

## 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 2007-2020).



**Marzo de 2021**

Páginas 69  
Figuras 17  
Tablas 10

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  
Anahí López-Rodríguez  
Franco Teixeira de Mello.

Distribución

UPM S.A.  
DINAMA  
DINARA

Responsable: Franco Teixeira de Mello, *e-mail: frantei@cure.edu.uy*

Imagen de tapa: Desembarco de captura en el puerto de pescadores de las Cañas (abril 2019)

## Tabla de Contenido

<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>Metodología</b>	<b>7</b>
<b>Contenido del informe</b>	<b>9</b>
<b>Análisis de datos</b>	<b>11</b>
<b>Resultados y discusión</b>	<b>14</b>
<b>Nuevo Berlín captura con red de enmalle</b>	<b>15</b>
Esfuerzo de pesca	18
Captura por unidad de esfuerzo	21
<b>Fray Bentos captura con red de enmalle</b>	<b>24</b>
Esfuerzo de pesca	25
Captura por unidad de esfuerzo	30
<b>Las Cañas, captura con redes de enmalle</b>	<b>33</b>
Esfuerzo de pesca	37
Captura por unidad de esfuerzo	39
<b>Las Cañas Pesca con espineles</b>	<b>43</b>
Esfuerzo de pesca	43
Captura por unidad de esfuerzo	47
<b>Comparaciones entre sitios</b>	<b>50</b>
Esfuerzo de pesca	50
CPUE abundancia total	51
CPUE abundancia por especie por sitio	52
<b>Conclusiones</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>60</b>
<b>Apéndices</b>	<b>65</b>

## Introducción

El monitoreo sistemático de las comunidades de peces en el Río Uruguay se realiza desde el año 2005 previo al inicio de las actividades de la planta productora de pasta de celulosa UPM S.A. (Tana, 2007) y continúa hasta el presente (e.g. López-Rodríguez *et al.*, 2019a). En dicho monitoreo se analizan cambios a nivel comunitario (riqueza de especies, biomasa, abundancia) con la finalidad de evaluar potenciales cambios en la estructura de las comunidades de peces. En caso de existir, se evalúa si estos cambios se encuentran asociados a las actividades que desarrollala planta. De manera de incluir la variación temporal, este monitoreo se realizaba en dos épocas del año contrastantes, durante abril-mayo (otoño) y noviembre-diciembre (primavera), en tres zonas del Río Uruguay bajo (Fig. 1). A partir del año 2020 estos monitoreos se realizan con una frecuencia anual, únicamente en primavera según lo indicado por DINAMA en su momento. En dicho monitoreo, 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. Estos incluyen: 1) un sitio de referencia, ubicado próximo a Nuevo Berlín en la desembocadura del arroyo “La yeguada” (32°59'17"S, 58°03'54"O), aproximadamente 24 Km aguas arriba del sitio de descarga de los efluentes de la planta de UPM S.A. 2) otro sitio ubicado próximo a la ciudad de Fray Bentos zona receptora inmediata, localizado inmediatamente aguas abajo de la zona de descarga de efluentes (bahía del arroyo “Yaguareté”, 33°06'57"S, 58°16'22"O).3). Por último, un sitio de recepción lejana de efluentes ubicado en Las Cañas (próximo a la bahía del arroyo “Los caracoles” 33°11'29.20"S, 58°21'24.84"O), localizada aproximadamente 15 Km. aguas abajo de la descarga de efluentes. En este contexto, desde noviembre de 2006, se viene realizando un monitoreo adicional de las capturas realizadas por la pesquería artesanal en las mismas tres zonas de forma complementaria al monitoreo de la

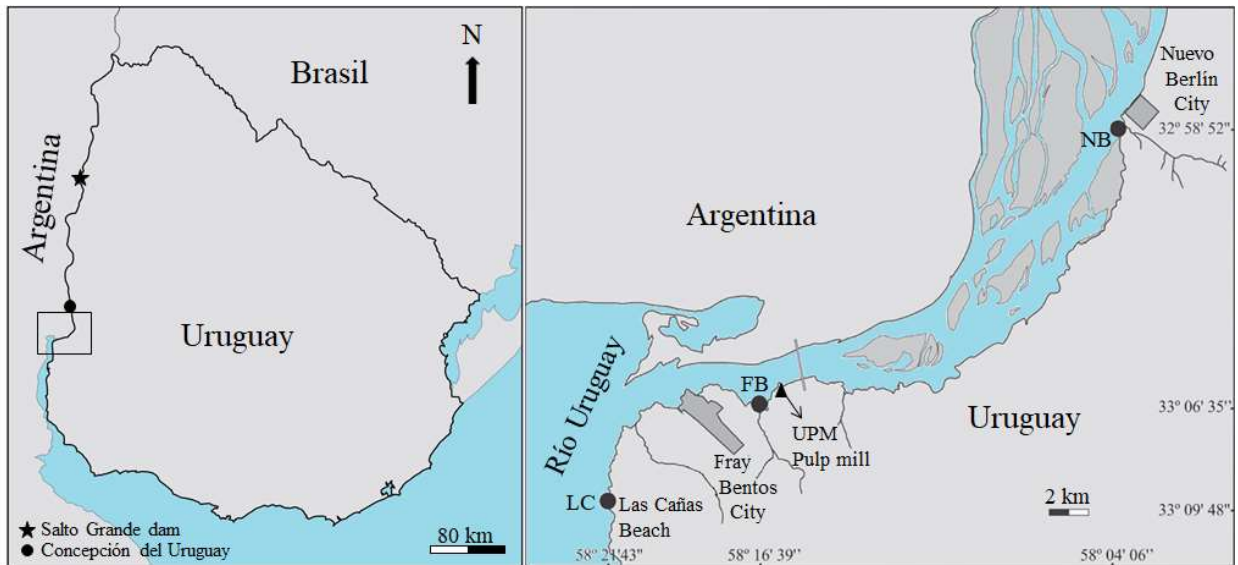
comunidad de peces. De esta forma se obtiene información continua de las capturas de las principales especies objetivo de la pesquería artesanal de la región, como son el sábalo (*Prochilodus lineatus*), la boga (*Megaleporinus obtusidens*) y el dorado (*Salminus brasiliensis*), así como de otras especies que son capturadas como “bycatch” o en muy baja frecuencia.

Las pesquerías artesanales en esta región del Río Uruguay operan mayoritariamente con botes, chalanas a remo, o con motor fuera de borda de baja potencia (DINARA, 2014); típicamente son de pequeña escala, y representan el tipo de pesca artesanal más importante y frecuente en el Río Uruguay (Foti *et al.*, 2006). Los sitios estudiados se ubican en dos jurisdicciones de pesca diferentes: Nuevo Berlín y Fray Bentos 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 la zona C que comprende desde Fray Bentos hasta el paralelo de Punta Gorda (Fig. 1).



**Figura 1.** Zonas de pesca definidas por DINARA para el desarrollo de la pesca artesanal; imagen modificada de DINARA, 2013.

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 las zonas de influencia contrastando con la zona de referencia. Esto se lleva a cabo a través del estudio de la variación temporal y espacial de las principales especies de peces de importancia comercial objetivo de la pesca artesanal, analizando los resultados correspondientes a un período anual previo a la puesta en marcha de la planta de celulosa (2006-2007) y trece períodos anuales posteriores (2008-2020) en tres zonas de pesca: Nuevo Berlín (NB), Fray Bentos (FB) y Las Cañas (LC) (Fig. 2).



