

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 2007-2017).



Marzo de 2018

Páginas 55

Figuras 12

Tablas 7

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, 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).

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

Autores:

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

Distribución

UPM S.A.
DINAMA
DINARA

Imagen de tapa: Ejemplares de *Megaleporinus obtusidens*, *Luciopimlodus pati* y *Genidens barbatus* capturados con redes de enmalle durante diciembre de 2017 por pescadores de Las Cañas.

Tabla de Contenido

Introducción	4
Metodología	7
Contenido del informe	9
Análisis de datos	12
Resultados y discusión	14
Nuevo Berlín	15
Esfuerzo de pesca	18
Captura por unidad de esfuerzo	20
Fray Bentos	24
Esfuerzo de pesca	25
Captura por unidad de esfuerzo	28
Las Cañas	32
Esfuerzo de pesca	35
Captura por unidad de esfuerzo	37
Pesca con espineles	40
Comparaciones entre sitios	44
Esfuerzo de pesca	44
CPUE total y por especie	44
Conclusiones	47
Bibliografía	50

Introducción

En la ciudad de Fray Bentos (Departamento de Río Negro, Uruguay), previo a la instalación de la empresa productora de pasta de celulosa UPM S.A. (anteriormente BOTNIA S.A.) en noviembre de 2007, se realiza un monitoreo sistemático de las comunidades de peces desde el año 2005 (Tana, 2007), que continúa hasta el presente (e.g. López Rodríguez et al., 2017). Este monitoreo evalúa los posibles cambios en la estructura de las comunidades de peces y analiza si éstos se encuentran asociados a las actividades que desarrolla la empresa. Para llevar a cabo dicha evaluación, se analizan datos previos y posteriores a la instalación de la planta en un sitio de referencia y dos sitios con diferente grado de exposición 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: 1) 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.; 2) 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; 3) 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 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 baja frecuencia.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Las pesquerías artesanales en esta región del Río Uruguay son de pequeña escala, operando mayoritariamente con botes, chalanas a remo, o con motores fuera de borda de baja potencia (DINARA 2014), los cuales representan el tipo de pesca artesanal más importante en el Río Uruguay (Foti *et al.*, 2006). Cabe mencionar que los sitios estudiados se ubican en dos jurisdicciones de pesca diferentes: Nuevo Berlín y la bahía del arroyo Yaguararé 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.



Figura 1. Zonas de pesca definidas por DINARA para el desarrollo de la pesca artesanal. Imagen modificada de DINARA 2013.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

El presente informe reúne año a año información sobre capturas de peces de importancia comercial registrada por pescadores artesanales de las tres zonas de pesca mencionadas anteriormente. El objetivo del presente estudio es evaluar el potencial impacto de la fábrica de pasta de celulosa UPM. S.A. sobre las capturas de peces en la pesquería artesanal en la zona, a través del estudio de la variación temporal y espacial de las principales especies de peces objetivo de la pesca artesanal. En este informe se analizan los resultados correspondientes a un período anual previo (2006- 2007) y diez períodos anuales posteriores a la puesta en funcionamiento de la planta de celulosa (2008- 2017) en tres zonas de pesca: Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Fig. 2).



Figura 2. Mapa del Río Uruguay donde se muestran las tres zonas de pesca: NB, Nuevo Berlín; FB, Fray Bentos; LC, Las Cañas. Modificado de Masdeu *et al.*, (2011).

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Metodología

La información analizada se obtiene a partir de los registros realizados por pescadores artesanales en las tres zonas mencionadas anteriormente. 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 biomasa total por especie (kg). El arte de pesca más utilizado en las tres zonas es la red de enmalle (Fig. 3A). La apertura de malla comúnmente empleada es de 7 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. 3B), 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. En este sistema, los anzuelos están unidos a una línea madre de multifilamento de 3.0 mm Ø y longitud variable, a través de reinales de monofilamento de 0,9 mm Ø. La línea madre va fondeada mediante lastres que mantienen el arte cercano al fondo del río, y en algunos casos se colocan pequeños flotadores a intervalos equidistantes para separar los anzuelos del fondo, prolongando la utilidad de la carnada y evitar la captura de individuos de pequeño porte. La pesca con espineles está orientada a la captura de diferentes especies de bagres (*L. pati*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus albicans*,

Pseudoplatystoma spp., *G. barbus*, *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” por los pescadores locales (Fig. 3C), que es utilizado principalmente cuando la 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, éste aparece en la superficie, generalmente varios metros aguas abajo del lugar donde se hundió originalmente. En ese momento el pescador recupera el tarro y 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 Tonelaje de Registro Bruto (TRB: calculado multiplicando la eslora por el puntal y la manga dividido por un factor cinco y expresado en toneladas) y características y potencia de motor.

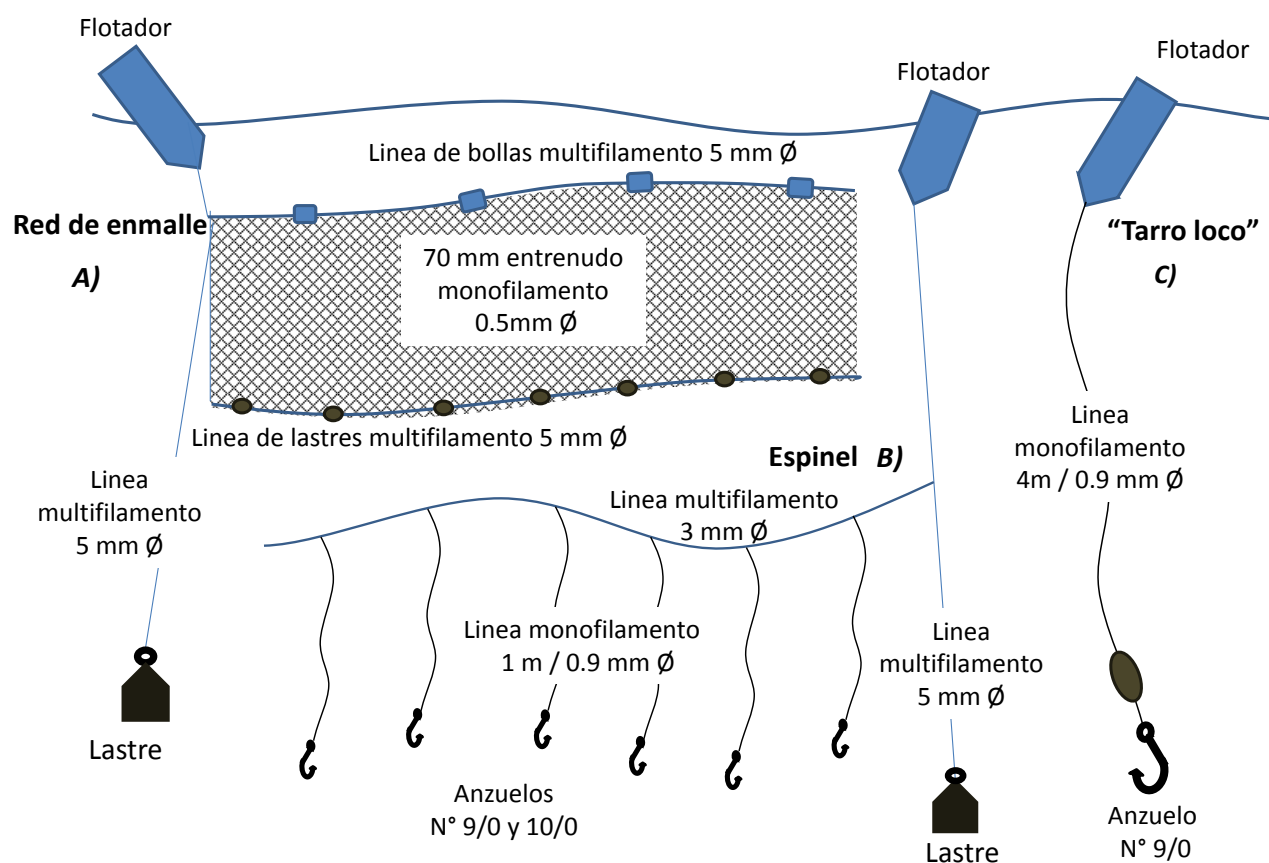


Figura 3. Descripción de las principales características de los diferentes artes de pesca utilizados durante el período de estudio: red de enmalle A), espinel B) y "tarro loco" C).

