies fue de abril a julio de 2008 y de abril a mayo de 2012 donde se capturó una sola especie (sábalo). Contrariamente, los meses más cálidos, entre ellos particularmente diciembre de 2006, enero y febrero de 2007, fueron los que presentaron mayor número de especies (6). El promedio de especies capturadas al mes durante el último período mostró un aumento (4,2) con respecto al promedio de especies capturadas durante todo el período de estudio (3,9). La riqueza acumulada mostró un aumento, alcanzando 10 especies, al incorporar al mochuelo.



UPM (2007) y el primer período post-UPM (2008), con un máximo de 342 individuos durante el invierno de agosto 2007 y un mínimo de 31 individuos durante el primer período post-UPM particularmente junio 2008. Durante el segundo período post-UPM se registraron altos valores de CPUE en comparación con el período pre-UPM con un máximo de 323 individuos en mayo 2009 y por lo tanto no se detectó diferencias con respecto a dicho período a partir del test *post hoc* ($p>0,05$). Durante los períodos post-UPM de 2011 y 2012 no se registraron diferencias con respecto a las CPUE pre-UPM (2007), donde se observó una leve recuperación de las capturas. Los siguientes períodos post-UPM mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al período pre-UPM ($p<0,05$), mostrando una marcada disminución de la abundancia total (Fig. 7). En este sentido, las capturas mínimas registradas fueron junio 2008 (31 individuos) setiembre 2009 (43), mayo 2012 (31) y más recientemente diciembre de 2013 cuando se dio la captura mínima con 18 individuos (Fig. 7).

En la zona de Fray Bentos el sábalo presentó diferencias significativas al integrar todo el período de estudio (2006-2016) ($F_{9;89}=24,3; p<0,001$), mostró una marcada tendencia decreciente de la CPUE, con capturas en el entorno de 100 individuos por día durante el período pre-UPM, particularmente en los meses de abril, mayo y agosto de 2007 (CPUE: 111, 103 y 100 individuos por día respectivamente) (Fig. 8). A partir de 2010 no se observaron picos en las CPUE de sábalo aunque continuó siendo la especie más capturada. A partir de 2013 la CPUE de sábalo disminuye aún más, y se mantiene por debajo de la de boga. En este sentido, se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM y todos los períodos post-UPM, excepto el segundo período post-UPM, siendo mayores durante el período pre-UPM.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

La CPUE de boga no mostró diferencias significativas a lo largo de todo el período de estudio para esta zona, (2006-2016) ($H_{9,99}=13,6$; $p>0,05$), se utilizó KW test ya que la base de datos de boga para este sitio no cumplió con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

La captura de dorado presentó diferencias significativas, integrando todo el período de estudio (2006-2016) ($H_{9,99}=23,5$; $p<0,05$), se utilizó KW test ya que la base de datos de dorado para este sitio no cumplió con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Las mayores capturas de dorado se dieron durante el mes de junio de 2009 alcanzando un máximo de abundancia promedio mensual de 19 individuos (Fig. 8).

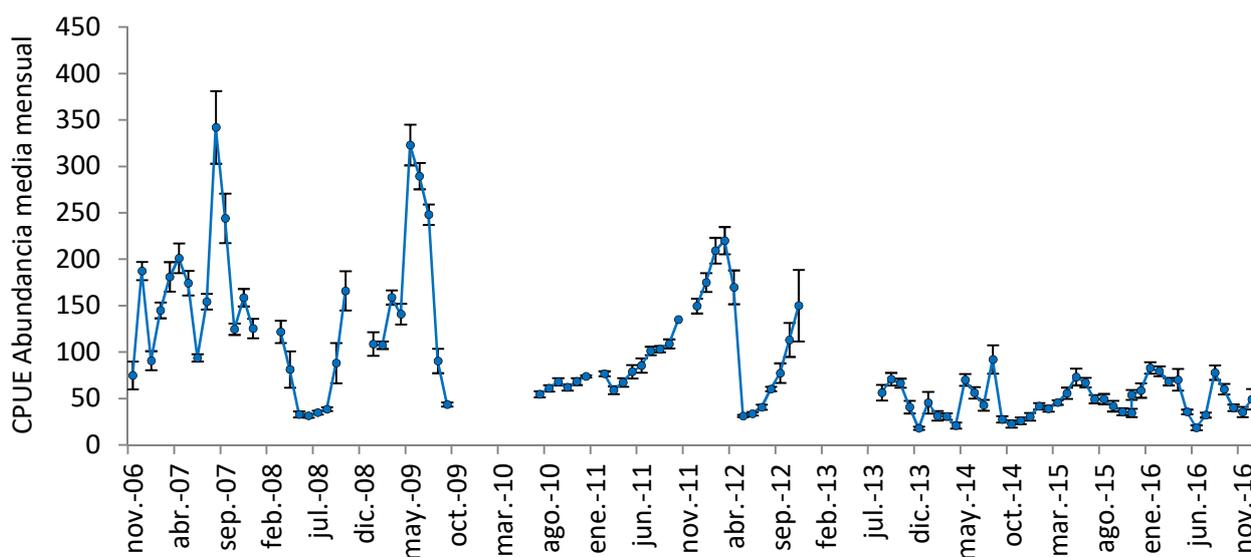


Figura 7. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca con redes, durante el periodo 2007-2016 en Fray Bentos. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
*E-mail: passer@fcien.edu.uy