**Figura 2.** Mapa del Río Uruguay donde se muestran las tres zonas de pesca: NB, Nuevo Berlín; FB, Fray Bentos y LC, Las Cañas; Modificado de Vidal *et al.*, (2020a)

## Metodología

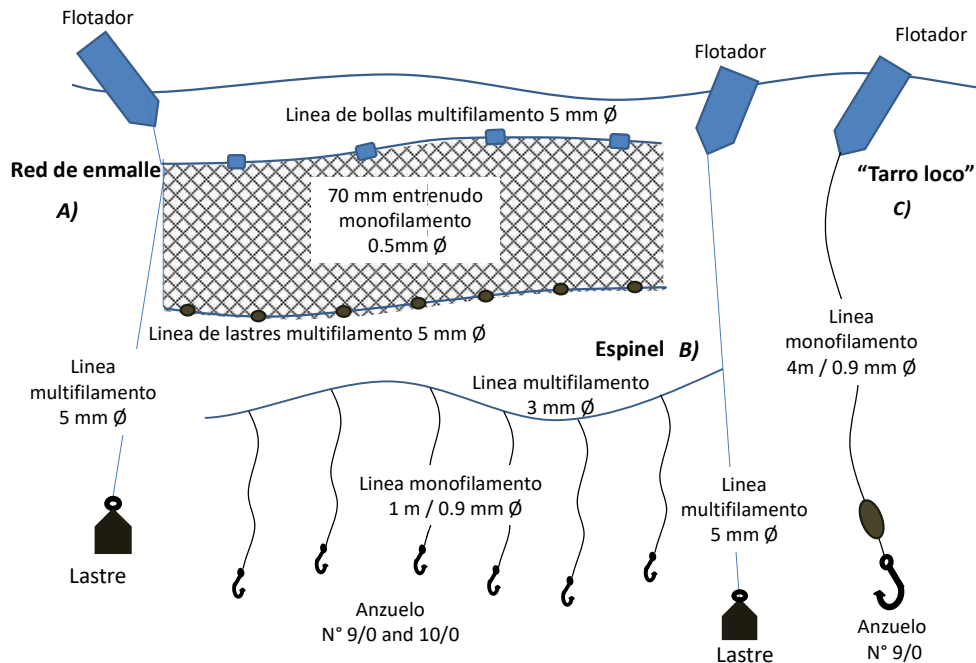
La información de las capturas de peces es generada por pescadores artesanales de las tres zonas de pesca: Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas. Los pescadores artesanales registran la información de las capturas realizadas mediante el llenado de planillas de captura diaria. Dichos formularios son completados detallando: la fecha de captura, la zona de pesca y las características del arte de pesca utilizado (e.g. cantidad de paños de redes usados, número de anzuelos en espineles o número de “tarros” para la pesca a la deriva), registrándose finalmente las especies capturadas, su abundancia y biomasa total por especie (medida en kilogramos).

La red de enmalle es el arte de pesca más utilizado en las tres zonas. La apertura de malla mínima permitida es de 7 cm de entrenudos (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](http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-14_pesca_ABC.pdf)). Dicha apertura es la más utilizada por los pescadores, aunque en algunas

ocasiones se utilizan mallas de 8cm y monofilamento 0,6 mm Ø. La confección de las redes la realizan los pescadores y se compone de un paño de 50 m de largo por 3,5 m de altura unido a una relinga de plomos en la parte inferior y a una de boyas en la superior (Fig. 3A); la cantidad de redes usada puede variar entre 1 y 10. Este tipo de arte de pesca es utilizado principalmente para la captura de sábalo, boga, dorado, patí (*Luciopimelodus pati*) y viejas de agua (principalmente las pertenecientes a los géneros *Paraloricaria*, *Hypostomus* y *Loricariichthys*). El espinel es el arte de pesca que le sigue. El mismo consiste de un número variable de anzuelos (de 80 a 500 anzuelos), cuyo tamaño varía entre el N° 9/0 y N° 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 (Fig. 3B). La línea madre va fondeada mediante lastres manteniendo el arte junto al fondo, en algunos casos se colocan pequeños flotadores a intervalos equidistantes para separar los anzuelos del fondo prolongando la utilidad de la carnada y evitando pequeños descarnadores. Las especies objetivo de este arte incluye varias especies de bagres (i.e. *L. pati*, *Pimelodus maculatus*, *Pimelodus albicans*, *Pseudoplatystoma* spp., *Genidens barbatus*, *Pterodoras granulosus*, *Oxydoras kneri*, *Ageneiosus inermis* y *A. militaris*), dorado y pejerrey (*Odontheistes* spp.), este último principalmente durante el invierno. Por último el tercer arte de pesca es conocido por los pescadores locales como “tarro loco” o “boya loca” (Fig. 3C). Es utilizado principalmente para la pesca de depredadores de gran porte como el patí, el surubí (*Pseudoplatystoma corruscans.*) y el dorado. El arte 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. Hasta el momento, este último arte de pesca solo fue utilizado durante el período pre-UPM S.A. 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-](http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-)



[14\\_pesca\\_ABC.pdf](#)). Por último se incluyen 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), que representa la capacidad de las embarcaciones en términos de volumen, así como 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" o "boya loca" 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 2020. Los datos pertenecientes a los períodos previos han sido reportados en informes anteriores presentados a UPM S.A. (Teixeira de Mello, 2008; 2009; González-Bergonzoni, 2010, 2011, Masdeu & Larrea, 2012, 2013, Masdeu, 2014, Vidal *et al.*, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019). En este informe se incluyen los datos integrando los 14 períodos, de forma de tener una visión integrada de la variación 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 desde el 31/12/07 al 28/02/08, ya que estas dos zonas quedaron incluidas dentro del área de veda de pesca para la zona B (resolución ministerial N° 91/2007). La zona de Las Cañas, sin embargo, no quedó comprendida dentro de esa área ya que pertenece a una zona de pesca diferente (Fig. 1).

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 problemas personales del pescador, así como al hurto de material de pesca (redes). Este es un problema común en la zona y también ha ocurrido en Las Cañas y en Nuevo Berlín, pero en menor frecuencia.

III) Debido a que las grandes precipitaciones que ocurrieron en octubre de 2009 generaron condiciones hidrológicas adversas, durante el periodo de inundación 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 zafra 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, evitando así la pérdida total de datos por largos periodos.

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 una etapa de

muy baja pesca, y la actividad dejó de ser rentable para los pescadores. Ante escenarios como este, 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 biomazas 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, setiembre de 2017, noviembre y diciembre de 2018, noviembre y diciembre de 2019, en la localidad de Nuevo Berlín se detuvo la actividad de pesca por falta de compradores.

Es importante mencionar que la pesca artesanal en general y particularmente en estas zonas se realiza en pequeña escala, dependiendo de una o dos personas de una misma familia, y de pequeñas embarcaciones que ingresan al río cuando las condiciones hidrológicas lo permiten. Teniendo en cuenta esto y además 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 resultan comprensibles y esperables.

## **Análisis de datos**

El esfuerzo de pesca, el número de redes y anzuelos utilizados no es constante a lo largo del tiempo ni entre las diferentes zonas por lo tanto es necesario estandarizar las capturas de los diferentes sitios y años para que sean comparables. Por lo tanto, las capturas realizadas con redes, así como con espineles es necesario transformarlas a CPUE (captura por unidad de esfuerzo) (CEN, 2005).

La captura diaria realizada con redes se estandarizó a 10 redes (pañños), tanto para la abundancia como para la biomasa total (peso total, kg) capturada, mediante la siguiente fórmula:

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

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 *CPUE mensual media*, se promedian las CPUE diarias de cada mes. Por último, para calcular la *CPUE media del período*, se promedian las capturas diarias de todo el período.

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

El cálculo de la CPUE se realizó utilizando solo la abundancia, expresada en número de individuos, 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 tienen tamaños similares, y por lo tanto similar biomasa. En este sentido, ambos descriptores de las capturas (abundancia y biomasa) describen básicamente lo mismo, no existiendo grandes variaciones en la biomasa para igual número de individuos capturados.

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 (2007-2020) 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 a que éstas son las especies de mayor importancia comercial en el Río Uruguay bajo. Se comparó la abundancia de cada especie utilizando los promedios mensuales como réplicas para la comparación entre los tres sitios de estudio y entre períodos de estudio.

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

Para comparar las capturas totales entre el período de línea de base y períodos posteriores a la puesta en marcha de UPM S.A. y a la misma vez comparar estos parámetros entre los sitios receptores y de referencia utilizamos un test de ANOVA factorial de 2 vías utilizando el programa *Statistica*. Este test permite comparar parámetros antes y después de cierto potencial impacto en zonas referencia y potencialmente impactadas analizando la interacción entre estos dos factores (períodos y sitios). Se consideró como línea de base los monitoreos de las capturas de las especies comerciales desde 2006-2007, y posterior a la instalación de la planta de UPM S.A. a los monitoreos comprendidos entre 2008-2020 y se trabajó con un nivel de confianza del 95% (Sokal & Rohlf, 1981).

Para evaluar el esfuerzo de muestreo realizado en cada sitio en relación a la riqueza, se realizó un análisis de acumulación de especies para cada sitio. Este análisis permite ver cuán cerca de la asíntota nos encontramos en cada sitio, o sea, que porcentaje de especies restarían ser colectadas en cada sitio, así como el esfuerzo de muestreo necesario para llegar al máximo de especies. Para este análisis se utilizó la función “specaccum”, el paquete “vegan” en R (Oksanen, 2013).