Contenido del informe

El presente informe integra los datos obtenidos previamente al funcionamiento de la planta de celulosa (2006-2007, período pre-UPM), con los datos obtenidos hasta diciembre 2017. Los datos pertenecientes a los períodos previos han sido reportados en informes anteriores presentados a UPM S.A. (i.e. Teixeira de Mello, 2008; 2009; González-Bergononi, 2010, 2011, Masdeu & Larrea 2012, 2013, Masdeu 2014, Vidal *et al.*, 2015, Vidal *et al.*, 2016). En este informe se analizan los datos integrando los 11 períodos, de forma de tener una visión más amplia y acabada de la variación

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

interanual de la pesca artesanal en las tres zonas de pesca: 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 en el período comprendido entre 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 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.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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.

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. Lo mismo sucedió durante setiembre de 2017.

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

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 son comprensibles y esperables.

Análisis de datos

El esfuerzo de pesca, es decir el número de redes y anzuelos utilizados, no es constante a lo largo del año en las diferentes zonas, por lo tanto para que las capturas entre sitios y en el tiempo sean comparables los datos fueron transformados a CPUE (captura por unidad de esfuerzo) (Ricker, 1975), 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:

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

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 analizados.

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 lo tanto en biomasa. En este sentido, 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.

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.

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 Kruskal-Wallis. Dichos análisis, se realizaron con el programa *Past* version 2.17b (Hammer *et al.*, 2001).

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 vez comparar estos parámetros entre los sitios receptores y referencia, se utilizó el 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 (i.e. períodos y sitios). Se consideró como línea de base las capturas de las especies comerciales desde 2006-2007, y posteriores a la instalación de la planta de UPM S.A. los monitoreos comprendidos entre 2008-2016; se trabajó con un nivel de confianza del 95% (Sokal & Rohlf, 1981).

Es importante mencionar que no se realizó 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.

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 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 TRB promedio de las embarcaciones fue $1,2 \pm 0,7$, 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)

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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
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 29/11/2017. Durante el último período (2017) se registró por primera vez la captura de la especie exótica *Cyprinus carpio* conocida como carpa, por lo tanto se incrementa la riqueza acumulada con un total de 25 especies. La carpa común es una especie originaria de Asia y Europa del Este la cual fue introducida en el Río de la Plata por primera vez a mediados del siglo pasado (Baigun y Quiroz, 1985).

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 períodos posteriores el número siempre fue menor con un mínimo (6 especies) 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 utilizó este arte de pesca en esta zona, por lo tanto esas tres especies no fueron consideradas en el análisis de la riqueza acumulada. Durante el presente período (2017) se capturó un total de 11 especies, al igual que durante el período anterior, destacándose la presencia del mochuelo, *G. barbus.*, aunque es

importante resaltar que la captura de esta especie ha sido muy esporádica en este sitio, con cuatro

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

ejemplares capturados en los 11 años de estudio. La presencia del mochuelo durante estos dos períodos fue claramente superior, con una captura total de 13 y 18 individuos y 47 y 67 kilogramos, respectivamente (Tabla 2).

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 que desembocan a lo largo de estas zonas, las capturas de otras especies se ven incrementadas. Por ejemplo, la tararira aumentó su abundancia durante el 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 1.533 kilogramos (Tabla 2). A su vez, durante el noveno año post-UPM (período 2015-2016), se registró la mayor captura total con 6.870 individuos y 11.759 kilogramos. En este 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 1.245 paños calados durante el presente período (Tabla 3). Este cambio en el esfuerzo de pesca se vio reflejado también en un aumento de la captura neta de boga que casi se duplicó con respecto al período anterior, pasando de 1.911 individuos y 3.771 kilogramos a 3195 individuos y 6.069 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 para el período de 11 años de estudio (2006-2017).

Especie	Nombre común	Pre UPM		1° año		2° año		3° año		4° año		5° año		6° año		7° año		8° año		9° año		10° año		2017
		20/12/2006-11/10/2007		29/02/2008-27/11/2008		1/12/2008-15/11/2009		16/11/2009-20/11/2010		08/01/2011-11/11/2011		14/11/2011-18/11/2012		15/05/2013-16/10/2013		13/02/2014-17/12/2014		23/01/2015-29/12/2015		30/11/2015-27/11/2016		12/12/2016-29/11/2017		
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	2.308	4.172	3.353	6.721	2.998	5.794	769	1.491	176	373	914	1.855	94	177	345	580	1.425	2.635	1.695	2.752	1.226	2.020	15.30
<i>M. 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	241	1.911	3.771	3.195	6.069	1.802	3.388	13.48
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	286	787	135	446	137	437	33	107	218	604	103	338	11	31	90	193	226	525	440	865	274	581	1.953
<i>Loricariidae</i>	Vieja de Agua	338	262	239	124	139	69	113	59	89	45	207	105	14	7	14	0			524	265	271	104	1.948
<i>Hoplias malabaricus</i>	Tararira	80	87	7	17	2	3	286	530	8	15	2	4	1	2	12	22	392	751	892	1.533	253	526	1.935
<i>Lucioperca pati</i>	Patí	57	181	53	175	7	18	39	128	23	62	48	122	8	19	5	17	8	23	111	229	48	135	407
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña	23	14	10	5	17	8	5	2	19	10	8	4											82
<i>Catathyridium sp.</i>	Lenguado	66	30	7	3			2	1			4	1											79
<i>P. granulosus</i>	Armado común	39	48			2	3									20	26					4	7	65
<i>R. vulvipinnis</i>	Machete	14	41	4	10	12	36	1	3			3	5									1	1	35
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí	7	35					7	19	3	9	3	13			4	12	1	4			4	8	29
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Armado	3	10			10	20																	13
<i>P. cf maculatus</i>	Bagre amarillo									1	1	5	3	3	2									9
<i>Schizodon sp.</i>	Lisa	1	1			4	2																	5
<i>Zungaro zungaro</i>	Manguruyu	3	5					2	2													1	3	6
<i>Brycon orbignyianus</i>	Salmon criollo															5	-							5
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá							3	3			1	1									1	1	5
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví			2	1			2	1															4
<i>Genidens barbus</i>	Mochuelo			1	2			3	4											13	47	18	67	35
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	2	3																			1	2	3
<i>Rhamdia quelem</i>	Bagre negro			2	2																			2
<i>A. pantaneiro</i>	Dientado	2	1																					2
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha							2	1															2
<i>Potamotrigon sp.</i>	Raya											1	4											1
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa																					1	5	1
Total por período		4.272	7.734	4.748	9.472	4.122	8.070	2.201	4.179	935	1.927	2.236	4.469	257	472	1.901	1.090	3.963	7.709	6.870	11.759	3.905	6.847	35.4

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca en Nuevo Berlín, representó un total de 1095 días de pesca durante el período diciembre 2006 – diciembre 2017, donde fueron calados un total de 7.940 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 3). El esfuerzo mínimo fue alcanzando durante el sexto año post-UPM, con 160 paños calados en 40 días de pesca y 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 períodos diciembre 2015-diciembre 2016, se observó un aumento de los días de pesca pasando de 166 a 174, siendo el incremento más notorio en el número de paños calados pasando de 610 a 1.245 (Tabla 3). Durante el último período se observó un decaimiento del esfuerzo tanto en días de pesca (122) como en paños calados (718). Esta disminución del esfuerzo de pesca se vio reflejado en las capturas netas (Tabla 2).

Tabla 3. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Nuevo Berlín durante los once años de estudio 2006-2017.

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
20/12/2006-11/10/2007	122	1539	13
1° año post UPM			
29/02/2008-27/11/2008	120	1535	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	1245	7
10° año post UPM			
12/12/2016-29/11/2017	122	718	6
Total	1095	7940	

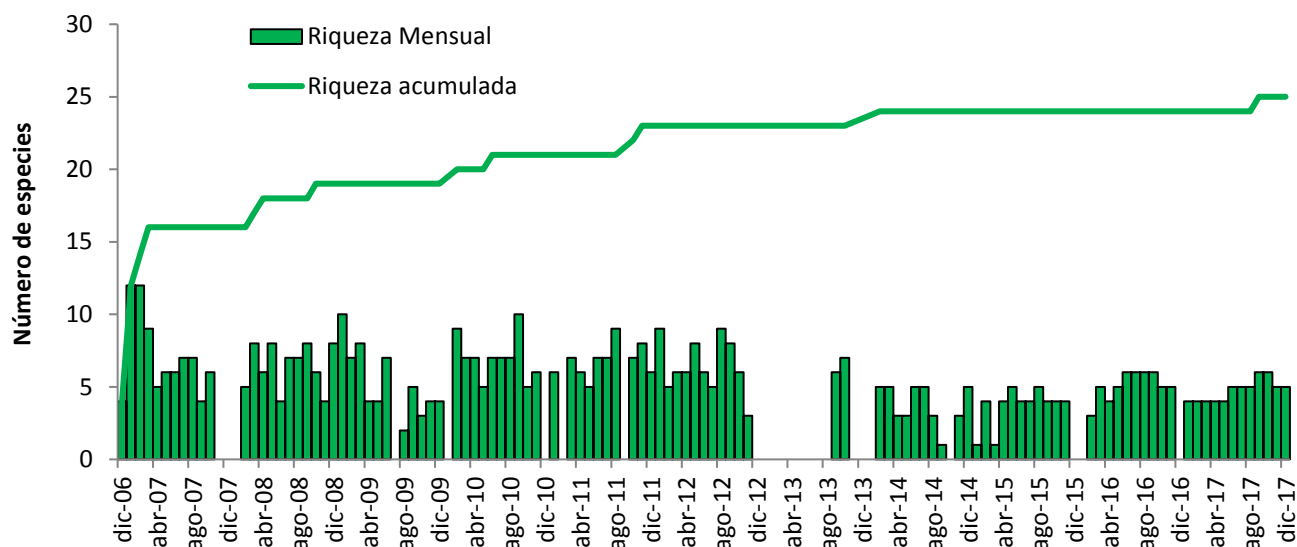


Figura 4. Riqueza mensual: número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada:** las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua). La ausencia de datos refleja ausencia de pesca durante el período de estudio (2006-2017) (ver Métodos por más detalles).