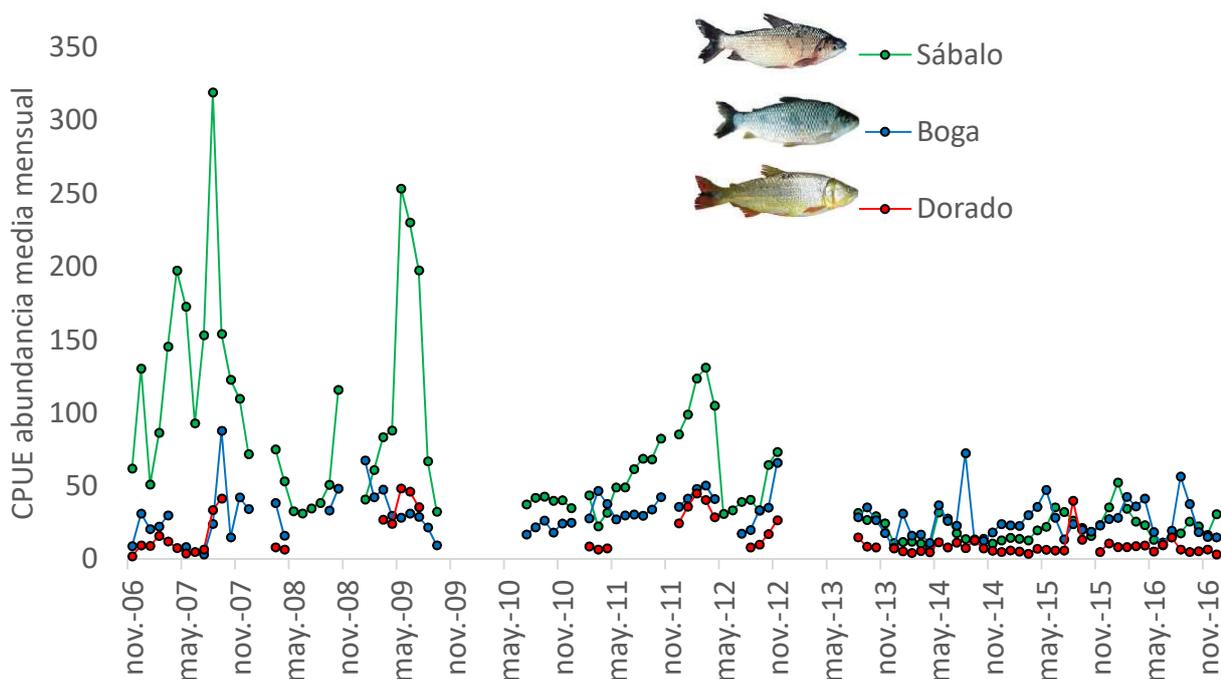


Figura 8. CPUE total, número de individuos colectados en 10 paños para cada día de pesca, durante el periodo 2007-2016 en Fray Bentos para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

Las Cañas

La información generada para esta zona de pesca comprendió el período desde el 26/01/2007 al 17/12/2016, con un total de 1.986 días de pesca y 5.730 paños calados, donde se capturaron 65.477 peces con un total de 11.5992 Kg, siendo la zona con mayor captura total neta. Dicha captura con redes comprendió un total de 11 especies hasta el momento (Fig. 9), (16 especies incluyendo espineles y redes), siendo por lo tanto la zona con valores de diversidad intermedios considerando las dos restantes (i.e. menor número de especies a las capturadas en Nuevo Berlín y mayor a las capturadas en la zona de Fray Bentos). Con respecto a esto, es importante mencionar que el número de especies total podría ser mayor, ya que al igual que en las otras zonas frecuentemente se denomina bajo un mismo nombre común a más de una especie. Luego del período pre-UPM (2007),

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

continuaron apareciendo algunas especies no capturadas hasta el momento, hasta el segundo período post-UPM (noviembre 2008, nueve especies), durante marzo de 2010 se pescó por primera vez el bagre blanco (*Pimelodus albicans*), en setiembre de 2014 aparece el manduví (*Ageneiosus militaris*) (Tabla 5). También se registró la presencia de especies poco frecuentes como por ejemplo, la carpa común (*Cyprinus carpio*) única especie exótica capturada hasta el momento representada por un ejemplar en el primer año post-UPM. En esta zona de pesca es capturado el mochuelo (*Genidens barbatus*). Particularmente en la zona de pesca de Las Cañas es capturada durante la primavera, en los meses de setiembre a diciembre. Durante el período de setiembre a noviembre de 2015 se capturaron 30 individuos lo que representó un total de 92 kilos. Durante el último período hasta el 17 de diciembre se capturó un total de 120 mochuelos, 458 kilogramos, siendo la mayor captura de esta especie durante todo el período de estudio (Tabla 6).