## Resultados y discusión

### Características de las embarcaciones que operan en el área de estudio

Como se menciona anteriormente, las embarcaciones de la flota de pesquería artesanal que opera en el Río Uruguay bajo son de pequeño calado (Fig. 4). Particularmente las que operan en el área de estudio mostraron una eslora promedio de  $5,6 \pm 1,3$  metros, manga  $1,7 \pm 0,4$  y puntal  $0,6 \pm 0,1$  metros. El tonelaje de registro bruto promedio (TRB) de las embarcaciones fue  $1,2 \pm 0,7$  (el TRB se calcula multiplicando la eslora por el puntal y la manga dividido por un factor cinco y se expresa en toneladas). Por último, la potencia de los motores utilizados fue  $9,3 \pm 4,0$  hp.; en la tabla 1 se muestran las características de las embarcaciones utilizadas en las distintas zonas de pesca.



**Figura 4.** Barca de pesca típica utilizada por pescadores artesanales del Río Uruguay bajo. Desembarco de pescado en el puerto de pescadores de Las Cañas, Abril 2019.

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

	Nuevo Berlín	Las Cañas	Fray Bentos
Eslora (m)	4,08	6,00	6,57
Manga (m)	1,24	1,78	2,00
Puntal (m)	0,46	0,65	0,71
Tonelaje de Registro Bruto (TRB)	0,47	1,39	1,87
Tonelaje de Registro Neto (TRN)	0,44	1,32	1,77
Motor (hp)	5,00	9,90	13,00

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

### **Nuevo Berlín captura con red de enmalle**

La información generada para esta zona comprende el período de pesca desde el 20/12/2006 al 21/11/2020. No se registró la presencia de especies nuevas durante el período 2020, por lo tanto la riqueza acumulada se mantuvo en 25 especies. Nuevo Berlín tradicionalmente ha mostrado la mayor riqueza y la menor CPUE en términos de abundancia y biomasa relativas. El mayor número de especies (19) se registró en el período previo a la puesta en funcionamiento de la empresa, siendo siempre menor en los períodos posteriores, alcanzando el mínimo (6) en el período 2015 (Figura 5). 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 (2020) se capturó un total de 17 especies, superando al período anterior donde se capturó un total de 13 especies; la riqueza mensual promedio varió entre 4 y 10. Se mantiene la presencia del surubí (*Pseudoplatystoma corruscans*) en las capturas durante el presente período (7 individuos, 21 kg), aunque en menor cantidad que durante el período anterior (20

individuos y 57 kg) (Tabla2). Si bien durante el presente período no se confirmó la presencia de la carpa común *Cyprinus carpio*, esta especie ya fue capturada previamente en este sitio. La carpa es una especie exótica originaria de Asia y Europa del Este, introducida en el Río de la Plata por primera vez a mediados del siglo pasado (Baigun & Quiroz, 1985).

Las principales especies (sábalo, boga, dorado y viejas del agua) representaron un 92,5 % del total de la captura (sábalo 41,2%, boga 38,7%, dorado 5,8% y viejas de agua 6,7%). Sin embargo, durante este período (2020) la captura neta de boga (35,9%) fue mayor a la de sábalo (25,0%) ( $F_{1:256}=4,5$ ,  $p=0,04$ ); hubo un aumento de la captura de vieja del agua (22,0%) mientras que el dorado mostró un porcentaje menor (10,3%). Durante algunos eventos particulares de alta precipitación y por lo tanto de gran influencia de arroyos, las capturas de otras especies se ven incrementadas. Por ejemplo, la tararira (*Hoplias argentinensis*) 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), cuando se dio la mayor captura de *H. argentinensis* con 892 ejemplares capturados y una biomasa de 1.533 kilogramos (Tabla 2). Durante el presente período (2020) se registró una abundancia baja de tararira con 58 individuos y 97 kg lo que confirma el patrón observado, ya que este año se dieron niveles bajos de precipitación, lo que se vio reflejado en una baja descarga del río (Apéndice 3).

La captura total neta durante el presente período (2020) fue de 2.598 individuos y 3.799 kg, manteniéndose por debajo de los niveles de captura del período anterior. En ese caso, la reducción fue debida principalmente a una disminución del esfuerzo de pesca, que decayó durante el presente período, con un total de 868,8 paños calados (Tabla 3). Esto se vio reflejado en una reducción de los niveles de captura neta total.



**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 14 años de estudio (2006-2020).

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		11° año		12° año		13° año		Total	
		Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom
<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	3.832	6.509	2.051	3.413	649	993	21.835	39.485
<i>Megleporinus obtusidens</i>	Boga	1.043	2.059	935	1.966	794	1.681	934	1.829	398	810	937	2.014	126	235	1.406	241	1.911	3.771	3.195	6.069	1.802	3.388	2.918	4.779	3.181	5.245	933	1.619	20.513	35.705
<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	456	945	397	922	267	582	3.073	7.362
<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	618	185	400	187	572	286	3.538	1.696
<i>Hoplias argentinensis</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	455	713	441	583	58	97	2.889	4.883
<i>Luciopimelodus 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	99	223	42	104	61	137	609	1.571
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña	23	14	10	5	17	8	5	2	19	10	8	4															10	5	92	48
<i>Catathyrion sp.</i>	Lenguado	66	30	7	3			2	1			4	1															5	1	84	37
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	39	48			2	3								20	26					4	7			11	11	3	5	79	99	
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete	14	41	4	10	12	36	1	3			3	5								1	1	3	7	10	3	1	2	49	107	
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí	7	35					7	19	3	9	3	13		4	12	1	4			4	8	16	59	20	57	7	21	72	237	
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho armado	3	10			10	20																	57	50	7	11	1	1	78	92
<i>Pimelodus cf. maculatus</i>	Bagre amarillo									1	1	5	3	3	2															9	5
<i>Schizodon sp.</i>	Lisa	1	1			4	2																				25	36	30	39	
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>	Manguruyú	3	5					2	2												1	3	1	2	1	2			8	13	
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo														5	0									1	1			6	1	
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá							3	3			1	1								1	1							5	4	
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví			2	1			2	1																					4	2
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo			1	2			3	4											13	47	18	67				1	5	36	124	
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	2	3																		1	2			1	1	5	9	9	15	
<i>Rhamdia quelem</i>	Bagre negro			2	2																		4	7					6	9	
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Dientudo	2	1																											2	1
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha							2	1																					2	1
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya										1	4																		1	4
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa																				1	5								1	5
<b>Total por periodo</b>		<b>4,272</b>	<b>7,734</b>	<b>4,748</b>	<b>9,472</b>	<b>4,122</b>	<b>8,070</b>	<b>2,201</b>	<b>4,179</b>	<b>935</b>	<b>1,927</b>	<b>2,236</b>	<b>4,469</b>	<b>257</b>	<b>472</b>	<b>1,901</b>	<b>1,090</b>	<b>3,963</b>	<b>7,709</b>	<b>6,870</b>	<b>11,759</b>	<b>3,905</b>	<b>6,847</b>	<b>8,459</b>	<b>13,478</b>	<b>6,563</b>	<b>10,539</b>	<b>2,598</b>	<b>3,799</b>	<b>53,030</b>	<b>91,543</b>

**Rocha**  
Ruta 9 y ruta 15  
Tel.: 4472 70 01  
secretaria@cure.edu.uy

**Maldonado**  
Tacuarembó entre Av. Artigas y Aparicio Saravia.  
Tel.: 42255326/ 4223 6595/ 42246723  
secretaria-maldonado@cure.edu.uy

**Treinta y Tres**  
Simón del Pino 1132  
Tel.: 4453 0657  
bedelia-33@cure.edu.uy

## Esfuerzo de pesca

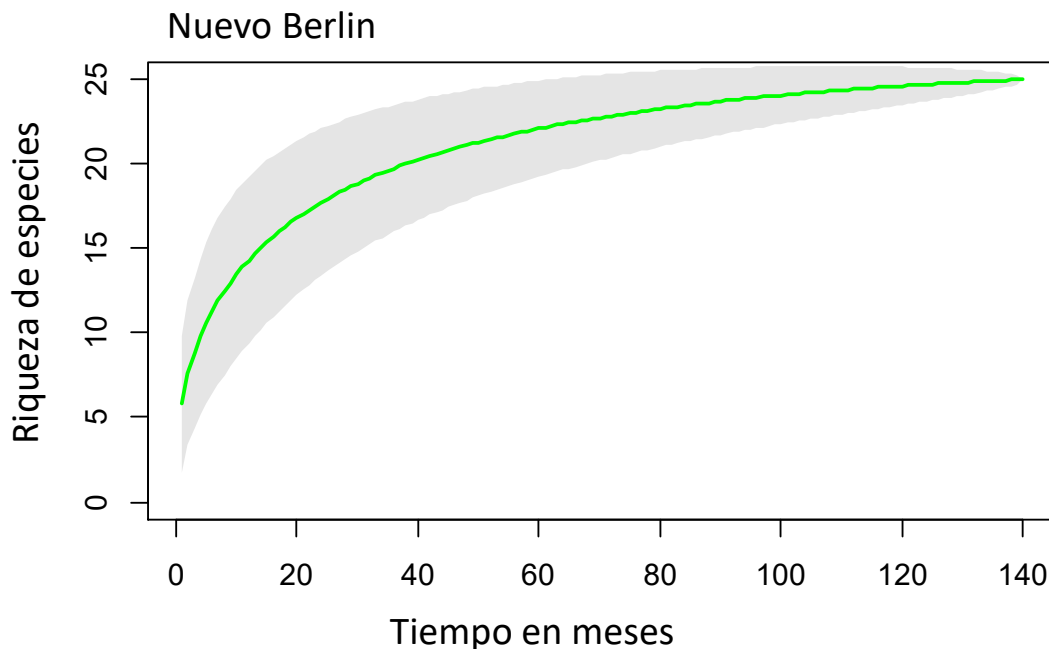
Durante el período diciembre 2006 – noviembre 2020 el esfuerzo de pesca acumulado en Nuevo Berlín fue de un total de 1.533 días de pesca, con un total de 11.828 paños calados.