Captura por unidad de esfuerzo

La captura en términos de CPUE total mensual mostró diferencias significativas al analizar todo el período 2006-2017 (ANOVA; $F_{10:97}=4,7$; $p=0,00002$). Cuando comparamos abundancias totales entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el período pre-UPM (2007) y el primer (2008) ($p=0.02$), tercer (2010) ($p=0.01$) y octavo (2015) (0.0006) período post-UPM utilizando test de Tukey *post hoc*. 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, lo cual 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. 5); coincidiendo esto valores con los mayores picos de captura de sábalo registrados en los mismos meses (Fig.4).

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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.

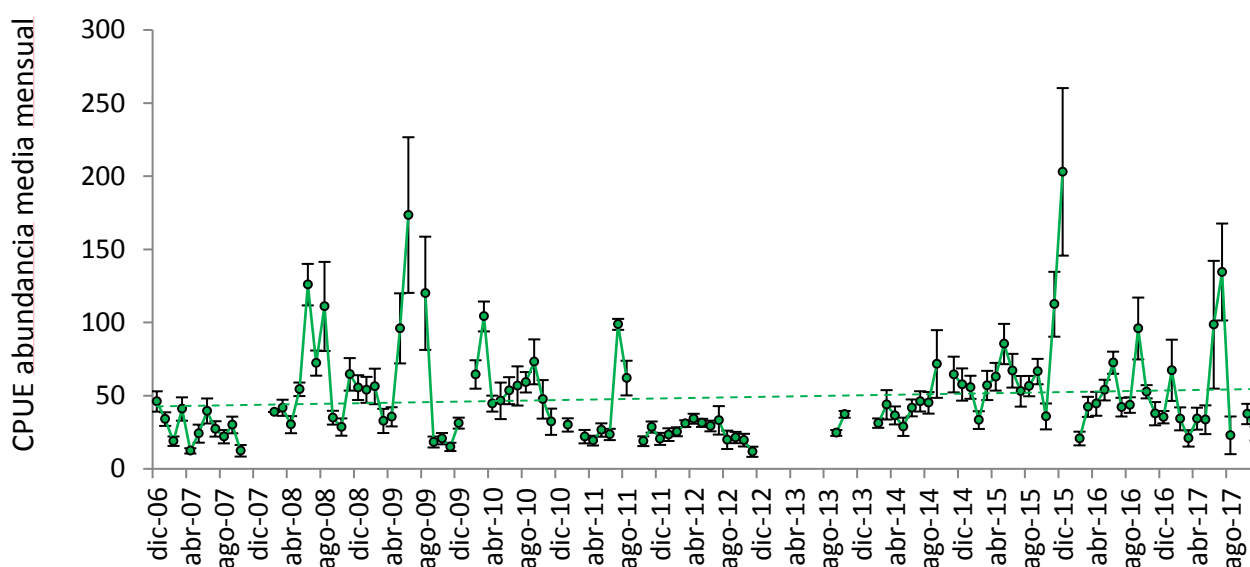


Figura 5. CPUE total media mensual (abundancia): número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2017 en Nuevo Berlín. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. La línea punteada muestra la tendencia aunque ésta no fue significativa.

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. La CPUE total fue bastante variable durante el último período 2017, la máxima se observó durante el mes de julio con una CPUE total de 134.5 ± 144 y la mínima durante marzo con 20.8 ± 9.7 .

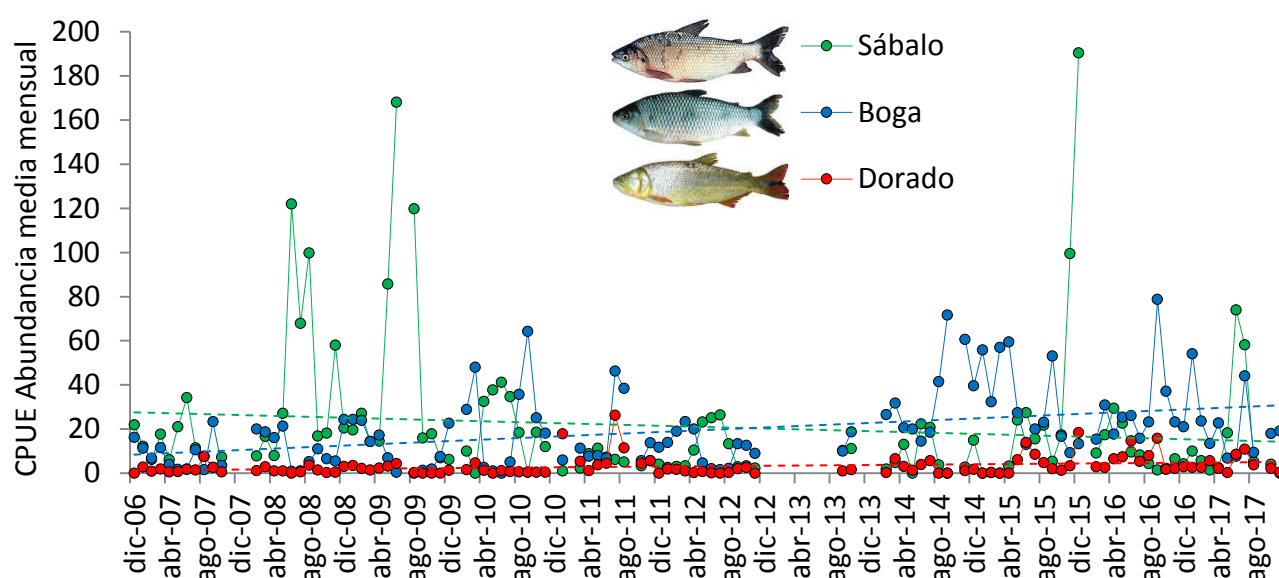


Figura 6. CPUE total: número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2006-2016 en Nuevo Berlín para las principales especies de importancia comercial: boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

La captura de sábalo mostró diferencias significativas al analizar los 11 períodos 2006-2017 ($F_{10, 97}=2,5$; $p=0,010$). Si bien no se detectaron diferencias significativas al comparar el período pre-

UPM con los sucesivos períodos post-UPM, se observó una tendencia al incremento de la abundancia del período pre-UPM (2007) hacia el primer y segundo período post-UPM con capturas diarias por encima de 100 individuos, particularmente en los meses de junio a agosto de los años 2008 y 2009 (Fig. 6). Se detectó diferencias significativas entre el período 2008 y los períodos 2011 ($p=0.04$) y 2014 ($p=0.04$), momentos donde se observó un pronunciado declive de las capturas (Fig. 6) a partir del test *post hoc* Tukey. Luego se observa un incremento de la CPUE de sábalo a partir de noviembre y diciembre de 2015 con capturas de 99 y 190 individuos respectivamente (Fig. 6), sin embargo no se observan diferencias significativas para este período. La CPUE de sábalo fue muy variable durante el último período 2017, la máxima se observó durante el mes de junio con una CPUE total de $73,9 \pm 112,8$ y la mínima durante noviembre con ausencia de sábalos.

La CPUE de boga mostró diferencias significativas entre los 11 años desde 2006 a 2017 ($F_{10, 97}=4,3$; $p=0,00006$), particularmente se detectaron diferencias significativas entre el período 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 11 años (Fig. 6). Durante el último período (2017) la CPUE máxima se observó durante el mes de enero con un promedio mensual de $54 \pm 50,4$ individuos y la mínima $6,7 \pm 9,1$ individuos en mayo.