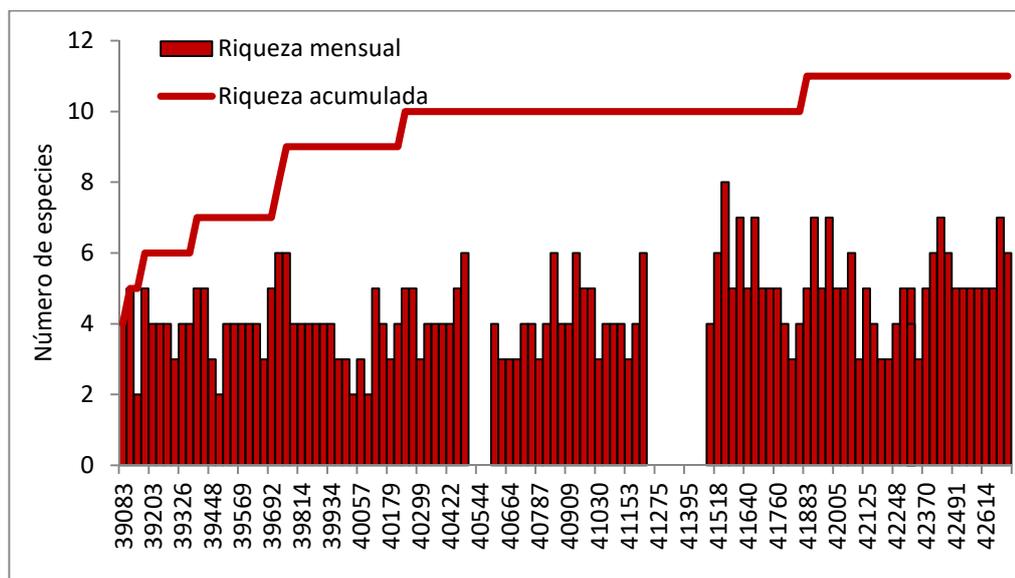


Figura 9. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua) para la zona de Las Cañas durante el período enero 2007 diciembre 2016. La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período por más detalle ver métodos.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 6. Especies capturadas en la zona de pesca de Las Cañas utilizando redes de enmalle, la abundancia corresponde al número total de individuos y la biomasa expresada en kilogramos totales capturados. Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

Nombre científico	Nombre común	Pre UPM		1° año post UPM		2° año post UPM		3° año post UPM		4° año post UPM		5° año post UPM		6° año post UPM		7° año post UPM		8° año post UPM	
		Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
		26/01/07-10/11/07		12/11/07-28/11/08		29/12/08-15/21/12/09		02/01/10-28/11/10		01/03/11-25/11/11		5/12/11-30/11/12		30/09/13-06/12/13		10/12/13-20/12/14		05/01/15-07/11/15	
<i>P. lineatus</i>	Sábalo	4.393	7.842	5.399	9.673	8.542	15.611	3.812	7.033	894	1.632	3.756	7.151	120	228	432	747	368	6
<i>M. obtusidens</i>	Boga	767	1.478	2.197	3.630	2.060	3.826	6.789	11.694	2.868	5.334	2.059	3.841	852	1.482	2.813	5.032	1.928	3
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	145	353,5	178	444.5	226	508	637	1.211	966	1.890	1.157	2.891	52	107	136	330	107	2
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	6	3	220	130			663	343	374	226			379	194	780	652	315	1
<i>L. pati</i>	Pati	94	260,5	175	445	66		444	914	15	36	79	159	30	64	44	68	13	4
<i>P. granulatus</i>	Armado	3	6							51	78	554	857	33	52	219	324	28	4
<i>G. barbatus</i>	Mochuelo			1	7	1	7	13	54	4	17			1	10	19	51	30	9
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubi	1	3									9	24	7	17	10	19	1	
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco							3	6							22	15		
<i>C. carpio</i>	Carpa			1	3														
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															1	3		
Total por período		5409	9946	8171	14333	10895	20121	12361	21254	5172	9213	7614	14923	1474	2154	4476	7241	2790	4

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Esfuerzo de pesca

Este sitio mostró el mayor esfuerzo de pesca en cuanto al número de redes, así como a días de pesca de las tres zonas (ver más adelante Esfuerzo de muestreo comparación entre zonas), durante el período pre-UPM fueron calados 1064 paños, con un promedio de 7 paños en cada día de pesca (153 días de pesca). Sin embargo, en el primer año post-UPM casi se duplicó el esfuerzo de pesca (medido en días de pesca), habiéndose calado 2.147 paños de red en 262 días de pesca (promedio de 8 paños en cada día de pesca). En el segundo y tercer año post-UPM el número de redes caladas disminuyó levemente a un número total de 1.673 paños de red en 191 días de pesca (9 paños por día), en el segundo año post-UPM y a 1.802 paños en 218 días de pesca (8 paños por días de pesca) durante el tercer año post-UPM. En el cuarto año post-UPM el esfuerzo de pesca disminuye y se encuentra en el entorno de los valores analizados durante el periodo pre-UPM, calándose 1400 paños en 175 días de pesca (8 paños de red por día). El sexto período fue el que registró el menor esfuerzo de pesca con 84 días de pesca 620 paños calados con un promedio de 5 paños por día. El octavo período post-UPM presentó 173 días de pesca y 1.238 paños, con un promedio de 7 paños calados por día. Durante el quinto y séptimo período el esfuerzo fue alto con 215 y 226 días de pesca respectivamente con 2.031 y 1.576 paños calados lo que representó un promedio de siete y nueve paños por día. Sin embargo, el último período presentó el mayor esfuerzo de pesca registrado en lo que va del monitoreo con un total de 2179 paños calados durante 289 días de pesca en el período comprendido entre el 26 de noviembre de 2015 y el 17 de diciembre de 2016 (Tabla 7).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 7. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Las Cañas durante todo el período de estudio.

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
26/01/07-10/11/07	153	1.064	7,0
1° año post UPM			
12/11/07-28/11/08	262	2.147	8,2
2° año post UPM			
29/12/08-15/21/12/09	191	1.673	8,8
3° año post UPM			
02/01/10-28/11/10	218	1.802	8,3
4° año post UPM			
01/03/11-25/11/11	175	1.400	8,0
5° año post UPM			
5/12/11-30/11/12	215	2.031	9,4
6° año post UPM			
30/09/13-06/12/13	84	620	7,4
7° año post UPM			
10/12/13-20/12/14	226	1.576	7,0
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	173	1.238	7,2
9° año post UPM			
26/11/15-17/12/16	289	2.179	7,5
Total	1.986	15.730	

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Captura por unidad de esfuerzo

La captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE no presentó diferencias significativas ($F_{9;97}=1,2$; $p=0,3$) incluyendo todo el período (2007-2016). Sin embargo, mostró una tendencia decreciente con valores máximos durante la primera mitad de todo el periodo de estudio, desde el período pre-UPM 2007 hasta octubre 2010, con picos de CPUE por encima de 100 individuos, 106 y 112 individuos durante enero y setiembre de 2007 (Fig. 9). Diciembre de 2008 representó el mes con mayor CPUE, con más de 150 individuos. Durante agosto y setiembre de 2010 se dan los últimos picos de captura (CPUE: 133 y 134 individuos) asociados a un pico de abundancia de boga y sábalo respectivamente. Luego las capturas máximas se mantienen en el entorno de 50 individuos decreciendo hacia el período 2015 y con una leve tendencia en aumento de las capturas durante el último período con capturas por encima de 50 individuos por unidad de esfuerzo (Fig. 10).