Durante el presente período (2020) se calaron un total de 868,8 paños durante 98 días de pesca con un promedio de 8,8 paños por día de pesca (Tabla 3). Esto representó una disminución del esfuerzo de pesca con respecto al período anterior. Esta caída del esfuerzo de pesca y en la captura se debió a la falta de compradores así como a un congelamiento del precio del pescado. Pese a esto, la familia del pescador continúa con la actividad. El esfuerzo de pesca mínimo se observó durante el sexto año post-UPM con 160 paños calados en 40 días de pesca con un promedio de cuatro paños calados por día. El esfuerzo de pesca se redujo desde el primer y segundo período, lo cual resultó en una menor abundancia y biomasa total capturada, así como un menor número de especies colectadas (Tabla 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).

**Tabla 3.** Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Nuevo Berlín durante los 14 años de estudio (2006-2020).

Periodo	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
20/12/2006-11/10/2007	122	1.539	13
1° año post UPM			
29/02/2008-27/11/2008	120	1.535	13
2° año post UPM			
1/12/2008-15/11/2009	89	809	7
3° año post UPM			
16/11/2009-20/11/2010	68	426	6
4° año post UPM			
08/01/2011-11/11/2011	59	236	4
5° año post UPM			
14/11/2011-18/11/2012	49	281	6
6° año post UPM			
15/05/2013-16/10/2013	40	160	4
7° año post UPM			
13/02/2014-17/12/2014	86	381	4
8° año post UPM			
23/01/2015-29/12/2015	166	610	4
9° año post UPM			
30/11/2015-27/11/2015	174	1.245	7
10° año post UPM			
12/12/2016-29/11/2017	122	718	6
11° año post UPM			
06/01/2018-24/10/2018	202	1.898	9,4
12° año post UPM			
11/01/2019-25/10/2019	138	1.121,6	8,1
13° año post UPM			
7/01/2020-21/11/2020	98	868,8	8,9
<b>Total</b>	<b>1.533</b>	<b>11.828,4</b>	

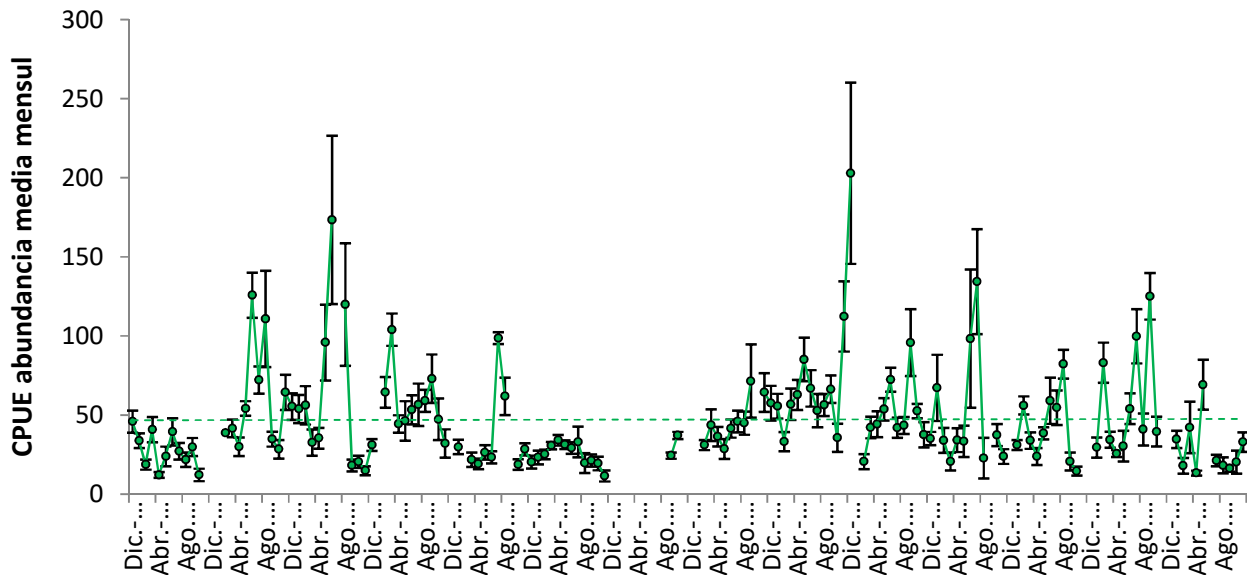
El esfuerzo de muestreo realizado en todo el período muestra que se está llegando a una asíntota en 25 especies (Fig. 5), el análisis de acumulación de especies estima que se ha llegado al 95% de las especies en este sitio, y el 100% de las mismas sería esperable llegar en los siguientes 195 meses. Esta información muestra que estamos trabajando con una muestra representativa en cuanto a la riqueza de especies presentes en el sitio, no es esperable que tengamos sesgos de abundancias debido a la falta de especies representativas. Las especies faltantes se pueden denominar especies raras en el sistema de pesca artesanal evaluado.



**Figura 5. Curva de acumulación de especies** colectadas con red en cada mes en la localidad de Nuevo Berlín, durante el período de estudio (2006-2020) (ver métodos por más detalle). El área gris representa el intervalo de confianza al 95%.

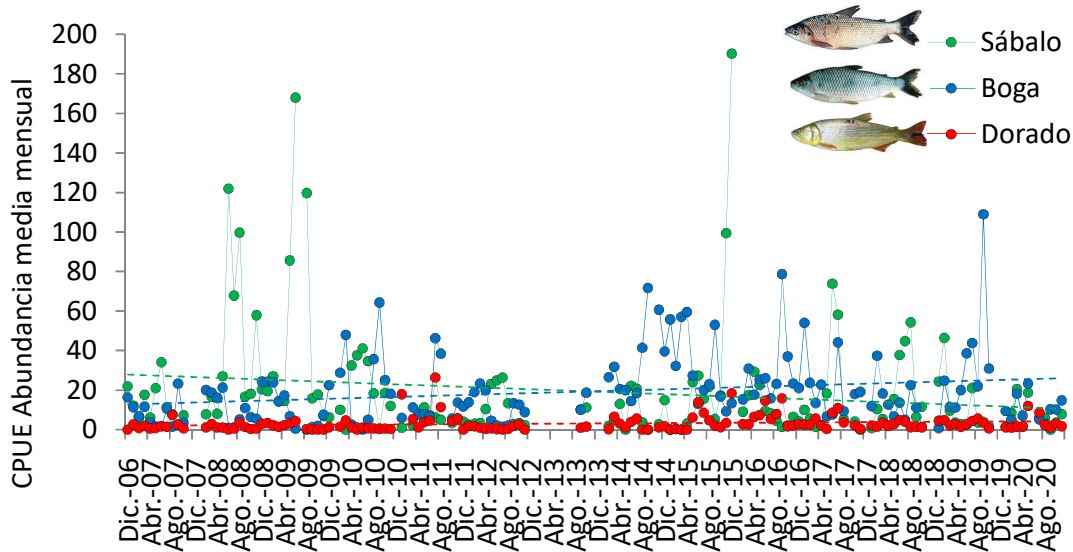
### Captura por unidad de esfuerzo

La captura en términos de CPUE total mensual mostró diferencias significativas entre años al analizar todo el período 2006-2020 (ANOVA;  $F_{13:124}=4,4$ ;  $p<0,01$ ). Cuando comparamos abundancias totales entre el período pre-UPM y los períodos post-UPM, también se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA;  $F_{1:136}=6,1$ ;  $p=0,01$ ) siendo mayor la abundancia en el período post-UPM, particularmente entre el período pre-UPM (2007) y el primer (2008), tercer (2010), octavo (2015) y décimo segundo (2019) período post-UPM, test *post hoc* Tukey ( $p<0,05$ ). 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. Esto concuerda con lo observado gráficamente, con una captura mínima 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. 6), los cuales coinciden con los mayores picos de captura de sábalo registrados en los mismos meses (Fig. 7). Posteriormente, se observa una disminución de la CPUE alcanzando valores mínimos en noviembre de 2012 (12) (Fig.6). A partir de agosto 2013 se observó un incremento debido principalmente a un aumento de las capturas de boga, 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 (Fig. 6 y 7). El último pico de captura observado en el último período 2020 fue de 69 individuos capturados en promedio mensual durante el mes de mayo.