Por último, la CPUE del dorado presentó diferencias significativas entre los períodos de estudio desde 2006 a 2017 ($F_{10, 97}=4,0$; $p=0,00014$). Durante el mes de julio de 2011, se detectaron las mayores capturas de esta especie alcanzando un máximo CPUE promedio mensual de 26,3, así como dos picos importantes durante los meses de junio y septiembre de 2016 (Fig. 4). Así mismo, no se detectaron diferencias significativas entre el primer período pre-UPM (2007) y el resto de los períodos. La CPUE máxima para el dorado durante el último período se observó durante el mes de

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

julio con un promedio mensual de $10,9 \pm 15,3$ individuos y la mínima $0,2 \pm 0,7$ individuos durante el mes de mayo.

Fray Bentos

La información generada para esta zona comprende el período que va desde el 17/11/2006 al 06/12/2017, donde se capturaron 45.986 peces y una biomasa total de 88.929 Kg (Tabla 4). El esfuerzo fue de un total de 4.726 paños calados durante un total de 1.378 días de pesca, con un promedio de 3,4 paños calados por día de pesca (Tabla 5). Durante dicho período se capturó un total acumulado de 11 especies (probablemente el número de especies sea mayor ya que bajo el mismo nombre común se incluyen diferentes especies, e.g. las viejas de agua), siendo la zona que presentó la menor diversidad. Durante el tercer período 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 incluidas en el cálculo de riqueza acumulada (Fig. 7). Hacia el octavo período post-UPM se capturó por primera vez la carpa común (*Cyprinus carpio*) completando nueve especies capturadas utilizando redes de enmalle. Durante el período de 2016 se incrementó la riqueza acumulada a diez especies capturadas con red de enmalle; en dicho momento se capturó por primera vez en Fray Bentos el mochuelo *G. barbatus*. Durante el presente período (2017) la captura neta de mochuelo se incrementó a más del doble pasando de 16 a 36 individuos y la biomasa de 78,8 a 181,2 kg. Durante este período se registró por primera vez la captura de bagre amarillo (*P. maculatus*) con redes de enmalle en este sitio de pesca, aumentando la riqueza acumulada a 11 especies. Las capturas totales netas para cada

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 4.726 paños calados durante 1.378 días de pesca con un promedio de 3,4 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 cuando fueron calados 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) calándose 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, octavo y noveno año post-UPM con 145, 124 y 162 días de pesca y 466, 393 y 416 paños de red calados respectivamente. Hacia el último período se observó una tendencia a disminuir con 340 paños calados durante 142 días de pesca con un promedio de 2,4 paños calados por día de pesca (Tabla 5).

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 para el período de 11 años de estudio (17/11/2006-06/12/2017).

		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		9° año post UPM		10° año post UPM		Total por especie	
		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		05/01/15- 07/11/15		16/11/2015- 09/12/2016		03/01/2017- 06/12/2017		17/11/2006 - 06/12/2017	
Nombre científico	Nombre común	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	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	743	1.507	893	1.819	389	845	30.756	57.971
<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	1.058	2.174	1.156	2.338	770	1.678	11.111	22.240
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	549	1.068	63	158	978	2.242			21	73	685	1.527	41	105	144	455	82	258	85	273	108	298	2.756	6.457
<i>L. pati</i>	Patí	231	508	31	66	249	666	105	343	169	366	160	430	27	101	55	214	44	168	47	182	40	147	1.158	3.190
<i>H. malabaricus</i>	Tararira	148	328											29	49	5	11	16	37	3	6			201	429
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	400	44	190	18							131	89									156	58	877	209
<i>P. granulosus</i>	Armado común											25	30	52	79	4	6					19	20	100	134
<i>C. carpio</i>	Carpa																	14	42	15	47	2	5	31	94
<i>Pseudoplatystoma sp</i>	Surubí											4	9	3	10	4	16	1	7			1	8	13	48
<i>Genidens barbus</i>	Mochuelo																			16	79	36	181	52	260
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo																					2	3	2	3
Total por período		15.469	26.633	3.663	6.083	8.864	18.653	1.777	3.896	2.818	5.277	5.889	12.403	909	1.738	1.972	4.174	1.958	4.193	2.215	4.743	1.523	3.243	47.057	91.035

Tabla 5. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Fray Bentos durante el período de 11 años de estudio (17/11/2006-06/12/2017).

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
17/11/06 -11/11/07	185	950	5,1
1° año post UPM			
14/11/07-06/10/08	92	381	4,1
2° año post UPM			
03/01/09-24/09/09	148	558	3,8
3° año post UPM			
02/07/10-02/12/10	73	280	3,8
4° año post UPM			
15/02/11-01/10/11	82	328	4,0
5° año post UPM			
16/12/11 -22/11/12	159	449	2,8
6° año post UPM			
26/08/13-27/12/13	66	165	2,5
7° año post UPM			
10/01/14-28/12/14	145	466	3,2
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	124	393	3,2
9° año post UPM			
16/11/2015-09/12/2016	162	416	2,6
10° año post UPM			
03/01/2017-06/12/2017	142	340	2,4
Total	1.378	4.726	

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, presentaron un mayor número de especies (6). Sin embargo la mayor riqueza se observó durante octubre 2012 con siete especies (Fig. 7). El promedio de especies capturadas al mes durante el último período mostró un leve aumento (4,4) con respecto al promedio de especies capturadas durante todo el período de estudio (4,2). La riqueza acumulada mostró un aumento, alcanzando 11 especies, al incorporarse la captura del bagre amarillo.

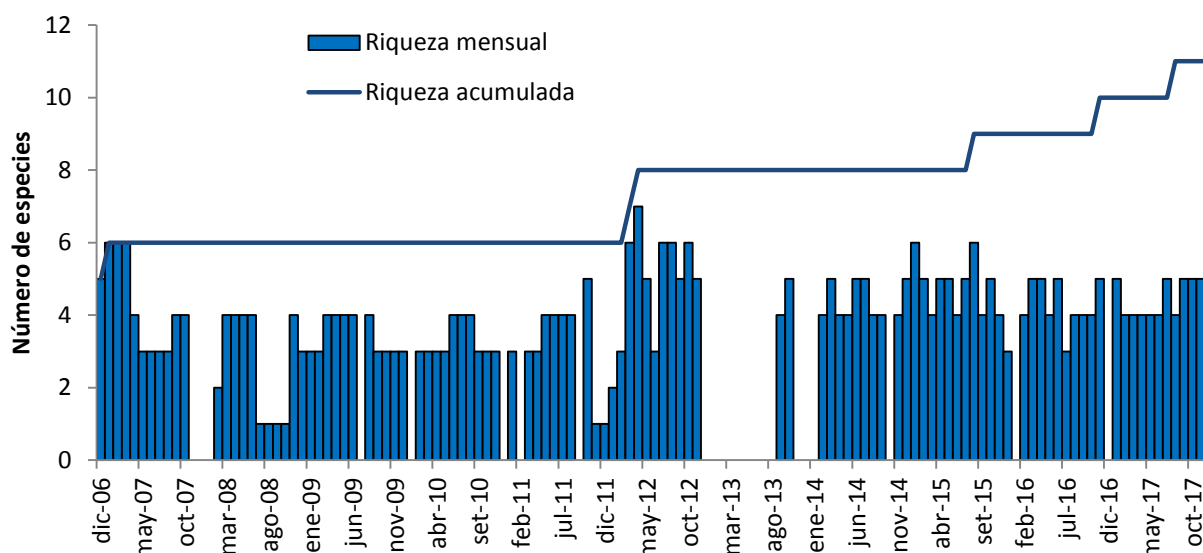


Figura 7. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua) para la zona de Fray Bentos para el período comprendido entre diciembre de 2006 y 2017. La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período (ver métodos para más detalle).

Captura por unidad de esfuerzo

La pesca total en términos de CPUE mostró diferencias significativas entre los períodos analizados

desde 2006 a 2017 ($F_{10;98} = 11,5$; $p < 0,00001$), donde se observó una marcada disminución de la

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}, ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

CPUE en el tiempo. Se detectaron diferencias significativas de la CPUE entre el período pre- UPM (2007) y el primer período post-UPM (2008) ($p=0.001$) a partir del test *post hoc* Tukey, 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 en junio de 2008. Durante el segundo período post-UPM se registraron valores de CPUE similares al período pre-UPM; no se detectó diferencias con respecto a dicho período a partir del test *post hoc* ($p=0.99$). Durante los períodos post-UPM de 2011 y 2012 se observó una leve recuperación de las capturas, y tampoco se registró diferencias con respecto a las CPUE pre-UPM (2007) ($p=0.24$ y $p=0.23$ respectivamente). Todos los períodos post-UPM siguientes mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$ en todos los casos) con respecto al período pre-UPM, mostrando una marcada disminución de la abundancia total (Fig. 8). 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. 8). Durante el presente período 2017 la CPUE total mínima se registró durante el mes de enero ($24,3\pm9,3$) y la máxima durante mayo ($86,5\pm20,4$). En promedio la CPUE total se mantuvo relativamente baja durante el último período.