En la zona de Las Cañas la CPUE de sábalo presentó diferencias significativas, entre los períodos de estudio (2006-2016) ($F_{9;96}=6,6$; $p<0,001$), se observa una tendencia decreciente de la abundancia con dos épocas claramente definidas: una con picos de capturas en el entorno de 100 individuos por día particularmente previo a octubre de 2010 y otra posterior, donde no se observaron picos de abundancia de esta especie y las capturas se mantiene en valores por debajo de 30 individuos por día (Fig. 10). A partir de 2013 las capturas de sábalo disminuyeron aún más y se mantuvieron por debajo de las capturas de boga. En este sentido, se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y el séptimo (2013), octavo (2014) y noveno (2015) período post-UPM

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

siendo mayor durante el período pre-UPM. Hacia el último período (2016) se observó un incremento en las CPUE aunque no fue estadísticamente significativo (Fig. 10).

La boga presentó diferencias significativas, analizando todo el período de estudio (2006-2016) ($F_{9,98}=3,2$; $p<0,05$), al comparar entre el periodo pre-UPM y el post-UPM (2011) se encontró diferencias con el tercer período post-UPM (2010) ($p>0,05$) el cual coincide con las mayores CPUE de boga registradas en marzo y setiembre de ese mismo año con CPUE por encima de 100 individuos promedio. También se encontraron diferencias con el último período post-UPM correspondiente a 2016 donde se observó un aumento de las capturas de boga. La captura de dorado presentó diferencias significativas analizando todo el período de estudio (2006-2016) ($F_{9,89}=9,8$; $p<0,0001$), a partir del test *post hoc* Tukey se encontraron diferencias entre el periodo pre-UPM y el cuarto y quinto período post-UPM (2011 y 2012), lo cual es concordante con los picos de capturas de dorado que se dieron durante agosto de 2011 y junio de 2012 alcanzando un máximo de abundancia promedio mensual de 12 y 9 individuos respectivamente (Fig. 10). El último período post-UPM (2016) también mostró diferencias significativas con el período pre-UPM, el cual mostró un aumento de la captura promedio de $3,8\pm 1,2$ individuos (Fig. 10).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

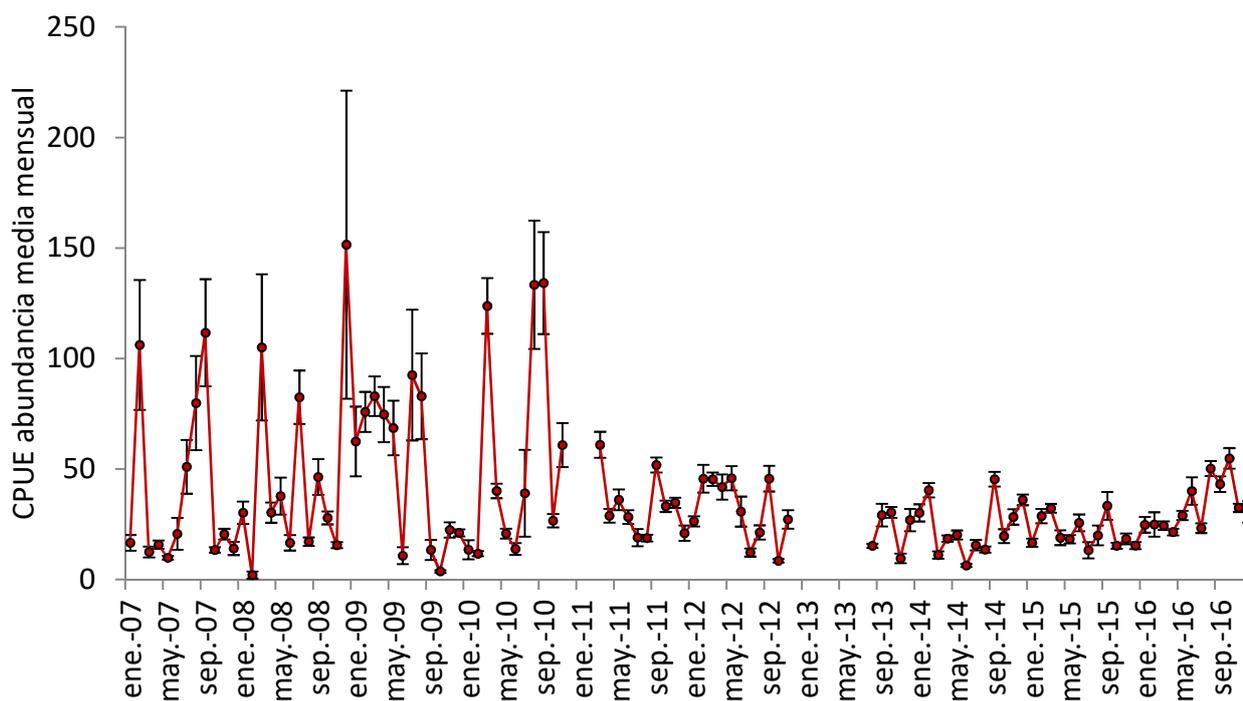


Figura 10. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2016 en Las Cañas. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
*E-mail: passer@fcien.edu.uy