**Figura 6. CPUE total media mensual** (abundancia), número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2020 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, las barras representan error estándar.

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



**Figura 7. CPUE total**, número de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2006-2020 en Nuevo Berlín para las principales especies de importancia comercial, sábalo (verde), boga (azul) y dorado (rojo). Los periodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias, aunque éstas no fueron significativas, las barras representan error estándar.

Al analizar los 14 períodos 2006-2020, la captura de sábalo mostró diferencias significativas ( $F_{13; 124}=2,3; p=0,010$ ). Si bien no se detectaron diferencias significativas al comparar el período pre-UPM con los sucesivos períodos post-UPM ( $F_{1;136}=0,23; p=0,63$ ), 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. 7). Se detectó diferencias significativas entre el período 2008 y los períodos 2011, 2014 y 2020, momentos donde se observó un pronunciado declive de las capturas a partir del test *post hoc* Tukey ( $p<0,05$ ) (Fig. 7). 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. 7), sin embargo no se observan diferencias significativas para este período. La proporción de sábalo disminuyó con respecto al período anterior (2019) cuando representó un

31,3 % de la captura mientras quedurante el último período (2020) representó un 25,0 %.

La CPUE de boga mostró diferencias significativas entre los períodos desde 2007 a 2020 ( $F_{13:124}=3,8$ ;  $p<0,01$ ), particularmente se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y el séptimo (2014), octavo (2015), noveno (2016) y decimosegundo (2019) período post-UPM (Tukey,  $p<0,05$ ) (Fig. 7). Se detectaron diferencias marginales entre el período pre-UPM y el período post-UPM (ANOVA,  $F_{1:136}=3,4$ ;  $p=0,067$ ). La proporción de bogas se redujo con respecto al período anterior (2019), cuando representó un 48,5 % de la captura mientras que durante el último período (2020) representó un 35,9 %.

Por último, la CPUE del dorado presentó diferencias significativas entre los períodos de estudio desde 2006 a 2020 (ANOVA,  $F_{13:124}=3,6$ ;  $p<0,01$ ). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre el primer período pre UPM (2007) y el resto de los períodos (ANOVA,  $F_{1:136}=0,91$ ;  $p=0,34$ ). 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 setiembre de 2016 (Fig. 7). La CPUE máxima para el dorado durante el último período (2020) se observó durante el mes de mayo con un promedio mensual de  $11,9 \pm 14,2$  individuos y la mínima  $1,0 \pm 1,5$  individuos durante el mes de octubre.

### **Fray Bentos captura con red de enmalle**

La información generada para esta zona comprende el período que va desde el 02/12/2006 al 23/11/2020, donde se capturaron 54.341 y una biomasa total de 103.446 Kg (Tabla 4). Históricamente, Fray Bentos fue la zona de pesca con menor diversidad, capturándose durante todo el período 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.* viejas de agua). Durante el



tercer período post-UPM (2010) se capturaron dos especies no registradas hasta ese momento: el pejerrey (*Odonthesthes* sp.) y la raya (*Potamotrygon* spp.), 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 (2012) se capturaron dos especies nuevas utilizando redes: armado común (*Pterodoras granulosus*) y surubí (Fig.8). Hacia el octavo período post-UPM se capturó por primera vez carpa común (*Cyprinus carpio*), completando nueve especies capturadas utilizando redes de enmalle. Durante el período 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, mochuelo *G. barbatus*. Durante el 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, registrándose un incremento de la abundancia de dicha especie (Vidal et al., 2021). Durante ese período se registró por primera vez la presencia 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 una de las especies en términos de abundancia y biomasa se presentan en la Tabla 4 (capturas con redes).

### **Esfuerzo de pesca**

Durante todo el período de estudio se utilizaron un total de 6.157 paños durante 1.805 días de pesca, con un promedio de 3,2 paños calados por día de pesca (Tabla 4), por lo tanto el esfuerzo en términos de número de paños utilizados así como días de pesca en Fray Bentos fue menor que en las otras zonas de pesca. Como se mencionó anteriormente, la pesca artesanal se realiza en pequeña escala, depende de una o dos personas del núcleo familiar y de pequeñas embarcaciones que ingresan al río cuando las condiciones hidrológicas son favorables, siendo otro factor incidente el precio del producto, así como la disponibilidad de otras fuentes de ingreso. El esfuerzo fue máximo

durante el periodo pre-UPM donde fueron calados 950 paños, con un promedio de 5 paños en cada día de pesca (185 días), disminuyendo hacia el primer año post-UPM donde se calaron 381 paños, con un promedio de 4 paños por día (92 días). A lo largo del período de estudio el esfuerzo ha sido muy variable (Tabla 4), dependiendo de diversos factores. En el segundo año post-UPM aumentó el esfuerzo en el número de días de pesca (148 días) donde se calaron un total de 558 paños, con un promedio de 4 paños por día, en el tercer año post-UPM se calaron un total de 280 paños, representando un promedio de 4 paños por día de pesca (73 días de pesca), en el cuarto año post-UPM se calaron 328 paños de red en total (4 paños de red por día en 82 días de pesca). Durante el sexto año post-UPM se realizó el mínimo esfuerzo con 66 días de pesca, 165 paños en total y 3 paños por día de pesca. Luego se observó un aumento hacia el séptimo, octavo y noveno año post-UPM con 145, 124 y 162 días de pesca y 466,393 y 416 paños de red calados respectivamente. Durante el décimo período se observó una tendencia a disminuir el esfuerzo con 340 paños calados durante 142 días de pesca, con un promedio de 2,4 paños calados por día de pesca. Durante los últimos tres años el esfuerzo de pesca se mantuvo constante tanto en días de pesca (141-147), así como el número de paños (438-498) lo que se vio reflejado en el promedio de paños calados por día (3,2-3,5) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Fray Bentos durante para el período de 14 años de estudio (17/11/2006-23/11/2020).

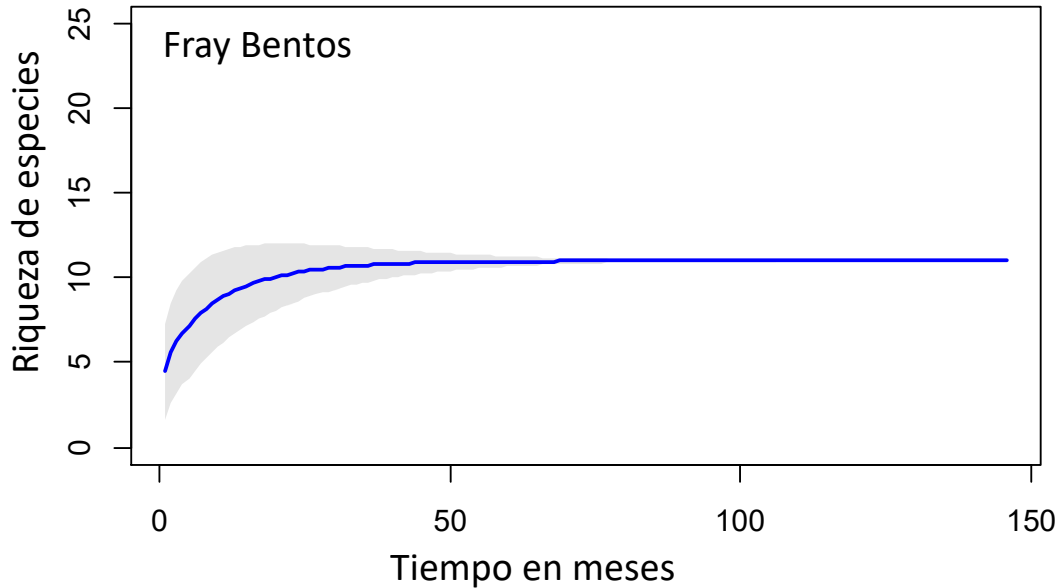
Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
<b>Pre UPM</b>			
17/11/06 -11/11/07	185	950	5,1
<b>1° año post UPM</b>			
14/11/07-06/10/08	92	381	4,1
<b>2° año post UPM</b>			
03/01/09-24/09/09	148	558	3,8
<b>3° año post UPM</b>			
02/07/10-02/12/10	73	280	3,8
<b>4° año post UPM</b>			
15/02/11-01/10/11	82	328	4,0
<b>5° año post UPM</b>			
16/12/11 -22/11/12	159	449	2,8
<b>6° año post UPM</b>			
26/08/13-27/12/13	66	165	2,5
<b>7° año post UPM</b>			
10/01/14-28/12/14	145	466	3,2
<b>8° año post UPM</b>			
05/01/15-07/11/15	124	393	3,2
<b>9° año post UPM</b>			
16/11/2015-09/12/2016	162	416	2,6
<b>10° año post UPM</b>			
03/01/2017-06/12/2017	142	340	2,4
<b>11° año post UPM</b>			
08/12/2017-27/11/2018	141	495	3,5
<b>12° año post UPM</b>			
30/11/2018-04/12/2019	147	498	3,4
<b>13° año post UPM</b>			
02/12/2020-23/11/2020	139	438	3,2
<b>Total</b>	<b>1.805</b>	<b>6.157</b>	