En la zona de Fray Bentos, el sábalo presentó diferencias significativas al integrar todo el período de estudio (2006-2017) ($F_{10;95} = 25,9$; $p < 0,0001$), mostró una marcada tendencia decreciente de la CPUE, con capturas superiores a 200 individuos por día durante el período pre-UPM, y el segundo período post-UPM particularmente en los meses de agosto de 2007 y mayo de 2009 (CPUE: 319 y 253 individuos por día respectivamente) (Fig. 9). En este sentido se detectaron diferencias para la CPUE entre el período pre-UPM (2007) y el primer período post-UPM (2008) ($p=0,006$) a partir del test de Tukey, no así con respecto al segundo período post-UPM (2009) ($p=0,96$). El siguiente y

último pico de la CPUE de sábalo fue durante el mes de marzo 2012 (131) y continuó siendo la

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 (2007) y todos los siguientes períodos post-UPM siendo mayores durante el período pre-UPM a partir del test de Tukey: 2010 ($p=0,001$), 2011 ($p=0,007$), 2012 (0,048) y de 2013 a 2017 ($p<0.001$).

La CPUE de boga no mostró diferencias significativas a lo largo de todo el período de estudio para esta zona, (2006-2017) ($H_{10;109} = 15,5$; $p = 0,12$), se utilizó el test de Kruskal y Wallis 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 (2006-2017) ($H_{10;109}=29,6$; $p=0,001$), nuevamente se utilizó el test de Kruskal y Wallis por las mismas razones anteriormente planteadas. Las mayores capturas de dorado se dieron durante los meses de mayo y junio de 2009 (CPUE: 48,4 y 46,3 respectivamente) y febrero y marzo de 2012 (CPUE: 40,5 y 45,0, respectivamente) (Fig. 9).

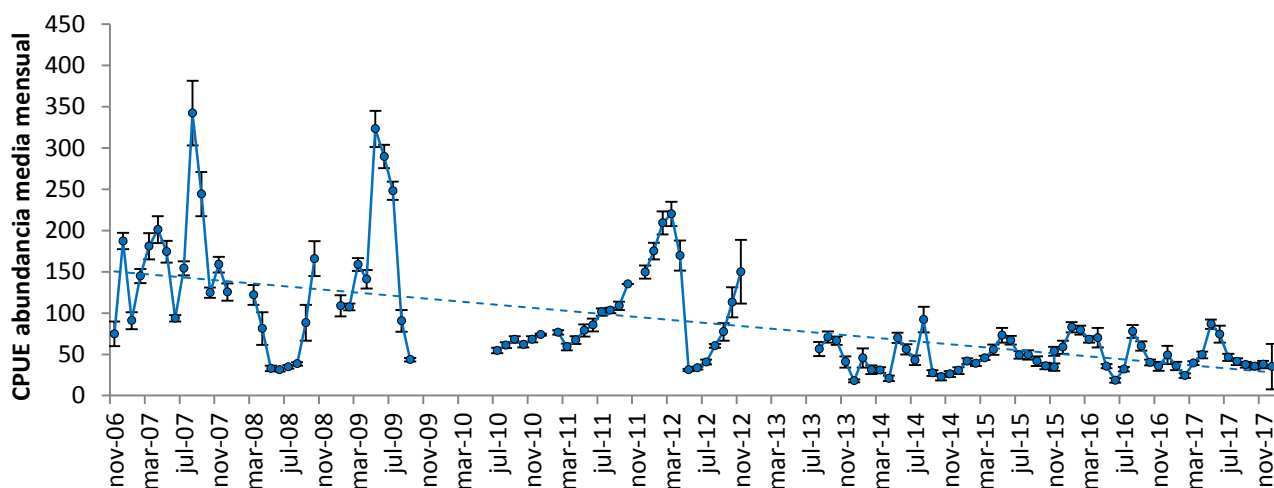


Figura 8. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca con redes, durante el período 2007-2017 en Fray Bentos. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. Línea punteada marca la tendencia de la CPUE de cada especie.

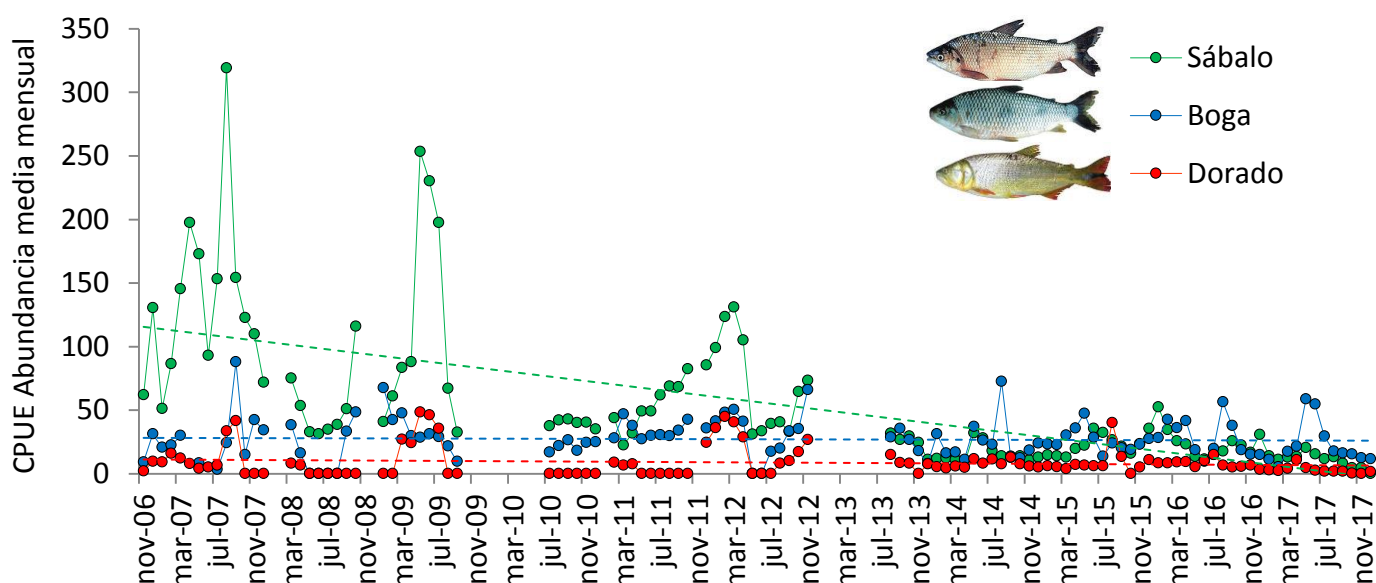


Figura 9. CPUE, número de individuos colectados en 10 paños para cada día de pesca, durante el período 2007-2017 en Fray Bentos para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. Línea punteada marca la tendencia de la CPUE de cada especie.

Las Cañas

La información generada para esta zona de pesca comprendió el período desde el 26/01/2007 al 11/12/2017, con un total de 2.205 días de pesca y 17.402 paños calados, donde se capturaron 68.364 peces con un total de 123.781 Kg, siendo la zona con mayor captura total neta. Dicha captura con redes comprendió un total de 13 especies hasta el momento (Fig. 10), (16 especies incluyendo espineles y redes), siendo por lo tanto la zona con valores de diversidad intermedios considerando las dos restantes. 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), continuaron apareciendo algunas especies no capturadas hasta el momento. Hasta el segundo período post-UPM (noviembre 2008) se capturaron nueve especies. Durante marzo de 2010 se pescó por primera vez el bagre blanco (*Pimelodus albicans*) y en setiembre de 2014 apareció 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 (2008). Durante este período (2017) se registró por primera vez la captura de bagre amarillo (*P. maculatus*) y el mandubá (*Ageneiosus inermis*) con redes de enmalle en este sitio de pesca, aumentando la riqueza acumulada a 13 especies. En esta zona de pesca es capturado el mochuelo (*Genidens barbatus*), durante los meses de setiembre a diciembre. Durante el último período (2017) se duplicó las capturas netas de mochuelo con respecto al período anterior (2016), pasando de un total de 120 a 284 mochuelos y 458 a 1000 kilogramos, siendo la mayor captura de esta especie durante todo el período de estudio (Tabla 6).