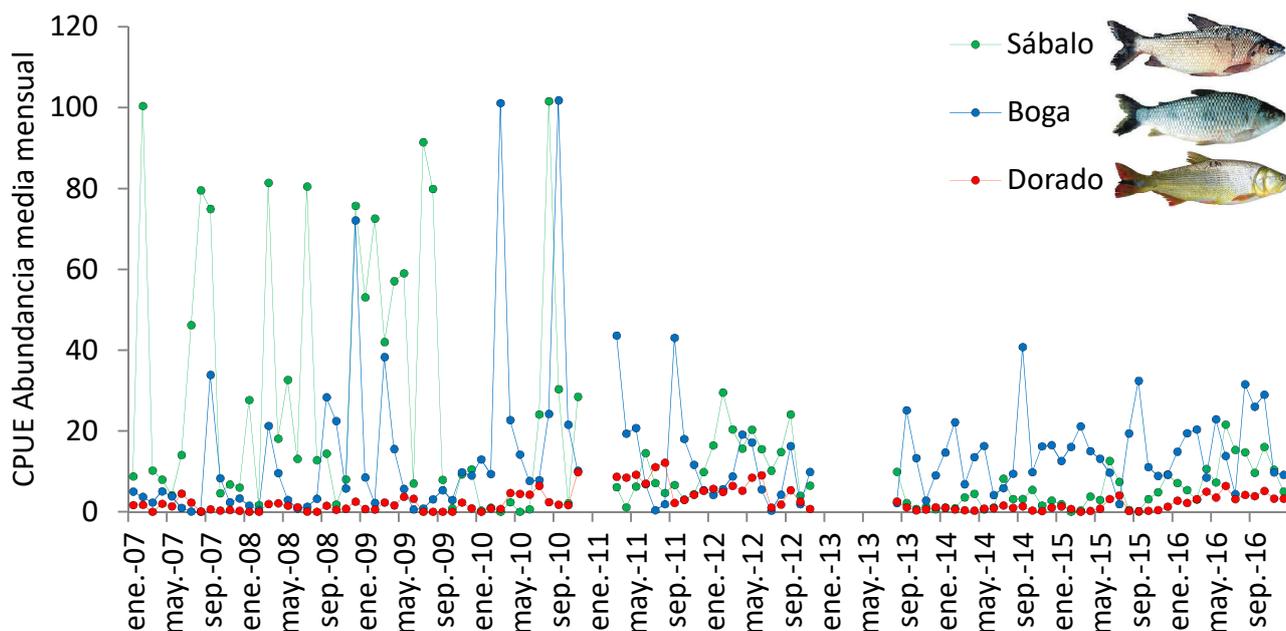


Figura 11. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2016 en Las Cañas para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian como líneas interrumpidas.

Pesca con espineles

En Las Cañas el uso de espineles es más frecuente que en Fray Bentos y Nuevo Berlín, donde casi no se emplea este arte de pesca, por lo tanto es la única zona donde se presentan los resultados de captura con espineles por separado. En el período pre-UPM (2006-2007) se utilizaron un total de 36500 anzuelos durante 120 días, con un promedio de 304 anzuelos en cada día; el primer año post-UPM (2008) es similar, con un total de 37.410 anzuelos en 127 días y un promedio de 295 anzuelos en cada día. En el segundo año post-UPM (2008-2009) el esfuerzo disminuye a un total de 24.410 anzuelos en 84 días de pesca con un promedio de 290 anzuelos por día; en el período 2009-2010 se registran un total de 13.860 anzuelos en 44 días de pesca, con un promedio de 315 anzuelos por día. En los períodos 2010-2011 y 2011-2012, el esfuerzo de pesca con espineles es el más bajo, con 13 días de pesca y un promedio de 195 anzuelos por día (total de 2600 anzuelos) y con 16 días de

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
²CURE-Facultad de Ciencias
 *E-mail: passer@fcien.edu.uy

pesca y un promedio de 304 anzuelos por día (total de 4870 anzuelos), respectivamente. Durante el 2013 se registran 36 días de pesca, con un promedio de 329 anzuelos por día (total de 11850 anzuelos). En el período 2014 la pesca con espineles aumenta nuevamente a niveles similares a los de los primeros años de estudio, con un total de 36900 anzuelos en 147 días de pesca y un promedio de 251 anzuelos por día. Durante el período 2014-2015 se calaron un total de 29100 anzuelos en 108 días de pesca con un promedio de 270 anzuelos por día. Finalmente, durante el período 2016 se observó una leve reducción del esfuerzo de pesca tanto en días como en número de anzuelos con 23940 anzuelos calados en 101 días de pesca.

El número de especies capturadas con espineles varía a lo largo de los años. En el tercer y cuarto períodos post-UPM se registran los menores números de especies capturadas (2), lo cual coincide con el menor esfuerzo de pesca, mientras que durante los tres últimos períodos ocurre el mayor número (ocho, siete y siete especies respectivamente). Con respecto a la captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE no presentó diferencias significativas entre los períodos ($F_{9,69}=1,5$; $p=0,2$). Las especies capturadas con mayor frecuencia son el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) y el patí, con 15089 y 2922 individuos, y 9194 y 2890 kilogramos, respectivamente (Tabla 7). La CPUE del bagre amarillo mostró diferencias marginales ($F_{9,69}=2,0$; $p=0,06$) entre los sitios, sin embargo el test *pos hoc* Tukey no detectó diferencias entre ninguno de los períodos. Para el patí se encontraron diferencias significativas entre los períodos ($F_{9,69}=2,9$; $p<0,05$) el test *pos hoc* Tukey detectó diferencias entre el período pre UPM (2007) y el quinto período post-UPM (2012) ($p<0,05$), siendo menor la CPUE en este último y atribuible a un muy bajo esfuerzo realizado durante ese año donde no se capturó ningún ejemplar de patí. La siguiente especie en términos de abundancia fue el pejerrey (*Odontesthes sp.*), con 1.201 ejemplares

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

capturados y una biomasa de 623,7 kilogramos. Ésta especie, a diferencia de los bagres, presenta un marcada estacionalidad, siendo capturada de junio a setiembre cuando la temperatura del agua disminuye. En el último período, se destaca la reaparición de mandubá (*Ageneiosus brevifilis*) y la desaparición del manduví (*Ageneiosus militaris*), registrado en altas abundancias en los dos períodos previos. También es de notar la reaparición del armado común (*Pterodoras granulosus*), aunque en bajas abundancia.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Tabla 7. Especies capturadas en la zona de pesca de Las Cañas utilizando espineles, la abundancia corresponde al número total de individuos y la biomasa expresada en kilogramos totales capturados. Estos datos corresponden la captura neta sin considerar el esfuerzo de pesca.