**Tabla 5.** 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 13 años de estudio (17/11/2006-23/11/2020).

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		9° año post UPM		10° año post UPM		11° año post UPM		12° año post UPM		13° año post UPM		Total por especie	
		Abun	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abund	Biom	Abun	Biom
		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		16/11/2015-03/01/2016		08/12/2017-30/11/2018		04/12/2019- 23/11/2020		17/11/2006 - 23/11/2020					
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	12846	22344	2481	4309	6173	12524	1137	2389	1587	2832	3553	7545	384	724	570	1133	743	1507	893	1819	389	845	1109	2030	492	962	868	1774	<b>33225</b>	<b>62736</b>
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga	1295	2342	898	1532	1464	3221	535	1164	1041	2006	1331	2774	373	671	1190	2340	1058	2174	1156	2338	770	1678	599	1206	979	1966	1161	2375	<b>13850</b>	<b>27786</b>
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	549	1068	63	158	978	2242			21	73	685	1527	41	105	144	455	82	258	85	273	108	298	70	177	122	328	77	221	<b>3025</b>	<b>7183</b>
<i>Luciopimelodus 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	71	194	52	136	38	135	<b>1319</b>	<b>3655</b>
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	148	328							29	49	5	11	16	37	3	6							4	8					<b>205</b>	<b>437</b>
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	400	44	190	18							131	89									156	58	434	58	554	307	474	264	<b>2339</b>	<b>837</b>
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común											25	30	52	79	4	6					19	20	106	76	16	19	9	16	<b>231</b>	<b>245</b>
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa																	14	42	15	47	2	5	6	19	10	26	1	4	<b>48</b>	<b>143</b>
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Surubí											4	9	3	10	4	16	1	7			1	8	2	8	1				<b>16</b>	<b>56</b>
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo																			16	79	36	181			4	21	11	70	<b>67</b>	<b>351</b>
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo																					2	3	4	3	6	6	4	5	<b>16</b>	<b>17</b>
<b>Total por período</b>		<b>15469</b>	<b>26633</b>	<b>3663</b>	<b>6083</b>	<b>8864</b>	<b>18653</b>	<b>1777</b>	<b>3896</b>	<b>2818</b>	<b>5277</b>	<b>5889</b>	<b>12403</b>	<b>909</b>	<b>1738</b>	<b>1972</b>	<b>4174</b>	<b>1958</b>	<b>4193</b>	<b>2215</b>	<b>4743</b>	<b>1523</b>	<b>3243</b>	<b>2401</b>	<b>3769</b>	<b>2240</b>	<b>3779</b>	<b>2643</b>	<b>4863</b>	<b>54341</b>	<b>103446</b>

El esfuerzo de muestreo realizado en todo el período muestra que se ha llegado a una asíntota aproximadamente desde el mes 50 en 11 especies. El análisis de acumulación de especies estima que se ha llegado al 97% de las especies en este sitio (Fig. 8), siendo que para el bajo número de especies no sería esperable adicionar nuevas especies, para llegar al 100% de las mismas teóricamente serían necesarios 47 meses más de muestreo. Esta información muestra que estamos trabajando con una muestra representativa en cuanto a la riqueza de especies presentes en el sitio, por lo que al igual que en Nuevo Berlín, no es esperable que tengamos sesgos de abundancias debido a la falta de especies representativas. Las especies faltantes se pueden denominar especies raras en el sistema de pesca artesanal evaluado.

A lo largo de todo el período analizado, el número de especies capturadas con redes fue variable, observándose el menor número de especies 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 y enero y febrero de 2007, presentaron un mayor número de especies (6). Sin embargo, la mayor riqueza se observó durante el período 2018, en octubre con nueve especies. El promedio de especies capturadas al mes durante el último período (2020), mostró un aumento (5,9) con respecto al promedio de especies capturadas durante todo el período de estudio (4,3).



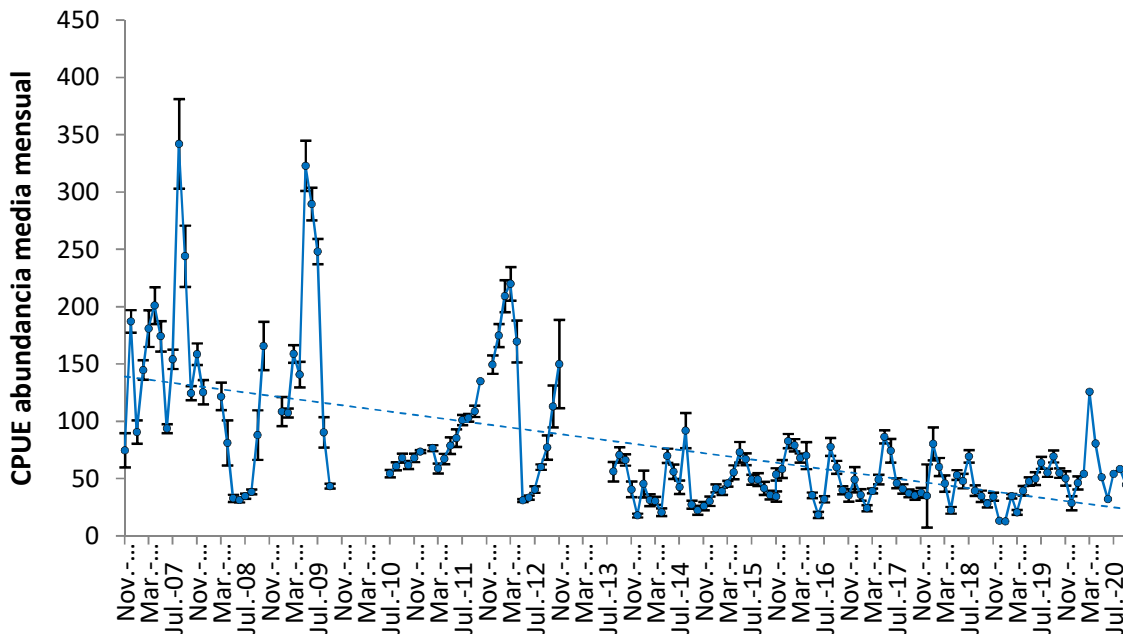
**Figura 8. Curva de acumulación de especies** colectadas con red en cada mes en la localidad de Fray Bentos, durante el período comprendido entre diciembre de 2006 y noviembre 2020. (ver métodos por más detalle). El área gris representa el intervalo de confianza al 95%.

### Captura por unidad de esfuerzo

Al analizar todo el período desde 2006 a 2020 la pesca en términos de CPUE total mostró diferencias significativas entre los períodos analizados ( $F_{14;131}=10,4$ ;  $p<0,01$ ). Así mismo se detectó diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y el período post UPM ( $F_{1;144}=37,6$ ;  $p<0,01$ ). Particularmente se detectó una marcada disminución de la CPUE en el tiempo con diferencias significativas en la CPUE total entre el período pre-UPM (2007) y el primer período post-UPM (2008) a partir del test *post hoc* Tukey ( $p>0,05$ ). Durante el segundo período post-UPM se registraron valores de CPUE similares al período pre-UPM no detectándose diferencias con respecto a dicho período a partir del test Tukey *post hoc* ( $p>0,05$ ). Durante los períodos post-UPM de 2011 y 2012 se observó una leve recuperación de las capturas, y por lo tanto tampoco se registraron diferencias con respecto a las CPUE pre-UPM (2007). A partir del período 2013 se

observa una estabilización de la abundancia con fluctuaciones en torno a una media menor que la media pre-UPM (Fig. 9), registrando diferencias estadísticamente significativas con respecto al período pre-UPM incluido el último período 2020 ( $p < 0,05$ ), mostrando una disminución de la abundancia total (Fig. 9). En este sentido, las capturas mínimas registradas fueron en junio 2008 (31 individuos), setiembre 2009 (43), mayo 2012 (31) y más recientemente en diciembre de 2013 cuando se dio la captura mínima mensual con 18 individuos (Fig.9).