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

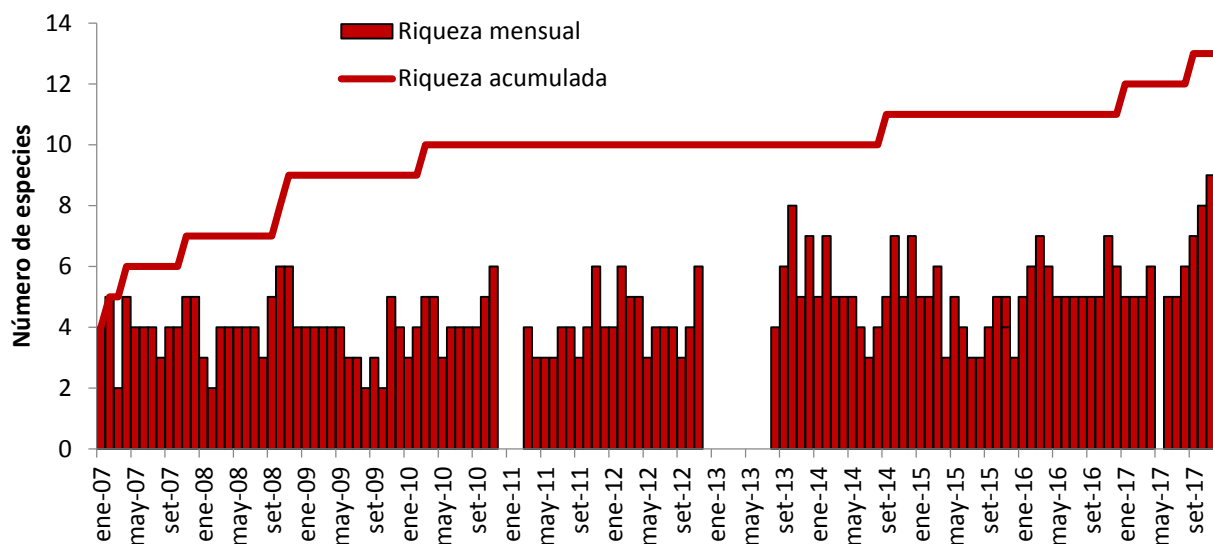


Figura 10. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua) para la zona de Las Cañas durante el período enero 2007 diciembre 2017. La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período por más detalle ver métodos.

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.

		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		9° año post UPM		10° año post UPM		Total por especie	
		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		26/11/2015-17/12/2016		03/01/2017-11/12/2017		26/01/07-11/12/2017	
Nombre científico	Nombre común	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
<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	617	1.693	2.965	738	1.325	30.147	54.824
<i>M. obtusidens</i>	Boga	767	1.478	2.197	363	206	3.826	6.789	11.694	2.868	5.334	2.059	3.841	852	1.482	2.813	5.032	1.928	3.519	3.488	6.273	2.579	4.773	26.546	47.615
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	145	354	178	4.445	226	508	637	1.211	966	189	1.157	2.891	52	107	136	330	107	254	421	959	358	864	4.383	12.112
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	6	3	220	130			663	343	374	226			379	194	780	652	315	166	1.033	781	647	459	4.417	2.954
<i>L. pati</i>	Pati	94	261	175	445	66		444	914	15	36	79	159	30	64	44	68	13	41	321	768	81	234	1.362	2.990
<i>P. granulosus</i>	Armado	3	6							51	78	554	857	33	52	219	324	28	48	6	13	42	70	936	1.448
<i>G. barbatus</i>	Mochuelo			1	7	1	7	13	54	4	17			1	10	19	51	30	92	120	458	284	1.000	473	1.696
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubi	1	3									9	24	7	17	10	19	1	3	1	2	5	17	34	85
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco							3	6							22	15			32	17			57	38
<i>C. carpio</i>	Carpa			1	3																	3	7	4	10
<i>Ageneiosus inermis</i>	Manduva															1	3					2	3	3	6
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo																					2	4	2	4
Total por período		5.409	9.946	8.171	14.333	10.895	20.121	12.361	21.254	5.172	9.213	7.614	14.923	1.474	2.154	4.476	7.241	2.790	4.740	7.115	12.236	4.741	8.756	68.364	123.781

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Esfuerzo de pesca

Las Cañas es el sitio con mayor esfuerzo de pesca tanto en número de redes, como en 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), con 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 disminuyó y se encontró en el entorno de los valores analizados durante el período 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 y 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., El noveno período presentó el mayor esfuerzo de pesca registrado en lo que va del monitoreo con un total de 2.179 paños calados durante 289 días de pesca. Durante el último período (2017) se registró una leve disminución del esfuerzo con 1.679 paños calados durante 219 días de pesca completando un promedio de 7,6 paños por día (Tabla 7).

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
10° año post UPM			
03/01/17-11/12/17	219	1.672	7,6
Total	2.205	17.402	

Captura por unidad de esfuerzo

La captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE no presentó diferencias significativas ($F_{10;109} = 1,0$; $p = 0,42$) incluyendo todo el período (2007-2017). Sin embargo, mostró algunas tendencias que se detallan a continuación: los valores máximos de CPUE se observaron durante la primera mitad de todo el período 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. 11). 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 disminuyen y se mantienen en el entorno de 50 individuos, decreciendo hacia el período 2015. Se observa una leve tendencia en aumento de las capturas durante el período 2016, con valores por encima de 50 individuos por unidad de esfuerzo, que luego vuelven a disminuir hacia el último período (Fig. 11).

En la zona de Las Cañas la CPUE de sábalo presentó diferencias significativas entre los períodos de estudio (2006-2017) ($F_{10;109} = 6,9$; $p < 0,0001$). En este sentido, se observa una tendencia decreciente de la abundancia con dos épocas claramente definidas: una con picos de capturas en el entorno y superiores a 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. 12). A partir de 2013 las capturas de sábalo disminuyeron aún más y se mantuvieron por debajo de las capturas de boga.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

En este sentido, se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y el séptimo (2013) ($p=0.03$), octavo (2014) ($p=0.004$) y noveno (2015) ($p=0.004$) período post-UPM a través del test de Tukey, siendo mayor durante el período pre-UPM. Hacia el período 2016 se observó un incremento en las CPUE, aunque no fue estadísticamente significativo; durante el último período (2017) la CPUE vuelve a disminuir mostrando diferencias marginalmente significativas ($p=0.06$) con respecto al período pre UPM (Fig. 12).

La boga también presentó diferencias significativas, analizando todo el período de estudio (2006-2017) ($F_{10;109} = 3,5$; $p = 0,0005$). Al comparar entre el período pre-UPM y el post-UPM se encontraron diferencias con el tercer período post-UPM (2010) ($p=0,001$), 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 (Fig. 12). También se encontró diferencias con los períodos post-UPM correspondiente a 2014 ($p=0,04$), 2015 ($p=0,05$) y 2016 ($p=0,008$) donde se observó un aumento de las capturas de boga.

La CPUE del dorado presentó diferencias significativas analizando todo el período de estudio (2006-2017) ($F_{10;109}=11.2$; $p<0,0001$), a partir del test *post hoc* Tukey se encontraron diferencias entre el período pre-UPM y el cuarto y quinto período post-UPM (2011 y 2012) ($p= 0,0002$ y $p=0.002$ respectivamente), 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. 12). El período post-UPM 2016 también mostró diferencias significativas con el período pre-UPM ($p=0,002$), el cual mostró un aumento de la CPUE promedio de $3,8 \pm 1,2$ individuos (Fig. 12).

