



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).



Mayo de 2016

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



UPM S.A.

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

Distribución

UPM S.A.
DINAMA
DINARA

Páginas 45

Figuras 10

Tablas 7

Imagen de tapa: Ejemplares de *Luciopimelodus pati* y *Pimelodus albicans* capturados con espinel en abril de 2016 por pescadores de Las Cañas



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	18
Captura por unidad de esfuerzo	20
Fray Bentos	23
Esfuerzo de pesca	23
Captura por unidad de esfuerzo	27
Las Cañas	30
Esfuerzo de pesca	33
Captura por unidad de esfuerzo	34
Pesca con espineles	37
Comparaciones entre sitios	40
Esfuerzo de pesca	40
Abundancia total relativa (CPUE) por especie	41
Conclusiones	43
Bibliografía	45



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 (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, analizar si los mismos podrían estar relacionados al 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 de forma sistemática, en dos momentos del año (abril y noviembre-diciembre) y 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; el sábalo (*Prochilodus lineatus*), la boga (*Leporinus obtusidens*) y el dorado (*Salminus brasiliensis*) así como otras especies que son capturadas incidentalmente.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



Las pesquerías artesanales en esta región del Río Uruguay son de pequeña escala, operan mayoritariamente con botes, chalanas a remo (canoas) 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 notar 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 zonas de interés. El objetivo del presente estudio es analizar las variaciones del recurso íctico de la pesca artesanal, temporal y espacialmente, analizando la variación en la captura de especies de mayor importancia comercial en el contexto 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 previo (noviembre 2006-noviembre 2007) y a ocho períodos posteriores a la puesta en funcionamiento de la planta de celulosa (2008-2015) en tres zonas de pesca Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas (Fig. 1).



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, características del arte de pesca utilizado, por ejemplo: cantidad de paños de redes usados, el número de anzuelos en espineles o número de “tarros” para la pesca a la deriva. Adicionalmente se

Nicolás Vidal¹, Alejandro D’Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



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; la apertura de malla más 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 diámetro 0,5 mm Ø y 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 (*Prochilodus lineatus*), boga (*Leporinus obtusidens*), dorado (*Salminus brasiliensis*), 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, 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 reinales 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 (*Luciopimelodus pati*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus albicans*, *Pseudoplatystoma* spp., *Genidens barbatus*, *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”, 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 predadoras de gran porte como 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 reinal de unos cuatro metros de largo de monofilamento 0,9 mm Ø, con un anzuelo encarnado (generalmente número 9/0 y un lastre unida 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 sube el pez al bote. Hasta el momento, este último arte de pesca solo fue utilizado durante el período pre-UPM.

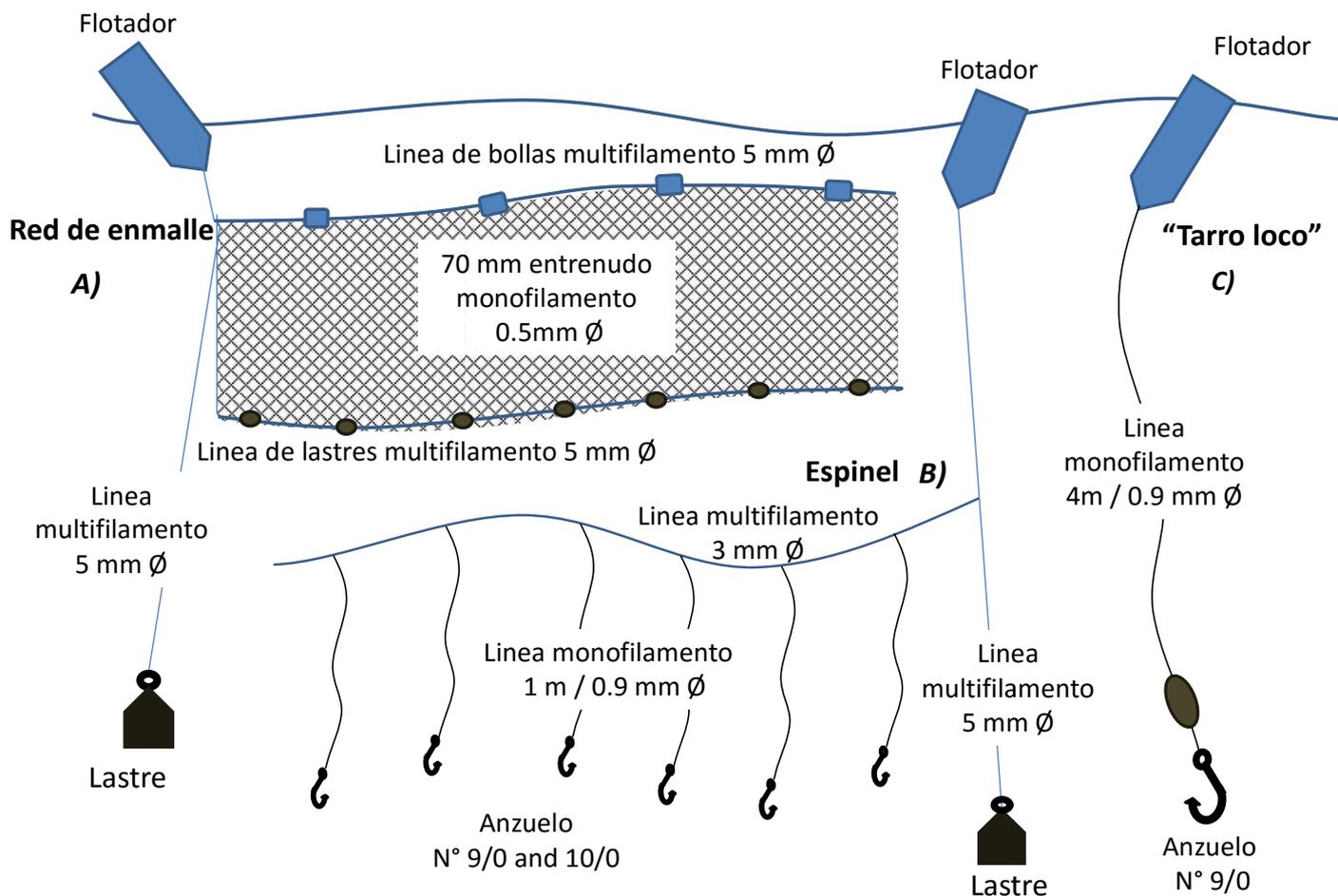


Figura 2. Descripción de las principales características de los diferentes artes de pesca utilizados durante el período de estudio: red de enmalle A), espinel B) y "tarro loco" C).



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 noviembre 2015. Los datos pertenecientes a los períodos previos han sido reportados en informes anteriores presentados a UPM (Teixeira de Mello, 2008; 2009; González-Bergonzoni, 2010, 2011, Masdeu & Larrea 2012, 2013, Masdeu 2014). En este informe se analizan los datos de todos los 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 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

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



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 y 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.