		Pre UPM		1° año post UPM		2° año post UPM		3° año post UPM		4° año post UPM		5° año post UPM		6° año post UPM		7° año post UPM		8° año post UPM	
		26/01/07-10/11/07		12/11/07-28/11/08		29/12/08-15/21/12/09		02/01/10-28/11/10		01/03/11-25/11/11		5/12/11-30/11/12		30/09/13-06/12/13		10/12/13-20/12/14		05/01/15-07/11/15	
		Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	2	4											2	6	129	276	64	1
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	606	798	696	945,5	333	338	217	232	46	52	23	17	83	92	419	496	148	2
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo	2319	1478	1965	1112	1978	1112	1002	582	323	175	457	267	64	42	2731	1737	2281	1
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	2	5											59	84				
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya			19	56									1	6	4	20	3	
<i>G. barbatus</i>	Mochuelo					85	170									66	154	33	
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	Mandubá	12	7																
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey	66	37,5	488	286	443	230					151	80			52	27		
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco													216	170	66	45	14	
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															43	36	119	
Total por periodo		2941	2292	2680	2113,5	2396	1620	1219	814	369	227	480	284	425	400	3510	2791	2662	2

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Comparaciones entre sitios de las especies de importancia comercial

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca en cuanto a número de paños, considerando todo el período (2006-2016), fue diferente entre los sitios ANOVA ($F_{2;27}=39,2$; $p<0,001$), utilizando el test *post hoc* (Tukey) se encontraron diferencias entre Nuevo Berlín y Las Cañas ($p<0,0001$); y entre Fray Bentos y Las Cañas ($p<0,0001$). No se detectaron diferencias entre Nuevo Berlín y Fray Bentos.

Las Cañas fue la zona con mayor esfuerzo de pesca, con 147 ± 28 paños promedio calados por período, seguida de Nuevo Berlín, con 68 ± 35 paños promedio calados por período, y por último Fray Bentos, con 44 ± 14 paños promedio calados por período.

En cuanto al número de días de pesca, considerando todo el período de estudio (2006-2016), también se encontraron diferencias entre los sitios; ANOVA ($F_{2;27}=11,3$; $p<0,001$), utilizando el test *post hoc* (Tukey) se encontraron diferencias entre Las Cañas y Nuevo Berlín ($p<0,001$); y entre Las Cañas y Fray Bentos ($p<0,05$) pero no entre Nuevo Berlín y Fray Bentos. Nuevamente, Las Cañas fue la zona con mayor esfuerzo de pesca con $198,3 \pm 45,8$ días de pesca promedio por período, seguido de Fray Bentos, con $123,1 \pm 45,3$ días de pesca promedio por período, y por último Nuevo Berlín, con $105,2 \pm 47$ días de pesca promedio por período.

CPUE abundancia por especie por sitio

Con respecto a CPUE abundancia de sábalo se encontraron diferencias entre los sitios; ANOVA factorial ($F_{2; 273}=83,7$; $p<0,001$), entre los años ($F_{(9; 273)}=13,0$; $p<0,001$), así como para la interacción entre ambos factores (sitio-período) ($F_{(18; 273)}=2,28$; $p<0,001$). Fray Bentos fue la zona

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

de pesca con mayor captura promedio de sábalo medida en (CPUE) ($25,0 \pm 26,8$ individuos por día de pesca), seguido por Nuevo Berlín con $20,7 \pm 29,7$ individuos por día de pesca y por último Las Cañas con $18,1 \pm 25,9$ individuos por día de pesca.

En relación a la CPUE de boga mensual durante todo el período no fue posible aplicar ANOVA factorial por no cumplir los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, por lo tanto no se analizó la interacción período-sitio. Se encontró diferencias entre los sitios a partir del test no paramétrico KW ($H_{(2, 303)} = 45,0$; $p < 0,001$), al analizar entre que sitios hay diferencias se encontró diferencias entre todos los sitios a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas. En este sentido Fray Bentos fue la zona de pesca con mayor (CPUE) promedio de boga ($27,0 \pm 16,2$ individuos por día), seguido por Nuevo Berlín con $19,3 \pm 17,1$ individuos por día y por último Las Cañas, con una captura de $14,1 \pm 16,6$ individuos por día. También se detectaron diferencias entre los períodos ($H_{(9, N= 303)} = 37,4$; $p < 0,001$), se observó un aumento de las capturas desde el período pre-UPM (2007) hacia los siguientes períodos, particularmente entre el pre-UPM (2007) y los períodos post-UPM 2014, 2015 y 2016 donde se observó un aumento significativo de las capturas de boga con respecto al período pre-UPM, a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas.