Durante el período de 2020, se dio un pico de captura en el mes de marzo con  $121,8 \pm 41,8$ , debido principalmente a las capturas de boga y sábalo (ver más adelante), mientras que la CPUE total mínima se registró durante octubre (30,4 $\pm$ 9,5). En promedio la CPUE total se mantuvo relativamente baja durante el último período.



**Figura 9. CPUE total**, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca con redes, durante el período 2007-2020 en Fray Bentos. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias.

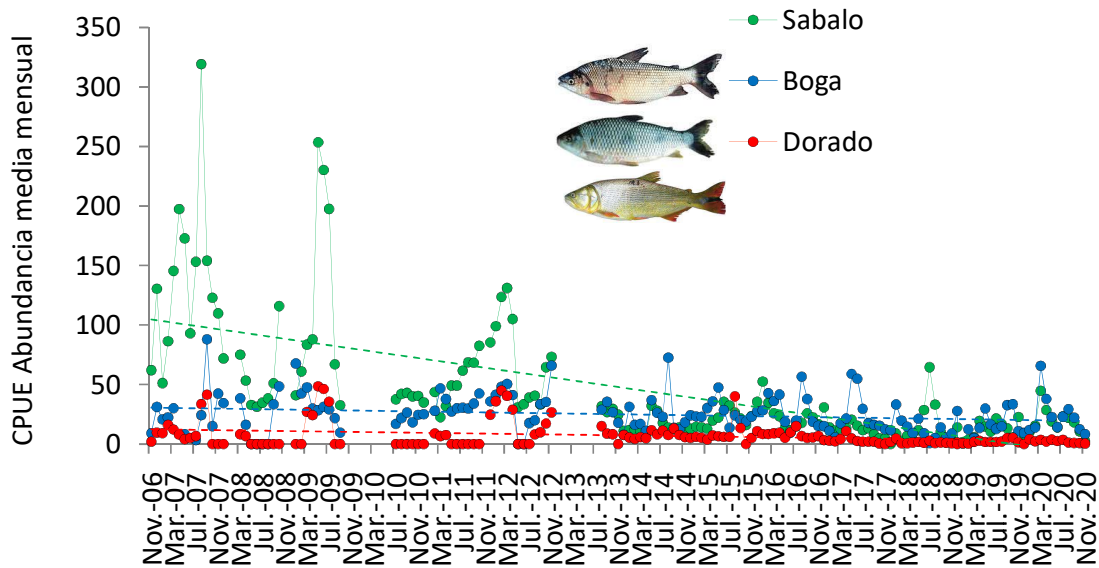
La CPUE de sábalo presentó una marcada tendencia decreciente en la zona de Fray Bentos, con diferencias significativas al integrar todo el período de estudio (2006-2020) ( $F_{14;131}=20,9$ ;  $p<0,01$ ). Se observaron capturas superiores a 200 individuos promedio mensual durante el período pre-UPM, 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.10). En este sentido se detectaron diferencias para la CPUE entre el período pre-UPM (2007) y el período post-UPM ( $F_{1\ 144}=42.2$ ;  $p<0,01$ ). Particularmente se detectó diferencias con los períodos 2008, 2010 y 2011 post-UPM a partir del test de Tukey ( $p<0,05$ ). El siguiente y último pico de la CPUE de sábalo fue durante el mes de marzo 2012 (131), sin embargo a pesar de su disminución, continuó siendo la especie más capturada. A partir de 2013 la CPUE de sábalo disminuye aún más, y es superada por la CPUE de boga. En este sentido, se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y todos los siguientes períodos post-UPM, incluyendo 2020 siendo mayores durante el período pre-UPM a partir del test de Tukey ( $p<0,05$ ).

La CPUE de boga presentó diferencias significativas incluyendo todo el período de estudio (2006-2020), para esta zona (K-W:  $H_{14;146}=29,0$ ;  $p=0,01$ ); particularmente entre los años 2008 y 2011. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas (K-W:  $H_{1;146}=0,49$ ;  $p=0,48$ ) al analizar los períodos pre y post UPM.

Por último, la captura de dorado también mostró diferencias significativas, integrando todo el período de estudio (2006-2020) (K-W:  $H_{14;146}=50,1$ ;  $p<0,01$ ). Particularmente se encontraron diferencias entre el período 2010y los periodos 2012, 2014, 2015 y 2016. Por otro lado, no se detectaron diferencias entre los períodos pre y post UPM ( $H_{1;146}=2,1$ ;  $p=0,15$ ). Los picos de captura de esta especie se dieron durante los meses de mayo y junio de 2009 (48,4 y 46,3CPUE) y febrero y



marzo de 2012 (40,5 y 45,0CPUE) (Fig.10).



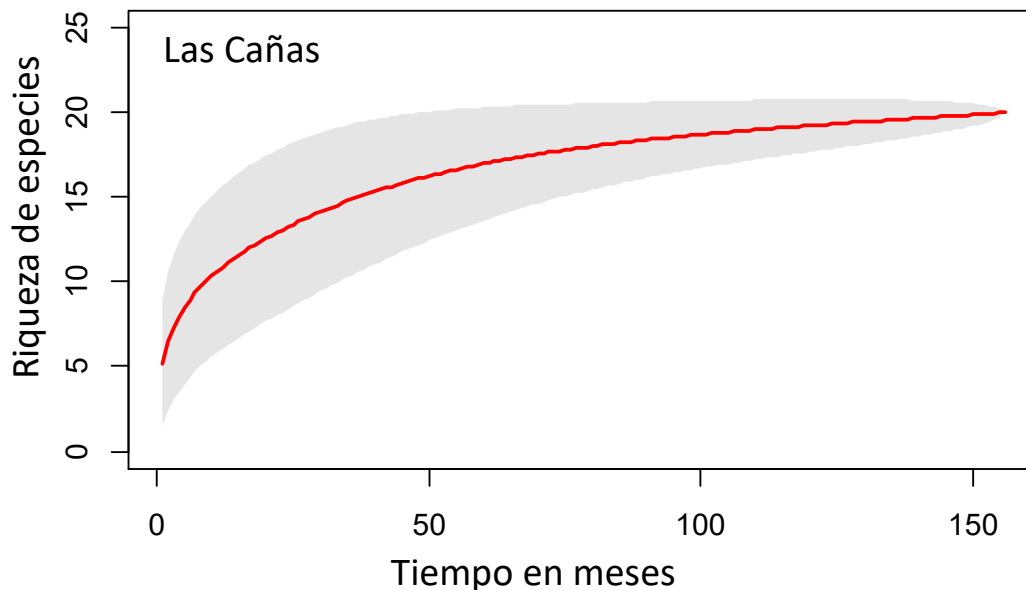
**Figura 10.** CPUE, número de individuos colectados en 10 paños para cada día de pesca, durante el periodo 2006-2020 en Fray Bentos para las principales especies de importancia comercial, sábalo (verde), boga (azul) y dorado (rojo). Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias.

## Las Cañas, captura con redes de enmalle

La información generada para esta zona de pesca incluye datos del período comprendido entre el 26/01/2007 y el 27/11/2020. Durante este tiempo se realizaron un total de 2.971 días de pesca y 23.462 paños calados. Las Cañas es la zona con mayor captura total neta; durante el mencionado período se capturaron 99.094 peces con un total de 170.993Kg. Las Cañas es la zona con valores de diversidad intermedios al comparar con las otras dos zonas, incluyendo la captura con redes hasta el momento un total de 18 especies. El análisis de acumulación de especies estima que se ha llegado al 96% de las especies en este sitio (Fig. 11), para llegar al 100% de las mismas teóricamente serían