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

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



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) 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 son comprensibles y esperables.

Análisis de datos

Los pescadores realizan diferente esfuerzo de pesca variando el número de redes y anzuelos utilizados a lo largo del año y 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:

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

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

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



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

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.

El análisis diario y mensual para las capturas será presentado solo para la abundancia, ya que como se ha mencionado en informes anteriores los patrones de abundancia y biomasa presentan un patrón 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. Por ello se ha decidido utilizar la abundancia (expresada en número de individuos y como CPUE).

Se analiza el esfuerzo de pesca en cuanto a días de pesca y paños calados entre los sitios para todo el período (2006-2015) mediante análisis de ANOVA y como test post hoc se utilizó test de Tukey.

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 las abundancias promedio mensuales como réplicas para la comparación entre los tres sitios de estudio y para la comparación entre periodos de estudio.

Para las variables que presentaron normalidad y homogeneidad de varianza se realizaron análisis de ANOVA y como test post hoc se utilizó test de Tukey. En caso que las variables no presentaron

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



normalidad y homogeneidad de varianza fueron logaritmizadas para aproximarnos a los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

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 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 y analizar 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 2008-2015. Los 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).

Es importante mencionar que no se realiza ningún análisis estadístico utilizando la riqueza ya que este dato puede presentar sesgos importantes entre los pescadores sobre todo para especies capturadas en poca frecuencia. Debido a que en algunos casos varias especies son adjudicadas a una misma denominación. 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

Nuevo Berlín

La información generada para esta zona comprende el período de pesca desde el 20/12/2006 al 29/12/2015. Durante todo el período se han registrado un total de 24 especies. Esta zona tradicionalmente presentó el mayor número de especies y la menor captura en términos de abundancia y biomasa CPUE. 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 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 9 especies, en el quinto 13 especies, en el sexto 8 especies, en el séptimo 9 especies y por último en el octavo 6 especies (Tabla 1 y Figura 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, las capturas de otras especies se ven incrementadas, por ejemplo la tararira aumentó su abundancia durante tercer año post-UPM (período 2009-2010) y octavo año post UPM (período 2014- 2015) (Tabla 1).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



Durante el octavo año post-UPM 23/01/2015-29/11/2015 se capturó por primera vez el salmón criollo (*Brycon orbignyana*) en muy baja abundancia (cinco individuos).

Tabla 1. 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.

Nombre científico	Nombre común	Período pre UPM		Primer año post UPM		Segundo año post UPM		Tercer año post UPM		Cuarto año post UPM		Quinto año post UPM		Sexto año post UPM		Séptimo año post UPM		Octavo año post UPM		Total por especie	
		Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom
		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		23/01/2015-29/11/2015		20/12/2006-29/11/2015	
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	2308	4172	3353	6721	2998	5794	769	1491	176	373	914	1855	94	177	345	580,4	1425	2635	12382	23798
<i>Leporinus obtusidens</i>	Boga	1043	2059	935	1966	794	1681	934	1829	398	810	937	2014	126	235	1406	2410	1911	3771	8484	16774
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	286	786,7	135	446	137	437	33	107	218	604	103	338,1	11	30,5	90	193,4	226	525,4	1239	3468
Loricariidae	Vieja de Agua	338	262,2	239	124	139	69	113	58,5	89	44,5	207	105,3	14	7	14	-			1153	670
<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	750,5	790	1431
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	57	181,3	53	175	7	17,9	39	128	23	61,9	48	121,5	8	18,9	5	16,6	8	22,8	248	744,1
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña	23	14,3	10	5	17	8,1	5	2	19	9,5	8	4							82	42,9
<i>Catathyridium sp.</i>	Lenguado	66	30,1	7	3			2	1			4	1,3							79	35,4
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	39	48			2	2,5									20	25,5			61	76
<i>Raphiodon vulvipinus</i>	Machete	14	40,5	4	10	12	35,6	1	2,9			3	5,3							34	94,3
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí	7	34,5					7	19	3	8,7	3	13			4	12	1	4	25	91,2
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho armado	3	10			10	20													13	30
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo									1	0,5	5	2,5	3	1,5					9	4,5
<i>Schizodon sp.</i>	Lisa	1	0,5			4	1,7													5	2,2
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	Manguruyu	3	4,5					2	2,2											5	6,7
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo															5	-			5	0
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	Manduba							3	2,5			1	0,5							4	3
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví			2	1			2	1											4	2
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo			1	2			3	3,5											4	5,5
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	2	3																	2	3
<i>Rhamdia quelem</i>	Bagre negro			2	1,7															2	1,7
<i>Acestrorhynchus</i>	Dientudo	2	0,75																	2	0,75

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²

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

2-CURE-Facultad de Ciencias

E-mail: passer@fcien.edu.uy

<i>pantaneiro</i>																					
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha								2	1										2	1
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya											1	4							1	4
Total por periodo		4272	7734	4748	9472	4122	8071	2201	4180	935	1926	2236	4468	257	471,8	1901	3260	3963	7708	24635	47289

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy



Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca, en Nuevo Berlín, representó un total de 799 días de pesca durante el período diciembre 2006 – diciembre 2015, donde fueron calados un total de 5977 paños. El número de paños fue máximo en los períodos pre UPM y el primer período post UPM donde fueron calados un total de 1539 y 1535 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 colectada así como un menor número de especies capturadas (Tabla 2) y (Fig. 2). Hacia los dos últimos períodos, enero 2015- diciembre 2015, se observó un incremento en el número de paños calados (610) así como en los días de pesca (166) (Tabla 2), el cual se vio reflejado en un aumento de las capturas (Tabla 1).

Tabla 2. Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Nuevo Berlín 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	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
Total	799	5977	