Al igual que para la boga, no fue posible aplicar ANOVA factorial para los datos referentes a la captura del dorado, por no cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, por lo tanto no se analizó la interacción período-sitio. Las capturas de dorado presentaron diferencias entre los sitios; KW test ($H_{2, 303} = 18,8$; $p < 0,001$), al analizar entre que sitios hubo diferencias se encontró diferencias entre Fray Bentos y los otros dos sitios a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas, siendo la CPUE mayor en Fray Bentos ($9,5 \pm 11,9$ individuos por día de pesca), mientras que en Nuevo Berlín y Las Cañas $3,1 \pm 4,5$ y $2,5 \pm 2,7$ individuos por día de pesca respectivamente. Adicionalmente, se detectó diferencias ente los períodos KW test ($H_{(9, 303)} = 44,0$,

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

$p < 0,001$) al analizar todos el período (2007-2016). Sin embargo, no se detectaron diferencias entre el período pre-UPM (2007) y ningún período post-UPM a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas.

CPUE total entre período pre-UPM y períodos post-UPM

El análisis de ANOVA factorial (comparando entre sitios, entre períodos y la interacción de ambos) mostró diferencias entre los sitios ($F_{1,2} = 2,9$; $p < 0,05$), entre los períodos ($F_{1,9} = 63,3$; $p < 0,001$) así como, para la interacción entre ambos factores ($F_{1,18} = 4,5$; $p < 0,001$), lo cual apoya los resultados mostrados anteriormente para cada sitio por separado. Fray Bentos fue la zona donde se dio la mayor captura total ($91,2 \pm 67,2$) de individuos, seguido de Nuevo Berlín ($48,5 \pm 32,1$) y por último Las Cañas con $36,7 \pm 29,9$. Si bien todos los sitios mostraron una disminución de la CPUE total, cuando analizamos particularmente para qué sitios hubo diferencias estadísticamente significativas entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM, vemos que Fray Bentos fue la zona que mostró una disminución de la CPUE total entre el período pre-UPM (2007) y períodos post-UPM ($p < 0,001$); particularmente estas diferencias aparecen recién a partir del sexto período post-UPM (2013) donde la CPUE total decae. A partir de 2013 la CPUE pre-UPM fue siempre superior a la CPUE de los períodos post-UPM ($p < 0,001$). La captura de sábalo en Fray Bentos representó el 70% de la captura total en términos de abundancia durante todo el período, esta especie fue la que mostró la mayor caída de la abundancia, esto explicaría las diferencias encontradas en Fray Bentos para la captura total.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Conclusiones

Se detectaron diferencias entre los sitios, para la CPUE total, siendo Fray Bentos, zona inmediatamente aguas debajo de la descarga del efluente de la planta, donde se dan las mayores capturas totales por unidad de esfuerzo, así como para la CPUE de las principales especies de importancia comercial analizadas integrando todo el período de estudio. Por lo tanto, no podría adjudicarse un efecto puntual, como por ejemplo la descarga de efluentes por parte de UPM S.A.

Sin embargo, sí se observó una disminución de las capturas totales en los tres sitios hacia los últimos años, dicha caída coincide con una disminución de las capturas de sábalo (principal especie de importancia comercial) en los últimos períodos de muestreo, quedando por debajo de las capturas de boga. Si bien la disminución solo fue significativa en Fray Bentos, también se observó en mayor o menor medida en el resto de los sitios, por lo que podemos concluir que las causas de dicha disminución no responden a efectos locales, como podría ser la descarga de efluentes de UPM S.A.. Las variaciones observadas responderían a la dinámica compleja que presentan naturalmente las poblaciones de especies migratorias asociada principalmente al régimen hidrológico (Bonetto et al., 1971;; Sverlij et al., 1993; Espinach Ros et al., 1998; Speranza et al., 2012).

El sábalo realiza grandes desplazamientos y si bien las rutas migratorias para el río Uruguay bajo no están claramente definidas, hay registros de que estos peces suben desde el Río de la Plata hacia zonas reproductivas (esteros de los Ríos Uruguay y Paraná) recorriendo distancias de entre 600 y 700 km aguas arriba (Bonetto et al., 1971;Sverlij et al., 1993; Espinach Ros et al., 1998; Speranza et al., 2012). Durante estos movimientos son capturadas grandes abundancias de estos peces por los pescadores artesanales. De esta manera es posible que durante el mencionado período hayan disminuido las migraciones masivas de ejemplares adultos, o mermado las poblaciones de esta especie, lo cual se reflejaría en una disminución de la CPUE, o bien las condiciones del río (alto

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

caudal) no permitió la pesca en zonas donde estas especies realizan las migraciones. La disminución es más notoria en la zona de Fray Bentos, debido principalmente a que el sábalo representa el 70 % de la captura total en dicha zona de pesca, siendo por lo tanto la pesquería de esta región más sensible a las fluctuaciones naturales de esta especie. En este sentido, la mayoría de las especies migratorias de gran porte presentan un alto grado de sincronización entre el ciclo reproductivo y el ciclo hidrológico de los ambientes que habitan (Vazzoler1996; Agostinho et al. 2004; Bailly et al. 2008). De esta manera, los eventos reproductivos favorables se encuentran asociados a niveles altos del curso de agua, momento en el cual el río conecta con zonas inundables propicias para la reproducción (Winemiller & Jepsen 1998; Stassen et al., 2010). Durante fines de 2015 y principios de 2016 se han registrado grandes crecidas del río, comparables a la ocurrida durante la primavera del año 2009. Este incremento del caudal podría explicar el aumento de las capturas registrado durante este último período, como se observó posteriormente a la crecida que se produjo en 2009. Esto reafirmaría la hipótesis del efecto de las condiciones hidrológicas sobre el carácter cíclico de las capturas por parte de las pesquerías artesanales en la zona baja del Río Uruguay.