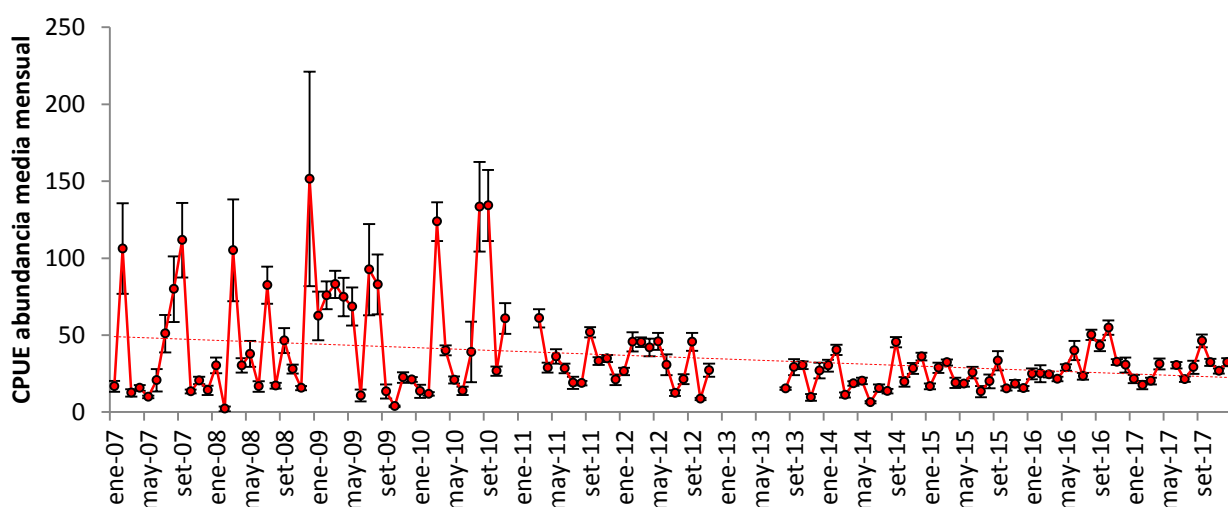


Figura 11. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2017 en Las Cañas. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

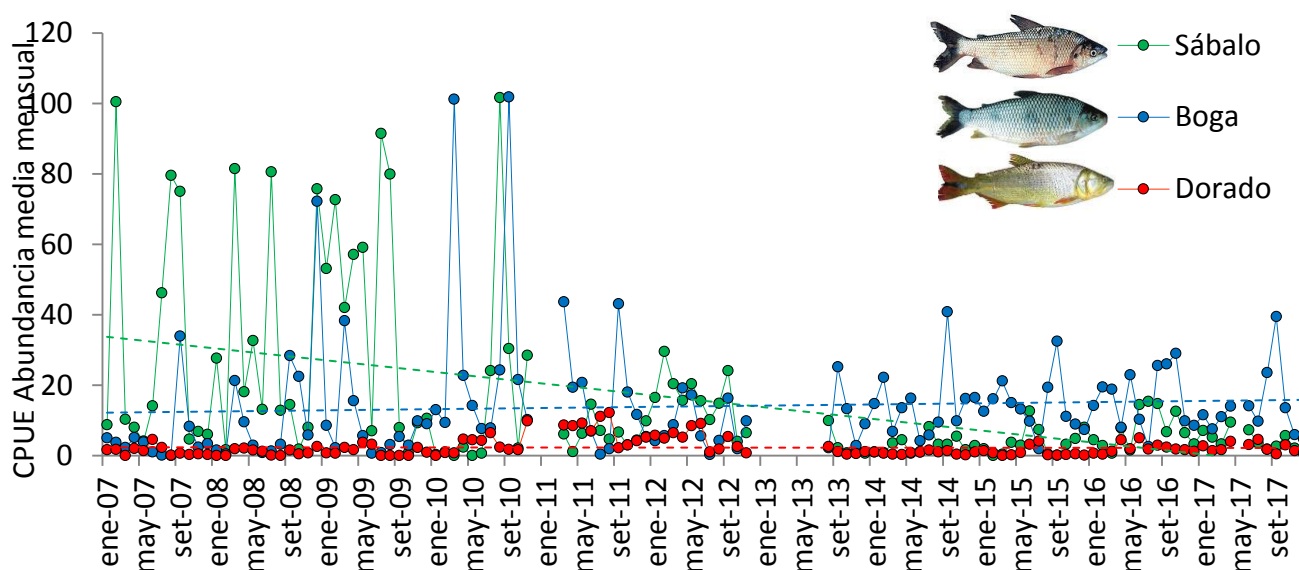


Figura 12. CPUE total, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2017 en Las Cañas para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los períodos con falta de datos se evidencian como líneas interrumpidas.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Pesca con espineles

En Las Cañas el uso de este arte de pesca es más frecuente que en las otras zonas, donde casi no se emplea, por lo tanto es la única zona donde se presentan los resultados de captura con espineles. Durante todo el período (2007-2017) se calaron un total de 241.390 anzuelos distribuidos en 888 días de pesca, que da un promedio de 272 anzuelos calados por día de pesca. En el período pre-UPM (2006-2007) se utilizaron un total de 36.500 anzuelos durante 120 días de pesca, con un promedio de 304 anzuelos en cada día; el primer año post-UPM (2008) es similar, con 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 2.600 anzuelos) y con 16 días de pesca y un promedio de 304 anzuelos por día (total de 4.870 anzuelos), respectivamente. Durante el 2013 se registran 36 días de pesca, con un promedio de 329 anzuelos por día (total de 11.850 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 2015 se calaron un total de 29.100 anzuelos en 108 días de pesca con un promedio de 270 anzuelos por día. Hacia 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. Finalmente, durante el período 2017 continúa la tendencia a disminuir el esfuerzo, durante 92 días de pesca se caló un total de 19.950 anzuelos con un promedio de 217 anzuelos por día de pesca.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 (dos), lo cual coincide con el menor esfuerzo de pesca, mientras que durante los tres últimos períodos ocurre el mayor número (siete). La captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE presentó diferencias con probabilidad marginalmente significativa entre los períodos ($F_{7;71}=2,1$; $p = 0,052$). La CPUE del bagre amarillo no mostró diferencias ($F_{7;71} = 1,3$; $p = 0,27$) entre los períodos. Para el patí si se encontraron diferencias significativas entre los períodos ($F_{7;71}=2,6$; $p= 0,02$), sin embargo no se detectó diferencias entre el período pre-UPM y ninguno de los períodos pos-UPM.

Las especies capturadas con mayor frecuencia son el bagre amarillo y el patí, con 16.153 y 3.054 individuos, y 9.925 y 4.050 kilogramos, respectivamente (Tabla 7). La siguiente especie en términos de abundancia fue el pejerrey (*Odontesthes sp.*), con 1.201 ejemplares capturados y una biomasa de 623,7 kilogramos. Esta especie presenta una marcada estacionalidad, siendo capturada de junio a setiembre cuando la temperatura del agua disminuye. En el presente período no se registró la captura de esta especie. En el último período se mantuvo la presencia de mandubá (*Ageneiosus inermis*) y se registró la reaparición del manduví (*Ageneiosus militaris*), con altas abundancias para las dos especies. Durante este último período se destaca un incremento en las capturas netas de mochuelo a pesar del menor esfuerzo de pesca registrado en este período, pasando de 11 a 113 individuos y de 27 a 348 kg. Este incremento podría deberse por un lado a un aumento de la abundancia de mochuelo en el río, o por otro lado a una aparición más temprana de la especie en las zonas de pesca, la cual normalmente comienza a ser capturada a fines de setiembre. Sin embargo, durante el presente período se capturó desde principios de agosto (03/08/17) hasta mediados de octubre (10/10/17). Este adelantamiento podría haber extendido el tiempo en que aún se están alimentando permitiendo una mayor captura, representando en términos de biomasa la segunda especie más capturada con este arte de pesca.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

La especie más capturada durante el presente período continuó siendo el bagre amarillo con una captura neta de 1.064 individuos y 731 kg, sin embargo mostró una reducción con respecto al año anterior. El manduví y el mandubá mostraron capturas netas similares (255 y 239 respectivamente), sin embargo el mandubá registró una mayor biomasa (250 kg, en comparación a los 183 kg capturados de manduví) ya que alcanza tamaños mayores. De la misma manera, el patí y el mochuelo mostraron capturas netas similares (132 y 113 individuos respectivamente), sin embargo la biomasa de mochuelo fue superior a la de patí por la misma razón (215 kg y 348 kg respectivamente).

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		9° año post UPM		10° año post UPM		Total por especie	
		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		29/11/15-10/11/16		07/01/17-18/11/17		26/01/07-18/11/17	
		Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
Salminus brasiliensis	Dorado	2	4											2	6	129	276	64	181	6	13	43	81	246	561
Luciopimelodus pati	Patí	606	798	696	945	333	338	217	232	46	52	23	17	83	92	419	496	148	234	351	631	132	215	3.054	4.050
Pimelodus maculatus	Bagre amarillo	2.319	1.478	1.965	1.112	1.978	1.112	1.002	582	323	175	457	267	64	42	2.731	1.737	2.281	1.448	1.969	1.241	1.064	731	16.153	9.925
Pterodoras granulosus	Armado común	2	5											59	84					4	9			65	98
Potamotrygon sp.	Raya			19	56									1	6	4	20	3	20			1	15	28	117
G. barbuis	Mochuelo					85	170									66	154	33	83	11	27	113	348	308	782
Ageneiosus inermis	Mandubá	12	7																	39	29	239	250	290	286
Odontesthes sp.	Pejerrey	66	38	488	286	443	230					151	80			52	27			1	1			1.201	662
Pimelodus albicans	Bagre blanco													216	170	66	45	14	15					296	230
Ageneiosus militaris	Manduví															43	36	119	72			255	183	417	291
Total por período		3.007	2.330	3.168	2.399	2.839	1.850	1.219	814	369	227	631	364	425	400	3.510	2.791	2.662	2.053	2.381	1.951	1.847	1.823	22.058	17.002

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

Comparaciones entre sitios

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca en cuanto a número de paños, considerando todo el período (2006-2017), fue diferente entre los sitios ANOVA ($F_{2;337} = 151,5$; $p < 0,0001$). Utilizando el test *post hoc* (Tukey) siendo mayor en Las Cañas que en Nuevo Berlín ($p=0.00002$) y que en Fray Bentos ($p=0.00002$) y mayor en Nuevo Berlín que en Fray Bentos ($p=0.0001$). Las Cañas fue la zona con mayor esfuerzo de pesca, con $147,1 \pm 60,8$ paños promedio calados por mes, seguida de Nuevo Berlín, con $69,8 \pm 48,4$ paños promedio calados por mes, y por último Fray Bentos, con $43,2 \pm 23,4$ paños promedio calados por mes.