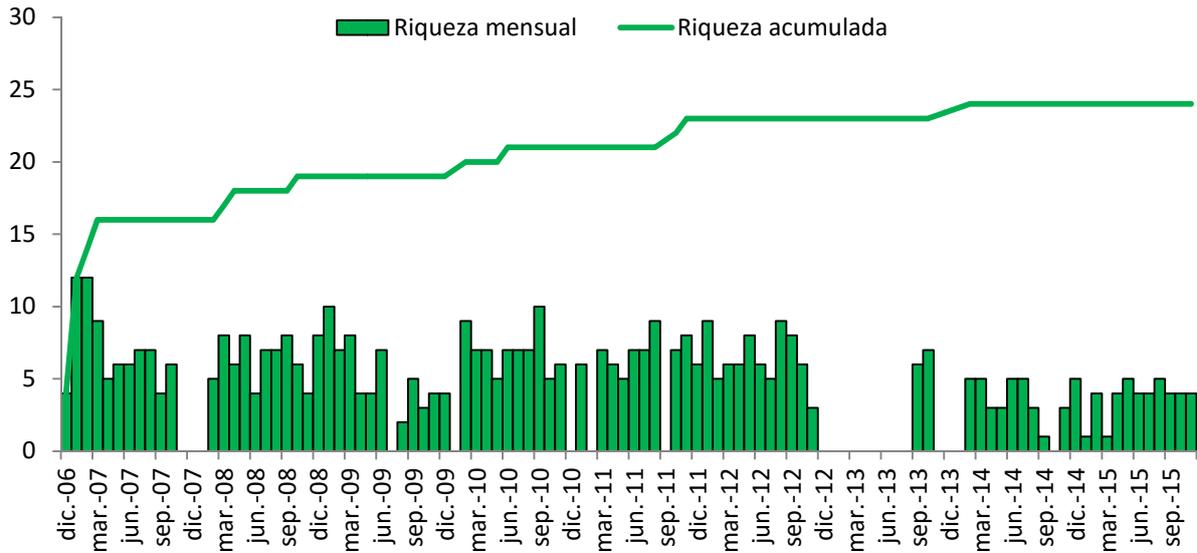


Figura 2. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua). La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período (ver métodos para más detalle).

Captura por unidad de esfuerzo

La captura en términos de abundancia total media por mes en CPUE (estandarizada a 10 paños de red por día) mostró diferencias significativas integrando todo el período 2006-2015 ($F_{2,9}=3.0$; $p<0.05$). Cuando analizamos diferencias entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM, utilizando test post hoc Tukey, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el período pre-UPM y ninguno de los períodos post-UPM. Sin embargo, la captura total presentó una tendencia al aumento desde el período pre-UPM hacia el primer y segundo período post-UPM, con un mínimo capturado de 12 peces correspondiente a los meses de abril y octubre de 2007 hasta un máximo de 125 y 173 peces en junio de 2008 y 2009 respectivamente (Fig. 3), los cuales coinciden con los mayores picos de captura de sábalo registrados en los mismos meses (Fig.4). El tercer período post-UPM también mostró un incremento con respecto al período pre-UPM, aunque este no fue estadísticamente significativo. Posteriormente, se observa una disminución de la abundancia promedio alcanzando valores mínimos en noviembre de 2012 (con 12 peces capturados) (Fig. 3). A partir de agosto 2013 se observó un incremento debido principalmente a un aumento de

las capturas de boga (Fig. 4), alcanzando un pico de abundancia total en noviembre de 2015 donde se observó un aumento de las capturas de sábalo cercano a 100 peces.

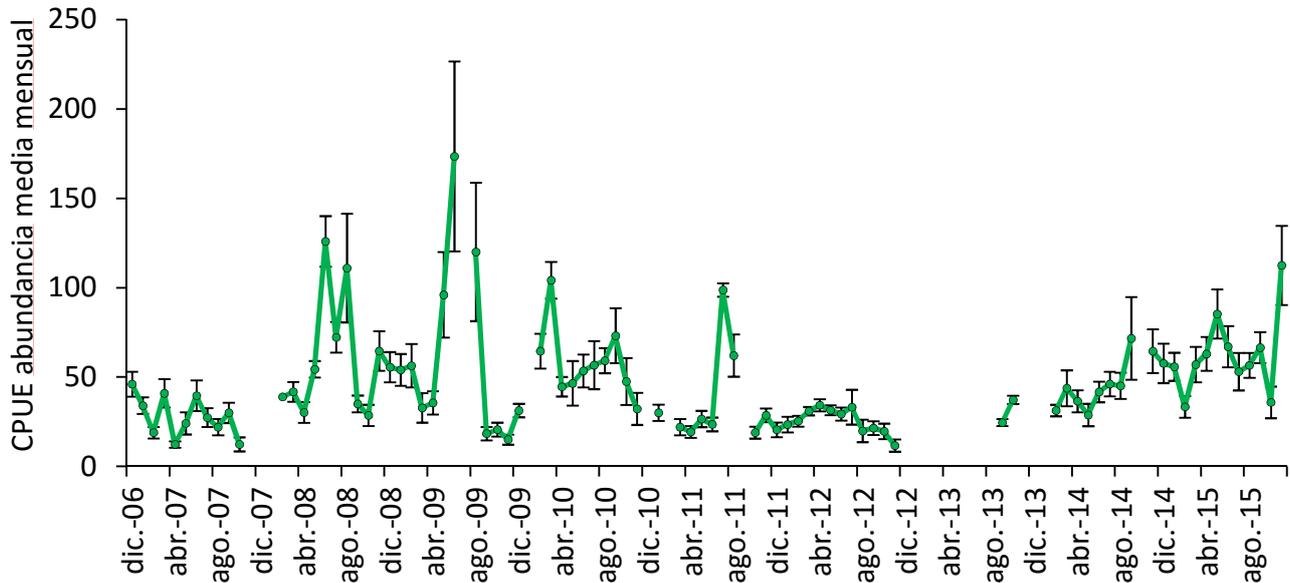
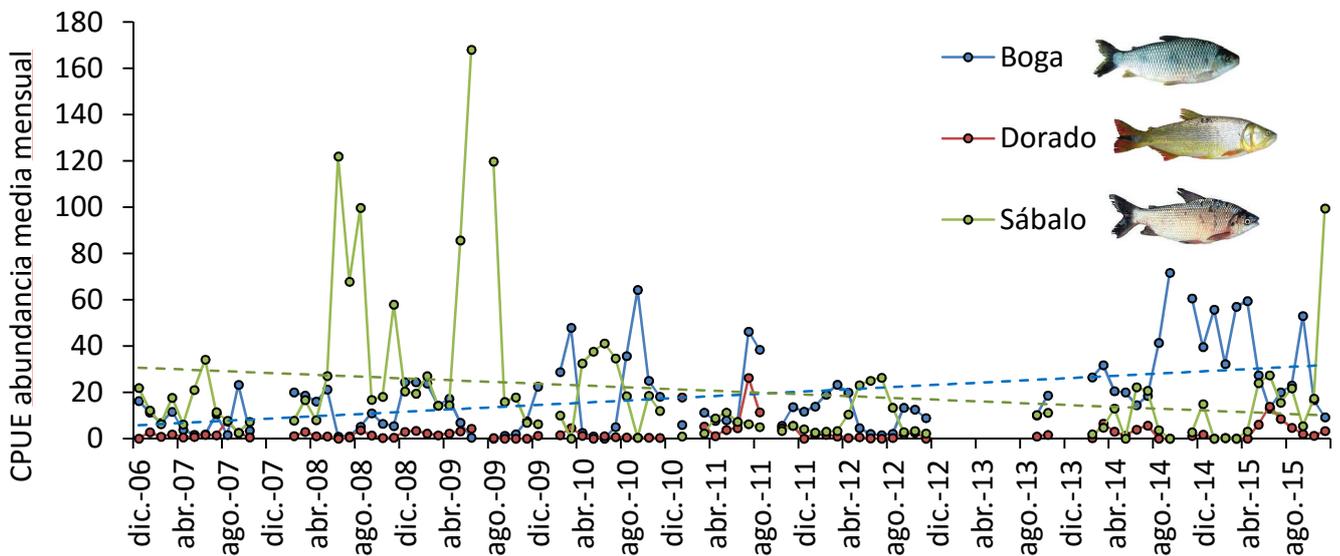


Figura 3. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Nuevo Berlín. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.



Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy



Figura 4. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños

para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Nuevo Berlín para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los periodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

La captura de sábalo mostró diferencias significativas integrando todo el período 2006-2015 ($F_{2,9} = 2,56$; $p < 0,05$), no se detectaron diferencias significativas al comparar el período pre-UPM con los sucesivos períodos post-UPM utilizando el test post hoc, Tukey. Sin embargo, se observó 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. 4). A partir de fines del segundo período post-UPM (2009) se observó una tendencia decreciente hacia el último período. 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). En este sentido la captura de boga mostró diferencias significativas integrando todo el período 2006-2015, particularmente un incremento entre el periodo pre-UPM y el séptimo y octavo período post UPM ($p < 0,05$).

Por último la captura de dorado presentó diferencias significativas integrando todo el período 2006-2015 ($F_{2,9} = 3,6$; $p < 0,001$), particularmente se detectó un incremento de las capturas en el cuarto período post-UPM a partir de test pos hoc Tukey ($p < 0,05$), 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 (Fig. 4).

Fray Bentos

La información generada para esta zona comprende el período que va desde el 17/11/2006 al 07/11/2015, donde se capturaron 43.319 peces con un total de 83.047 Kg (Tabla 3) con un total de 3970 paños calados durante 1074 días de pesca con un promedio de cuatro paños calados por día de pesca (Tabla 4). Se capturó un total de 9 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 una menor diversidad de especies. Durante el tercer periodo post-UPM se capturaron dos especies no registradas al momento: el Pejerrey (*Odonthesthes* sp.) y la Raya (*Potamotrygon* sp), estas especies fueron capturadas utilizando espineles por lo tanto no fueron incluidas para el cálculo de riqueza acumulada. Durante el quinto período post-UPM se capturaron dos especies nuevas, el armado común (*Pterodoras granulosus*) y el surubí utilizando redes y por lo tanto fueron incluidas en el cálculo de riqueza acumulada (Fig. 6). Hacia el último período se capturó una nueva especie, la carpa común (*Cyprinus carpio*), completando las nueve especies capturadas hasta el momento 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 a mediados del siglo pasado. Las capturas totales para cada una de las especies en términos de abundancia y biomasa se presentan en la Tabla 3 (capturas con redes).

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca, en número de redes, realizado en Fray Bentos fue menor de las otras zonas, fue máximo durante el periodo pre-UPM fueron calados 950 paños, con un promedio de 5 paños en cada día de pesca (185 días), disminuyendo hacia en el primer año post-UPM se calaron 381 paños con un promedio de 4 paños por día (92 días), en el segundo año post-UPM aumento el esfuerzo en

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



el 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 (Tabla 4).

Tabla 3. 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		8° año post UPM		Total por especie	
		17/11/2006 - 11/11/2007		14/11/2007- 06/10/2008		03/01/2009- 24/09/2009		02/07/2010- 02/12/2010		15/02/2011- 01/10/2011		16/12/2011 - 22/11/2012		26/08/2013- 27/12/2013		10/01/2014- 28/12/2014		05/01/2015- 07/11/2015		17/11/2006 - 07/11/2015	
Nombre científico	Nombre común	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	12846	22344	2481	4308,5	6173	12524	1137	2389	1587	2832	3553	7545	384	724,1	570	1133	743	1507	29474	55306,1
<i>L. obtusidens</i>	Boga	1295	2342	898	1532	1464	3221	535	1164	1041	2006	1331	2774	373	670,7	1190	2340	1058	2174	9185	18224,3
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	549	1068	63	158	978	2242			21	73	685	1527	41	105	144	454,7	82	258	2563	5885,4
<i>L. pati</i>	Patí	231	507,5	31	66	249	666	105	343	169	366	160	429,8	27	100,5	55	213,5	44	168	1071	2860,3
<i>H. malabaricus</i>	Tararira	148	327,5											29	49,3	5	10,5	16	36,5	198	423,8
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	400	44	190	17,5							131	89							721	150,5
<i>P. granulosis</i>	Armado común											25	29,8	52	78,5	4	5,5			81	113,8
<i>C. carpio</i>	Carpa																	14	42	14	42
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí											4	8,8	3	9,5	4	15,5	1	7	12	40,8
Total por período		15469	26633	3663	6082	8864	18652	1777	3896	2818	5277	5889	12404	909	1738	1972	4173	1958	4192	43319	83047

Tabla 4. 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° año post UPM			
29/02/2008-27/11/2008	92	381	4
2° año post UPM			
1/12/2008-15/11/2009	148	558	4
3° año post UPM			
16/11/2009-20/11/2010	73	280	4
4° año post UPM			
08/01/2011-11/11/2011	82	328	4
5° año post UPM			
14/11/2011-18/11/2012	159	449	3
6° año post UPM			
15/05/2013-16/10/2013	66	165	3
7° año post UPM			
13/02/2014-17/12/2014	145	466	3
8° año post UPM			
23/01/2015-29/12/2015	124	393	3
Total	1074	3970	

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 particularmente diciembre de 2006, enero y febrero de 2007 fueron los que presentaron mayor número de especies (6).



respecto al periodo pre-UPM ($p < 0.05$), mostrando una marcada disminución de la abundancia total (Fig. 6). 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. 6).

En la zona de Fray Bentos el sábalo presentó diferencias significativas al integrar todo el período de estudio (2006-2015) ($F_{1,9} = 16,3$; $p < 0,0001$), mostró una marcada tendencia decreciente de la abundancia, 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 (111, 103 y 100 individuos por día estandarizado a 10 redes respectivamente) (Figura 7). A partir de 2010 no se observaron picos en las capturas de sábalo aunque continuó siendo la especie más capturada. A partir de 2013 las capturas de sábalo disminuyen aún más y se mantienen por debajo de las capturas de boga. En este sentido, se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM y todos los períodos post-UPM, a partir del test post hoc Tukey ($p < 0,001$).

La captura de dorado presentó diferencias significativas, integrando todo el período de estudio (2006-2015) ($F_{1,9}=3.2$; $p<0.05$), sin embargo no se detectó diferencias a partir del test post hoc Tukey, las mayores capturas de dorado se dieron durante el mes de junio de 2009 alcanzando un máximo de abundancia promedio mensual de 19 individuos (Figura 7).