Durante el presente período, se registró la mayor captura de mochuelo en los diez años de monitoreo. Típicamente, Las Cañas es el sitio que presenta las mayores capturas de esta especie, adicionalmente se destaca Fray Bentos, en donde nunca había sido capturada, lo cual estaría indicando que durante el período 2016 pudo haberse dado un gran evento reproductivo para esta especie. Sería importante seguir el comportamiento de las abundancias de esta especie que se encuentra dentro de la lista de especies prioritarias para la conservación del SNAP (Soutullo *et al.*, 2013). El mochuelo es una especie de bagre perteneciente a la familia Aridae (Marceniuk y Menezes, 2007) que ha colonizado el medio marino, sin embargo no ha podido independizarse

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

completamente del agua dulce ya que realiza migraciones con fines reproductivos hacia ríos que desembocan al Río de la Plata, como lo es el Río Paraná y el Río Uruguay (Avigliano *et al.*, 2015). Estas migraciones presentan un claro patrón temporal, ya que se producen sistemáticamente durante los meses de setiembre a diciembre (Vidal *et al.*, en preparación). Como ya se mencionara anteriormente, el particular modo de reproducción de esta especie, con baja fecundidad e incubación bucal, hace que su captura, particularmente durante las migraciones reproductivas, sea un potencial riesgo para la conservación de esta especie.

Es importante destacar que este monitoreo continuo de alta frecuencia se viene desarrollando desde hace 10 años, la obtención de estos datos permite una comprensión de las variaciones espacio-temporales de las capturas de las pesquerías artesanales. Este entendimiento es esencial para la evaluación de potenciales impactos ambientales de cualquier emprendimiento, sobre todo cuando la dinámica natural de las comunidades es muy variable y compleja.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

Bibliografía

Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veríssimo, S., & Okada, E. K. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish biology and Fisheries*, 14(1), 11-19.

Avigliano, E., Velasco, G., & Volpedo, A. V. 2015. Assessing the use of two southwestern Atlantic estuaries by different life cycle stages of the anadromous catfish *Genidens barbatus* (Lacépède, 1803) as revealed by Sr: Ca and Ba: Ca ratios in otoliths. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(4), 740-743.

Baigun, R.M.; Quiros, R. 1985. Introducción de peces exóticos en la República Argentina. Departamento de Aguas Continentales. INIDEP, mar del Plata, Argentina. Informe Técnico 2Ñ 90 pp.

Bailly, D., Agostinho, A. A., & Suzuki, H. I. (2008). Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. *River Research and Applications*, 24(9), 1218-1229.

Bonetto, A. A., C. Pignalberi, E. Cordiviola de Yuan, and O. B. Oliveros. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis* 30:505-530.

DINARA 2014. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. 2014. Boletín Estadístico Pesquero 2013. Montevideo, DINARA, MGAP-DINARA, 73p. ISSN: 0797-194X

Espinach Ros A, Sverlij S, Amestoy F, Spinetti M. 1998. Migration pattern of the sabalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verhandlung Int Verein Limnol.*; 22:2234-2236.

Foti R., Spinetti M., Mesones C., Grünwald P., Márquez A., Caraccio M.N., Pereira A.N., Fuentes C.M., Espinach Ros A. & Janiot L. 2006. Programa de conservación de la fauna íctica y los recursos pesqueros del río Uruguay. In. CARU – DINARA – INIDEP Montevideo.

González-Bergonzoni I. 2010. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Período 2007-2010). Informe presentado a la empresa UPM S.A., 40 pp.

González-Bergonzoni I. 2011. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Período 2007-2011). Informe presentado a la empresa UPM S.A., 42 pp.

González-Bergonzoni I., Teixeira de Mello F., Vidal N., D'Anatro A. & Masdeu M. 2011. Re appearance and diet of the Armado catfish (*Pterodoras granulosus*) in lower Uruguay

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

river (Río Negro, Uruguay). Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay.

González-Bergonzoni, I., A. D'Anatro, S. Stebniki, N. Vidal, & F. Teixeira de Mello. 2016. 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: 35p.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

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(3), 657-664.

Masdeu M. 2014. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las cañas (Período 2007-2013). Informe presentado a la empresa UPM, 42 pp.

Masdeu M. & Larrea D. 2013. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las cañas (Período 2007-2012). Informe presentado a la empresa UPM, 40 pp.

Marceniuk, A. P., & Menezes, N. A. (2007). *Systematics of the Family Ariidae (Ostariophysi: Siluriformes), with a Redefinition of the Genera*. Magnolia Press.

Sokal, R & Rohlf, J. 1981. *Biometry*. Second Edition. W. H. Freeman and Company, New York, New York. 859 pp.

Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). 2013. Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. snap/dinama/mvotma y dicyt/mec, Montevideo. 222 pp.

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.

Speranza ED, Cappelletti N, Migoya MC, Tatone LM, Colombo JC. 2012. Migratory behaviour of a dominant detritivorous fish *Prochilodus lineatus* evaluated by multivariate biochemical and pollutant data. *J Fish Biol.*; 81(2):848-65.

Sverlij, S. B., Ros, A. E., & Orti, G. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) (No. 154) Roma: FAO; 1993.

Teixeira-de Mello, F. 2008. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro^{1*}, Samanta Stebniki¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908

²CURE-Facultad de Ciencias

*E-mail: passer@fcien.edu.uy

información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las cañas (Período 2007). Informe presentado a la empresa BOTNIA, 35 pp.

Teixeira-de Mello, F. 2009. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las cañas (Período 2007-2008). Informe presentado a la empresa BOTNIA, 32 pp

Vazzoler, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. *Maringá, Universidade Estadual de Maringá.*

Vidal, N., D'Anatro A., Stebniki S, Gonzalez-Bergonzoni I., Teixeira de Mello F. 2015. Monitoreo de la pesca artesanal en el Río Uruguay a través de información generada por pescadores de la zona de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Período 2007-2015).

Winemiller K.O. & Jepsen D.B. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, 53, 267-296.