En cuanto al número de días de pesca, considerando todo el período de estudio (2006-2017), también se encontraron diferencias entre los sitios; ANOVA ($F_{2;27} = 64,7$; $p < 0,0001$). Utilizando el test *post hoc* (Tukey) se encontraron diferencias entre Las Cañas y Nuevo Berlín ($p=0.00002$) y entre Las Cañas y Fray Bentos ($p=0.00002$), pero no entre Nuevo Berlín y Fray Bentos ($p=0.07$). Nuevamente, Las Cañas fue la zona con más días de pesca promedio, con $18,4 \pm 6,1$ por mes, seguido de Fray Bentos, con $12,4 \pm 4,2$ días de pesca promedio por mes, y por último Nuevo Berlín, con $10,8 \pm 5,5$ días de pesca promedio por mes.

CPUE: abundancia por especie por sitio y por año

La CPUE de sábalo mostró diferencias entre los sitios; ANOVA factorial ($F_{2; 307}=74,2$; $p<0,0001$), entre los períodos ($F_{(10; 307)}=14,9$; $p<0,0001$), así como para la interacción entre ambos factores (sitio-período) ($F_{(20; 307)}=2,2$; $p = 0.003$). Fray Bentos fue la zona de pesca con mayor captura

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

promedio de sábalo medida en (CPUE) ($51,9 \pm 56,4$ individuos por día de pesca), seguido por Nuevo Berlín con $20,7 \pm 32,3$ individuos por día de pesca y por último Las Cañas con $15,7 \pm 23,7$ individuos por día de pesca.

Para 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. Sin embargo, se encontró diferencias entre los sitios a partir del test no paramétrico KW ($H_{2, 340} = 31,1$; $p < 0,0001$), en este sentido la captura de boga fue mayor en Fray Bentos y Nuevo Berlín que en Las Cañas ($p < 0,001$ y $p = 0,01$ respectivamente) y Fray Bentos mostró una mayor captura de boga que Nuevo Berlín ($p = 0,025$) a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas. Fray Bentos fue la zona de pesca con mayor (CPUE) promedio de boga ($24,1 \pm 16,4$ individuos por día), seguido por Nuevo Berlín con $19,3 \pm 16,9$ individuos por día y por último Las Cañas, con una captura de $14,0 \pm 16,0$ individuos por día. También se detectaron diferencias entre los períodos ($H_{(10, N= 340)} = 48,4$; $p < 0,0001$), 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 2010 ($p = 0,03$), 2011 ($p = 0,007$), 2014 ($p = 0,001$), 2015 ($p = 0,0003$) y 2016 ($p = 0,0023$) 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, para el dorado no fue posible aplicar ANOVA factorial para los datos referentes a la captura CPUE, 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 no presentaron diferencias entre los sitios (KW test; $H_{2, 340} = 0.39$; $p = 0,82$), sin embargo hubo una

tendencia a mayores valores de CPUE en Fray Bentos ($5,0 \pm 9,2$ individuos/ día de pesca), mientras Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

que Nuevo Berlín y Las Cañas mostraron valores similares ($2,8 \pm 3,9$ y $2,3 \pm 2,6$ individuos por día de pesca respectivamente). Adicionalmente, se detectó diferencias entre los períodos mediante el test de Kruskal Wallis ($H_{10, 340} = 30,1$; $p = 0,0008$) al analizar todos el período (2007-2017). 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 mostró diferencias entre los sitios ($F_{2;307} = 64,8$; $p < 0,0001$), entre los períodos ($F_{10;307} = 3,2$; $p = 0,0007$), así como para la interacción entre ambos factores ($F_{20;307} = 4,8$; $p < 0,0001$), lo cual apoya los resultados mostrados anteriormente para cada sitio por separado. Fray Bentos fue la zona donde se dio la mayor captura total de individuos ($86,3 \pm 65,2$), seguido de Nuevo Berlín ($48,6 \pm 32,4$) y por último Las Cañas ($35,9 \pm 28,7$). 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. Particularmente estas diferencias aparecen recién a partir del sexto período post-UPM (2013) donde la CPUE total decae. A partir de 2013 hasta 2017, la CPUE pre-UPM (2007) fue siempre superior a la de los períodos post-UPM: 2013 ($p = 0,02$), desde 2014 hasta 2017 ($p < 0,001$) a partir del test *post hoc* (Tukey). La captura de sábalo en Fray Bentos representó el 70% de la captura total en términos de abundancia durante todo el período, siendo esta especie la que mostró la mayor caída de la abundancia, lo que explicaría las diferencias encontradas en Fray Bentos para la captura total.

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, 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 especies de importancia comercial analizadas (sábalo, boga y dorado) integrando todo el período de estudio. Por lo tanto, no existiría un efecto puntual de la descarga de efluentes por parte de UPM S.A sobre las capturas de las pesquerías artesanales.

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 en algunos casos por debajo de las capturas de boga. Si bien la disminución solo fue significativa en Fray Bentos, también se observó una tendencia a la disminución en el resto de los sitios, por lo que podemos especular que la disminución se debe a factores espaciales de mayor escala y posiblemente no responden a efectos locales, como podría ser la descarga de efluentes de UPM S.A. Las variaciones observadas responderían a la dinámica cíclica 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 los individuos en edad reproductiva de esta especie 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. Es posible formular diferentes hipótesis que explicarían dichas fluctuaciones; durante los últimos períodos pueden haber

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

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 caudal) no permiten 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 esta zona más sensible a las fluctuaciones naturales de esta especie. En la mayoría de las especies migratorias se observa una sincronización entre el ciclo reproductivo y el ciclo hidrológico (Vazzoler, 1996; Agostinho et al. 2004; Bailly et al. 2008), es esperable que los eventos reproductivos favorables se encuentren 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 (2017), se registró la mayor captura de mochuelo en los once años de monitoreo. Las Cañas es el sitio de pesca que presenta las mayores capturas de esta especie; en Fray Bentos, fue capturado por primera vez durante el período pasado 2016. En los tres sitios de pesca se registró un aumento de las capturas con respecto al período anterior, indicando que tanto 2016 como 2017 representaron un momento favorable para la reproducción de esta especie. Esta especie se encuentra dentro de la lista de especies prioritarias para la conservación del SNAP (Soutullo *et al.*, 2013), por lo cual sería relevante monitorear la evolución de las capturas, aportando así información

Nicolás Vidal¹, Iván Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello² Samanta Stebniki¹ Anahí López-Rodríguez², Alejandro D'Anatro^{1*}. ¹Laboratorio de Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, ²CURE-Facultad de Ciencias. *e-mail: passer@fcien.edu.uy

valiosa para su conservación. Particularmente el presente período se caracterizó por la aparición temprana de esta especie, lo cual podría explicar el aumento en las capturas. 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 la obtención de datos a partir de este monitoreo que se viene desarrollando desde hace 11 años de forma continua, permite una comprensión de las variaciones espacio-temporales de las capturas de las pesquerías artesanales. Esto permite complementar el monitoreo de la estructura de la comunidad de peces, así como la exposición a contaminantes que se realiza paralelamente. Este enfoque, a múltiples escalas espaciales y temporales, 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.

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 barbus* (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 2013. URUGUAY. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Proyecto GEF. Guía Práctica Para Pescadores Artesanales: beneficios, derechos y trámites vinculados a la actividad. Montevideo, MGAP-DINARA – GEF – FAO, 48 p.

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 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.

Ricker, W. E. 1975. Computational and interpretation of biological statistics of fish population, *Bull. Fish. Res. Bd Can*, 191:382 pp

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 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. Maringa, Universidade Estadual de Maringa.

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).

Vidal, N., D'Anatro A., Stebniki S, Gonzalez-Bergonzoni I., Teixeira de Mello F. 2016. 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).

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.