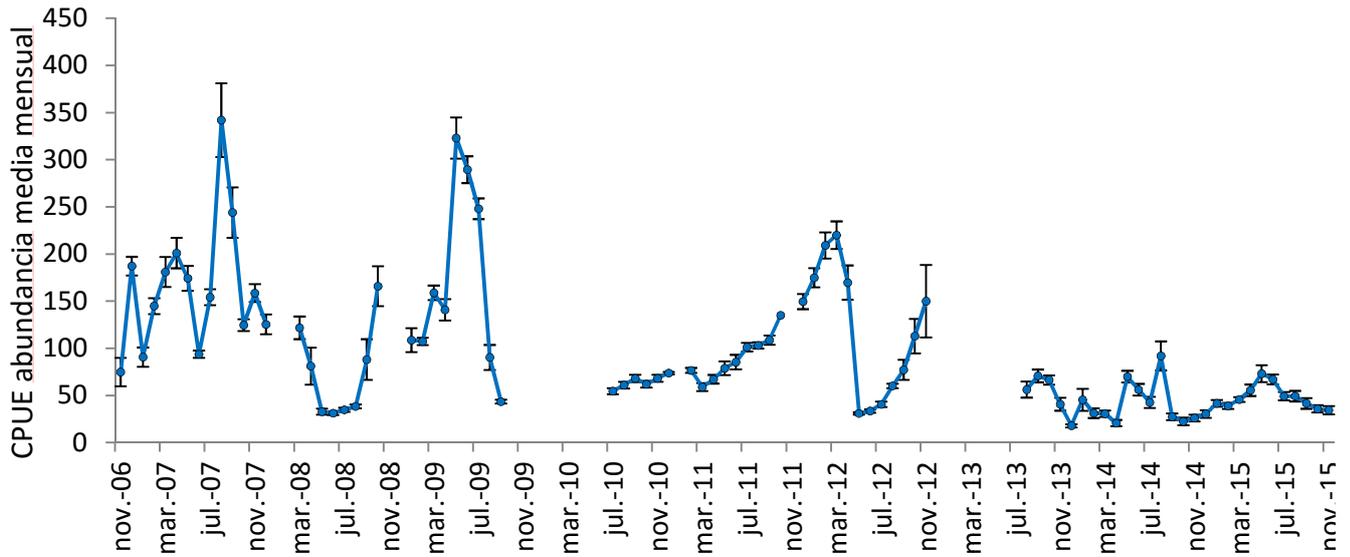


Figura 6. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Fray Bentos. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

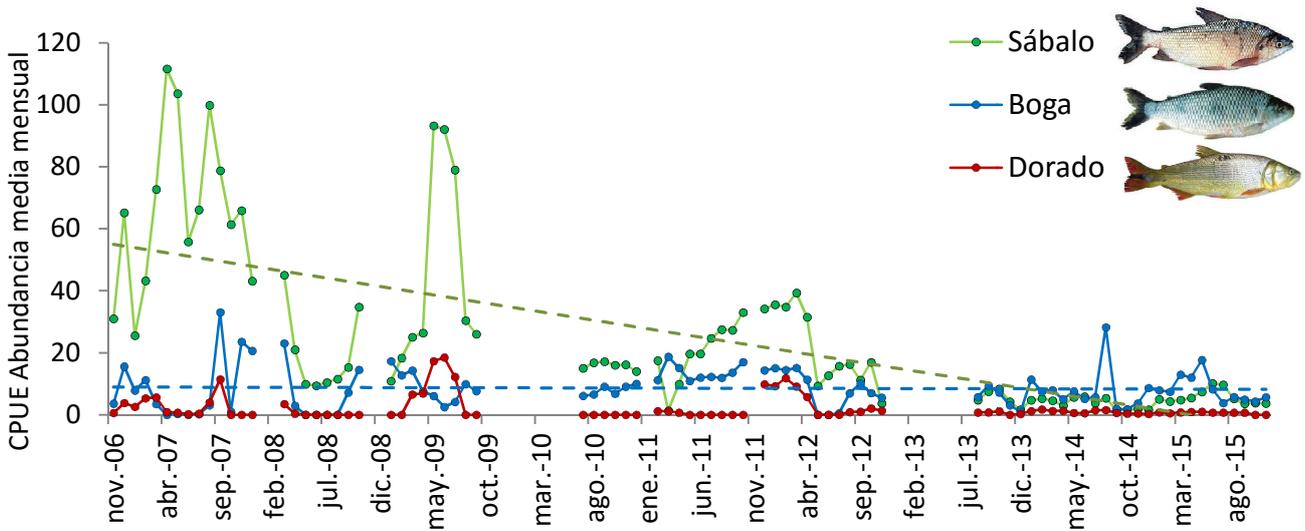


Figura 7. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Fray Bentos para las principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los periodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy

Las Cañas

La información generada para esta zona de pesca comprendió el período desde el 26/01/2007 al 7/11/2015, con un total de 1697 días de pesca y 13.551 paños calados, donde se capturaron 58.362 peces con un total de 103.925 Kg, siendo la zona con mayor captura total. Dicha captura comprendió un total de 11 especies capturadas con redes hasta el momento (Fig. 8), (16 especies incluyendo espineles y redes), siendo la zona con diversidad de especies intermedia (menor a las capturadas en Nuevo Berlín y mayor a las capturadas en la zona de Fray Bentos). Con respecto a esto, una vez más, cabe resaltar que el número de especies total se espera que sea mayor, ya que frecuentemente se denomina bajo un mismo nombre común a más de una especie. Luego del periodo pre-UPM, continuaron apareciendo algunas especies no capturadas hasta el momento, hasta el segundo periodo 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*) especie marina que entra a desovar a los ríos y es capturado por las pesquerías artesanales de los ríos Uruguay y Paraná. Particularmente en la zona de pesca de Las Cañas es capturada durante la primavera, en los meses de setiembre a noviembre. Durante el último período de setiembre a noviembre de 2015 se capturó la mayor abundancia total de esta especie, 30 individuos lo que representó un total de 92 kilos (Tabla 5).

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy

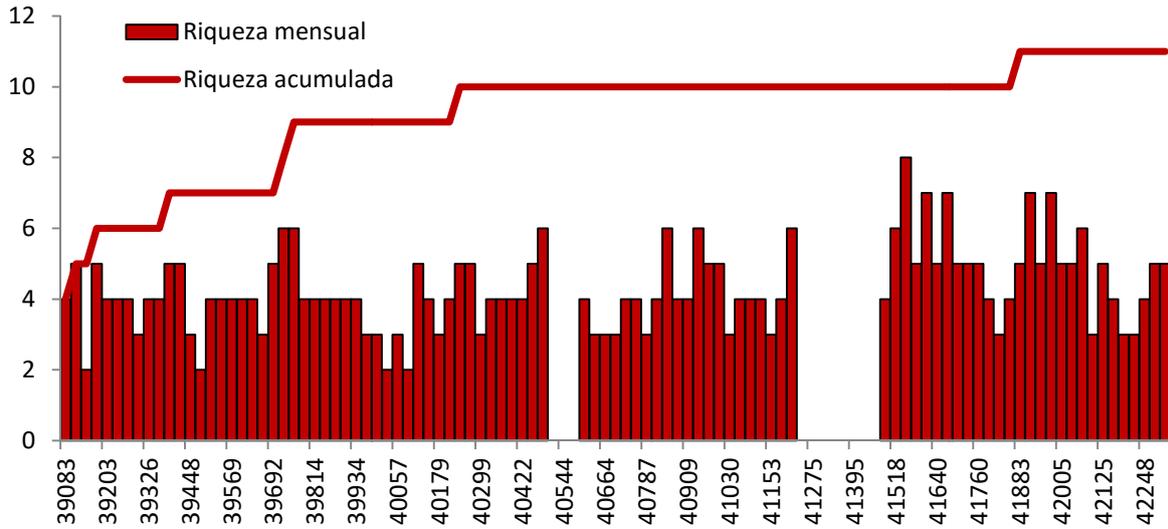


Figura 8. Riqueza mensual, número de especies colectadas con red en cada mes (barras); **riqueza acumulada**, las especies acumuladas a lo largo del período (línea continua) para la zona de Las Cañas. La ausencia de datos refleja ausencia de pesca en este período por más detalle ver métodos.

Tabla 5. 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		Total por especie	
		Abund	Biom	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	26/01/07-07/11/15										
<i>P. lineatus</i>	Sábalo	4393	7842	5399	9673	8542	15611	3812	7033	894	1632	3756	7151	120	228	432	747	368	617	27716	50533,5
<i>L. obtusidens</i>	Boga	767	1478	2197	3630	2060	3826	6789	11694	2868	5334	2059	3841	852	1482	2813	5032	1928	3519	22333	39836,2
<i>S. brasiliensis</i>	Dorado	145	353,5	178	444,5	226	508	637	1211	966	1890	1157	2891	52	107	136	330	107	254	3604	7988,5
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	6	3	220	130			663	343	374	226			379	194	780	652	315	166	2737	1714
<i>L. pati</i>	Pati	94	260,5	175	445	66		444	914	15	36	79	159	30	64	44	68	13	41	960	2156,5
<i>P. granulosus</i>	Armado	3	6							51	78	554	857	33	52	219	324	28	48	888	1365
<i>G. barbatus</i>	Mochuelo			1	7	1	7	13	54	4	17			1	10	19	51	30	92	69	238
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubi	1	3									9	24	7	17	10	19	1	3	28	66
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco							3	6							22	15			25	21
<i>C. carpio</i>	Carpa			1	3															1	3
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															1	3			1	3
Total por periodo		5409	9946	8171	14333	10895	20121	12361	21254	5172	9213	7614	14923	1474	2154	4476	7241	2790	4740	58362	103925

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy



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 2147 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 1673 paños de red en 191 días de pesca (9 paños por día) en el segundo año post-UPM y a 1802 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). Durante el quinto y séptimo período el esfuerzo fue alto con 215 y 226 días de pesca respectivamente con 2031 y 1576 paños calados lo que representó un promedio de siete y nueve paños 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 último período presentó 173 días de pesca y 1238 paños, con un promedio de 7 paños calados por día.

Tabla 6. 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	1064	7
1° año post UPM			
12/11/07-28/11/08	262	2147	8
2° año post UPM			
29/12/08-15/21/12/09	191	1673	9
3° año post UPM			
02/01/10-28/11/10	218	1802	8
4° año post UPM			
01/03/11-25/11/11	175	1400	8
5° año post UPM			
5/12/11-30/11/12	215	2031	9
6° año post UPM			
30/09/13-06/12/13	84	620	5
7° año post UPM			
10/12/13-20/12/14	226	1576	7
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	173	1238	7
Total	1697	13551	

Captura por unidad de esfuerzo

La captura total en términos de abundancia mensual CPUE (10 paños de red por día) presentó diferencias significativas ($F_{8,87} = 2,2$; $p < 0.05$) incluyendo todo el período (2006-2015). En este sentido, mostró una tendencia decreciente con valores máximos durante la primera mitad de todo el período de estudio, desde el período pre-UPM 2007 hasta octubre 2010, con picos de abundancia 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 captura, con más de 150 individuos. Durante

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy



agosto y setiembre de 2010 se dan los últimos picos de captura (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 último período (Fig. 9).

En la zona de Las Cañas el sábalo presentó diferencias significativas, al analizar todo el período de estudio (2006-2015) ($F_{1,8} = 4,2$; $p < 0.001$), 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. Sin embargo no se detectaron diferencias significativas para la abundancia de sábalo entre el período pre-UPM y ninguno de los períodos post-UPM a partir del test post hoc Tukey ($p > 0,05$, en todos los casos).

La boga presentó diferencias significativas, analizando todo el período de estudio (2006-2015) ($F_{1,8} = 2,1$; $p < 0,05$), al comparar entre el periodo pre-UPM y el post-UPM (2011) solo se encontró diferencias con el tercer período post-UPM (2010) ($p > 0,05$) el cual coincide con las mayores capturas de boga registradas en marzo y setiembre de ese mismo año con capturas por encima de 100 individuos promedio. La captura de dorado presentó diferencias significativas analizando todo el período de estudio (2006-2015) ($F_{1,8} = 12,9$; $p < 0,0001$), a partir del test post hoc Tukey se encontró diferencias entre el periodo pre-UPM y el cuarto período post-UPM (2011), lo cual es concordante con las mayores capturas de dorado se dieron durante agosto de ese mismo año alcanzando un máximo de abundancia promedio mensual de 12 individuos (Fig. 10).

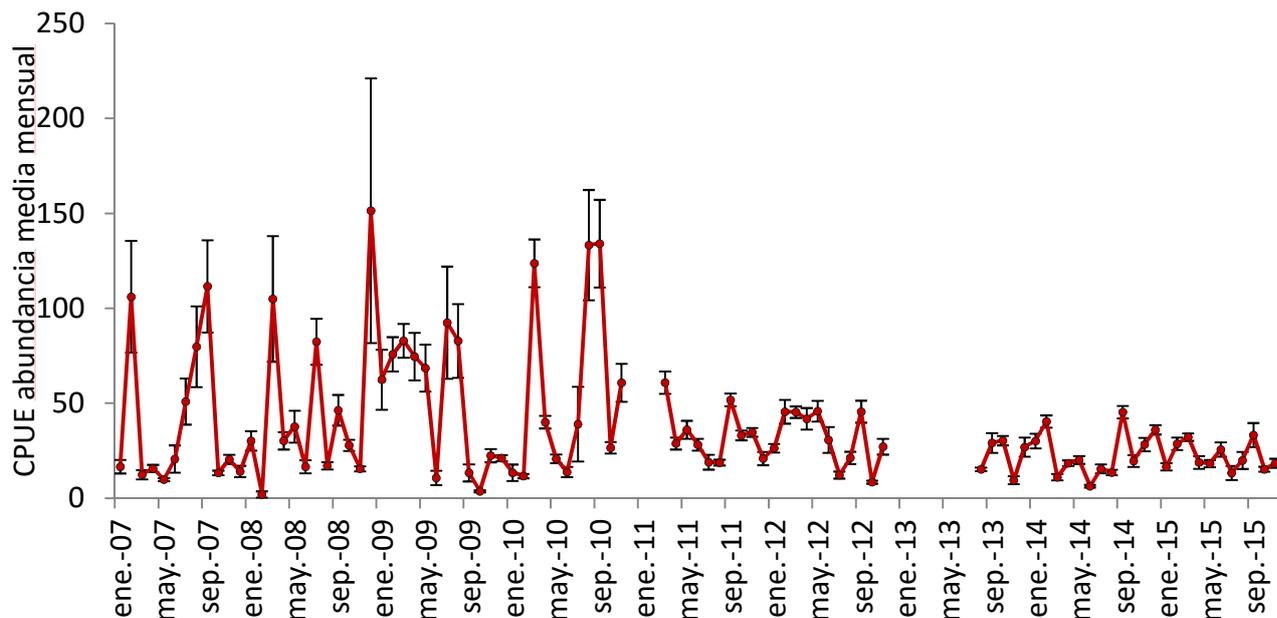


Figura 9. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Las Cañas. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas.

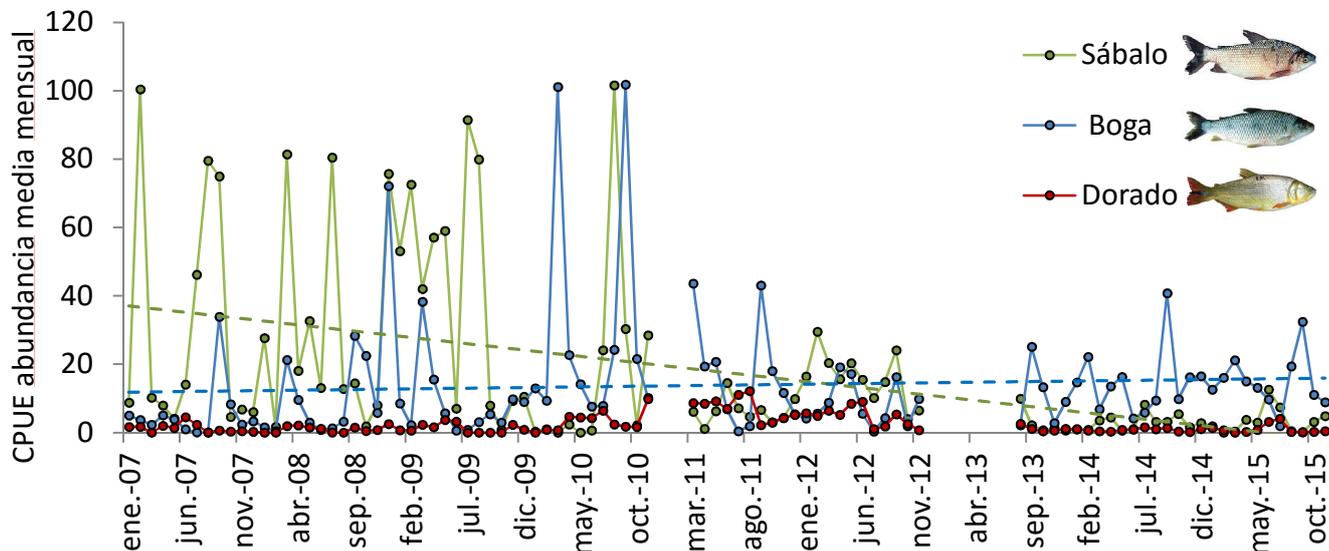


Figura 10. Abundancia total media por mes (CPUE), número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2015 en Las Cañas para las

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy



principales especies de importancia comercial, boga (azul), dorado (rojo) y sábalo (verde). Los periodos con falta de datos se evidencian como líneas interrumpidas.

Pesca con espineles

En esta zona de pesca el uso de espineles fue mayor que en Fray Bentos y Nuevo Berlín, por lo tanto es la única zona donde se presentan los resultados de captura con espineles por separados. 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 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. Por último, el período 2014-2015 se calaron un total de 29100 anzuelos en 108 días de pesca con un promedio de 270 anzuelos por día. El número de especies capturadas con espineles varía a lo largo de los años. En el tercer y cuarto período post-UPM se registran los menores números de especies capturadas (2) lo cual coincide con el menor esfuerzo de pesca, mientras que los dos últimos períodos ocurre el mayor número (ocho y siete especies respectivamente). Las especies más comúnmente capturadas son el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) y el patí con 13.120 y 2.571 individuos, y 7953 y 2259

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



kilogramos capturados respectivamente. (Tabla 7). La siguiente especie en términos de abundancia es el pejerrey (*Odontesthes sp.*) con 1200 ejemplares capturados y una biomasa de 623 kilogramos. Esta especie a diferencia de los bagres presenta un marcada estacionalidad, siendo capturada de junio a setiembre cuando la temperatura del agua disminuye. En los dos últimos períodos se registra la captura de una nueva especie el manduví (*Ageneiosus militaris*).

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 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		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		26/01/07-07/11/15	
		Abund	Biom	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	181	197	467
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	606	798	696	945,5	333	338	217	232	46	52	23	17	83	92	419	496	148	234	2571	2259
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo	2319	1478	1965	1112	1978	1112	1002	582	323	175	457	267	64	42	2731	1737	2281	1448	13120	7953
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	2	5											59	84					61	89
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya			19	56									1	6	4	20	3	20	27	102
<i>G. barbatus</i>	Mochuelo					85	170									66	154	33	83	184	407
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	Mandubá	12	7																	12	7
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey	66	37,5	488	286	443	230					151	80			52	27			1200	623
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco													216	170	66	45	14	15	296	230
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															43	36	119	72	162	108
Total por periodo		2941	2292	2680	2113,5	2396	1620	1219	814	369	227	480	284	425	400	3510	2791	2662	2053	16682	10481

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
 1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
 2-CURE-Facultad de Ciencias
 E-mail: passer@fcien.edu.uy

Comparaciones entre sitios

Esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca en cuanto a días de pesca, considerando todo el período (2006-2015), fue diferente entre los sitios ANOVA ($F_{2,24} = 11,6$; $p < 0,001$), utilizando el test post hoc (Tukey) se encontró diferencias entre Nuevo Berlín y Las Cañas ($p < 0,001$) y entre Fray Bentos y Las Cañas ($p < 0,05$) pero no entre Nuevo Berlín y Fray Bentos. Siendo Las Cañas la zona de pesca con mayor esfuerzo de pesca ($188,6 \pm 51,2$ días de pesca) seguido de Fray Bentos ($119,3 \pm 42,6$ días de pesca) y por último Nuevo Berlín ($88,8 \pm 40,8$ días de pesca).

En cuanto al número de paños calados, considerando todo el período (2006-2015), también se encontró diferencias entre los sitios; ANOVA ($F_{2,24} = 15,02$; $p < 0,001$), utilizando el test post hoc (Tukey) se encontró diferencias entre Las Cañas y Nuevo Berlín ($p < 0,001$) y entre Las Cañas y Fray Bentos ($p < 0,001$) pero no entre Nuevo Berlín y Fray Bentos. Nuevamente Las Cañas fue la zona de pesca con mayor esfuerzo ($1505,7 \pm 483,5$ paños calados) de seguido de Nuevo Berlín ($664,1 \pm 532,5$ paños calados) y por último Fray Bentos con $441,1 \pm 221,9$ paños calados.

Abundancia relativa (CPUE) por especie por sitio

En relación a la abundancia relativa de boga calculada en CPUE mensual durante todo el período se encontró diferencias entre los sitios ($F=12,8$; $p<0,001$), entre los períodos ($F_{2,8}=4,2$; $p<0,001$) así como una interacción significativa entre ambos factores (sitio-período) ($F_{2,17} = 2,2$; $p < 0,05$). En este sentido, Nuevo Berlín fue la zona de pesca con mayor captura relativa (CPUE) promedio de Boga ($18,2\pm 16,7$ individuos por día), seguido por Las Cañas con $13,8\pm 17,4$ individuos por día y por último Fray Bentos con $8,5\pm 6,6$ individuos por día.

Con respecto a la abundancia relativa de sábalo no se encontró diferencias entre los sitios; ANOVA factorial ($F=1,70$; $p = 0,2$), pero si se encontró diferencias entre los períodos ($F_{2,8} = 11,3$; $p < 0,0001$) así como para la interacción entre ambos factores (sitio-período) ($F_{2,17} = 2,6$; $p < 0,001$) si bien no se detectaron diferencias entre sitios, Fray Bentos fue la zona de pesca con mayor captura relativa (CPUE) promedio de sábalo ($25,0\pm 26,8$ 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.

Las capturas de dorado no presentaron diferencias entre los sitios; ANOVA factorial ($F = 0,3$; $p = 0,6$), siendo las abundancias relativas (CPUE) muy similares en las tres zonas de pesca; Nuevo Berlín $2,5\pm 3,9$ individuos por día de pesca; Fray Bentos $2,0\pm 3,8$ individuos por día de pesca y Las Cañas $2,4\pm 2,8$ individuos por día de pesca. Sin embargo, se detectaron diferencias entre los períodos ($F_{2,8} = 6,6$; $p < 0,0001$), así como para la interacción entre los dos factores (sitio-período), ($F_{2,17} = 4,3$; $p < 0,0001$).

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

El análisis de ANOVA factorial (sitio-período) no mostró diferencias entre los sitios ($F = 0,6$; $p = 0,43$), pero si se encontró diferencias entre los períodos ($F_{1,8} = 5,6$; $p < 0,001$) así como para la interacción entre ambos factores ($F_{1;17}=4,1$; $p < 0,001$), lo cual apoya los resultados mostrados anteriormente para cada sitio por separado y revela que los tres sitios muestran una tendencia similar en el tiempo. Cuando analizamos particularmente para qué sitios existió diferencias estadísticamente significativas entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM vemos que Fray Bentos fue la única zona que mostro una disminución significativa de la abundancia total entre el período pre-UPM (2007) y el primer período post-UPM (2008) ($p < 0,001$), luego desaparecen las diferencias en el segundo período post-UPM (2009) donde las abundancias totales se igualan ($p < 0,45$). A partir de 2010 se encontró diferencias entre el periodo pre-UPM y todos 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.

El hecho de encontrar interacciones significativas entre las variables “ sitio” y “periodo” para las tres especies aquí abordadas, así como para la abundancia total, significa que la naturaleza de las diferencias (siempre existentes) entre los periodos de estudio dependen del sitio en el que se las estudie. Sin existir diferencias significativas entre los sitios, como ocurre aquí, el significado de encontrar una interacción significativa entre sitio y periodo pierde importancia en el marco del monitoreo de un potencial impacto en uno de los sitios y la evolución de ese efecto en el tiempo.

Conclusiones

No se detectó diferencias entre los sitios, para la abundancia total ni para la abundancia relativa de la mayoría de las especies analizadas, por lo tanto no puede adjudicarse un efecto puntual en ninguno de los tres sitios, como por ejemplo la descarga de efluentes por parte de UPM.

Sin embargo, si se observó una disminución de las capturas totales en los tres sitios, 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 magnitud de la disminución fue mayor en Fray Bentos, también se observó en mayor o menor medida para 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, sino que las variaciones observadas responderían a la dinámica compleja que presentan naturalmente las poblaciones de especies migratorias asociada principalmente al régimen hidrológico. En este sentido, 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. Durante estos movimientos son capturadas grandes abundancias de estos peces por los pescadores artesanales. De esta manera es posible que durante el mencionado período no se produjeran migraciones masivas de ejemplares adultos de esta especie, lo cual se reflejaría en una disminución de las capturas totales, o bien las condiciones del río (alto caudal) no permitió la pesca en zonas donde estas especies realizan las migraciones. La magnitud de la disminución es más pronunciada 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 más sensible a las fluctuaciones

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Mataojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy



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 manera que los eventos reproductivos favorables se encuentran asociados a niveles altos del río, 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 producir un aumento de las capturas en el siguiente año, como se observó posteriormente a la crecida que se produjo en 2009. Estas predicciones se podrán testear analizando las capturas durante el año 2016. Es importante destacar que este monitoreo continuo que se viene desarrollando desde hace 10 años y con una alta frecuencia en la obtención de los datos permite una comprensión robusta 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 sobre todo cuando la dinámica natural de las comunidades es muy variable.

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.

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.

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

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, 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, 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.

Masdeu, M., Mello, F. T. D., 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

Nicolás Vidal¹, Alejandro D'Anatro¹, Samanta Stebniki¹, Ivan Gonzalez-Bergonzoni¹, Franco Teixeira e Mello²
1-Sección Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Iguá 4225 Esq. Matajojo C.P. 11400 Montevideo, Tel 093563908
2-CURE-Facultad de Ciencias
E-mail: passer@fcien.edu.uy

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.

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.

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

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*.

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.