necesarios 229 meses más de muestreo. Esta información muestra que estamos trabajando con una muestra representativa en cuanto a la riqueza de especies presentes en el sitio, por lo que al igual que en Nuevo Berlín y Fray Bentos, no es esperable que tengamos sesgos de abundancias debido a la falta de especies representativas. Las especies faltantes se pueden denominar especies raras en el sistema de pesca artesanal evaluado. Con respecto a esto, es importante mencionar que el número de especies total considerado en el análisis 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 como es el caso de las viejas de agua. Luego del período pre-UPM (2007), continuaron sumándose nuevas especies. Hasta el segundo período post-UPM (noviembre 2008) se contabilizaban un total de nueve especies, durante marzo de 2010 se pescó por primera vez el bagre blanco (*Pimelodus albicans*), en setiembre de 2014 apareció el manduví (*Ageneiosus militaris*) (Tabla 6). 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 único ejemplar en el primer año post-UPM. Por su parte, el bagre amarillo (*P. maculatus*) y el mandubá (*Ageneiosus inermis*) fueron capturados por primera vez durante 2018. Durante el período 2019, se registró por primera vez la captura de chanco armado *Oxydoras kneri* con redes de enmalle. También se registró la captura de lacha (*Pellona flavipinnis*), el machete (*Raphiodon vulpinus*) y salmón criollo (*Brycon orbignyanus*) en este sitio de pesca, aumentando el registro de riqueza acumulada a 16 especies. Durante el último período 2020 se incrementó el número de especies registradas a 18 para este sitio ya que se registró por primera vez el lenguado de río (*Catathyridium jenynsii*) y el manduvé (*Sorubim lima*) (Tabla 6). En esta zona de pesca, es capturado durante la primavera (i.e. de setiembre a diciembre) el mochuelo (*Genidens barbatus*). Durante el período 2017 se registraron las mayores capturas netas de

mochuelo (458 individuos y a 1.000 kilogramos), siendo la mayor captura de esta especie durante todo el período de estudio (Tabla 6). Sin embargo, durante los tres últimos períodos (2018, 2019, 2020), la captura neta de mochuelo disminuyó notablemente a 27 individuos y 111 kg, 34 individuos y 179 kg y 29 individuos y 139 kg, respectivamente. La captura de *G. barbuses* afectada positivamente por el caudal del río (Vidal *et al.*, 2020b). Durante 2017 se registró un gran pico de crecida (Apéndice 3) previo al comienzo del período reproductivo de *G. barbuses* que podría explicar el incremento en su captura. Contrariamente durante los períodos 2018, 2019 y 2020 no se registraron descargas importantes lo que podría explicar la disminución en las capturas. Por otro lado, durante el presente período se destacan las primeras capturas con red de enmalle de lenguado (*Catathyridium jenynsii*) y de manduvé (*Sorubim lima*) para la zona de Las Cañas mostrando el potencial de incremento de especies para el sitio.



**Figura 11. Curva de acumulación de especies** colectadas con red en cada mes en la zona de Las Cañas durante el período enero 2007-noviembre 2020. (ver Métodos por más detalles). El área gris representa el intervalo de confianza al 95%.

**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 durante el período de 12 años de estudio (20/12/2006-27/11/2020) . Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

Especie	Nombre común	Pre UPM		1° año		2° año		3° año		4° año		5° año		6° año		7° año		8° año		9° año		10° año		11° año		12° año		13° año		Total	
		Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abund	Biom
<i>Prochilodus 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	3.289	5.810	2.322	3.964	3.315	5.599	<b>39.073</b>	<b>70.197</b>
<i>Megleporinus 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	3.888	6.822	4.542	7.378	3.096	5.470	<b>38.072</b>	<b>67.285</b>
<i>Salminus 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	377	927	530	1.281	608	1.406	<b>5.898</b>	<b>15.726</b>
<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	2.958	1.955	1.621	1.108	1.987	1.181	<b>10.983</b>	<b>7.198</b>
<i>Luciopimelodus pati</i>	Pati	94	261	175	445	66		444	914	15	36	79	159	30	64	44	68	13	41	321	768	81	234	225	649	204	433	201	531	<b>1.992</b>	<b>4.603</b>
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado	3	6							51	78	554	857	33	52	219	324	28	48	6	13	42	70	557	713	226	364	27	43	<b>1.746</b>	<b>2.568</b>
<i>Geniden sbarbus</i>	Mochuelo			1	7	1	7	13	54	4	17			1	10	19	51	30	92	120	458	284	1.000	27	111	34	179	29	139	<b>563</b>	<b>2.125</b>
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surbi	1	3									9	24	7	17	10	19	1	3	1	2	5	17	65	227	9	29	15	69	<b>123</b>	<b>410</b>
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco							3	6							22	15			32	17					12	15			<b>69</b>	<b>53</b>
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa			1	3																	3	7	2	6	11	33	1	3	<b>18</b>	<b>52</b>
<i>Ageneiosus inermis</i>	Manduva															1	3					2	3	14	16	1	2	31	38	<b>49</b>	<b>62</b>
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo																					2	4	1	2			8	13	<b>11</b>	<b>19</b>
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho armado																								1	2	60	109	<b>61</b>	<b>111</b>	
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha																								4	15			<b>4</b>	<b>15</b>	
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete																								1	2	220	393	<b>221</b>	<b>395</b>	
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo																								6	8	52	87	<b>58</b>	<b>95</b>	
<i>Catathyridium jenynsii</i>	Lenguado																											152	82	<b>152</b>	<b>82</b>
<i>Sorubim lima</i>	Manduve																											1	2	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Total por período</b>		<b>5.409</b>	<b>9.946</b>	<b>8.171</b>	<b>14.333</b>	<b>10.895</b>	<b>20.121</b>	<b>12.361</b>	<b>21.254</b>	<b>5.172</b>	<b>9.213</b>	<b>7.614</b>	<b>14.923</b>	<b>1.474</b>	<b>2.154</b>	<b>4.476</b>	<b>7.241</b>	<b>2.790</b>	<b>4.740</b>	<b>7.115</b>	<b>12.236</b>	<b>4.741</b>	<b>8.756</b>	<b>11.412</b>	<b>17.238</b>	<b>9.512</b>	<b>14.786</b>	<b>9.803</b>	<b>15.163</b>	<b>99.094</b>	<b>170.993</b>

## **Esfuerzo de pesca**

Como se mencionó anteriormente Las Cañas es el sitio con mayor esfuerzo de pesca, durante todo el período estudiado (i.e. 01/01/2020 al 27/11/2020). Este sitio presentó un total de 2.971 días de pesca y 23.462 paños calados, siendo el sitio con mayor esfuerzo de pesca tanto en número de redes como en días de pesca de las tres zonas en los trece períodos analizados (ver más adelante la sección “Esfuerzo de muestreo comparación entre zonas”). El esfuerzo de pesca se ha mantenido relativamente constante a lo largo de los catorce años analizados. Durante el período pre-UPM fueron calados 1.064 paños, con un promedio de 7 paños en cada día de pesca (153 días de pesca), en el primer año post-UPM se duplicó el esfuerzo 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 (1.673 paños de red en 191 días de pesca y 1.802 paños en 218 días de pesca respectivamente) (Tabla 7). 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 1.400 paños en 175 días de pesca (8 paños de red por día). El sexto período fue el que registró el menor esfuerzo de pesca con 84 días de pesca 620 paños calados con un promedio de 5 paños por día. El octavo período post-UPM presentó 173 días de pesca y 1.238 paños, con un promedio de 7 paños calados por día. El noveno período (2016) 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 presente período (2020) se observó un leve incremento del esfuerzo pasando de 1.845 paños calados durante 228 días de pesca en 2019 a 2.062 paños y 256 días de pesca, completando un promedio de 8,1 paños por día (Tabla 7).

**Tabla 7.** Esfuerzo de pesca con redes de enmalle realizado en la zona de Las Cañas durante todo el período de estudio desde 12/12/2017 al 27/11/2020. Se muestran días de pesca, número de paños y promedio de paños por día durante cada período estudiado.

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
11° año post UPM			
12/12/17-05/12/18	282	2.153	7,6
12° año post UPM			
10/12/2018-30/11/2019	228	1.845	8,1
13° año post UPM			
01/01/2020-27/11/2020	256	2.062	8,1
<b>Total</b>	<b>2.971</b>	<b>23.462</b>	

## Captura por unidad de esfuerzo

La captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE presentó diferencias significativas ( $F_{13;140}=1,8$ ;  $p=0,05$ ) incluyendo todo el período (2007-2020). Sin embargo, no se detectó diferencias al analizar el período pre UPM y post UPM en la captura total ( $F_{1;152}=0,61$ ;  $p=0,4$ ). Se detectaron 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, respectivamente (Fig. 12). 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 capturas por encima de 50 individuos por unidad de esfuerzo, que se consolida en 2018 con capturas en el entorno de los 80 individuos, siendo el sábalo la especie que más aportó a la CPUE durante ese período. Durante 2019 y 2020 se mantuvo la tendencia de la CPUE alcanzando valores máximos de CPUE de 124 y 76 individuos respectivamente, siendo la boga la especie que más aportó a la CPUE durante el 2019, mientras que en 2020 ambas especies aportaron equitativamente a la CPUE (Fig.13).

La CPUE de sábalo presentó diferencias significativas entre los períodos de estudio (2006-2019) (ANOVA,  $F_{13;140}=5,4$ ;  $p<0,01$ ) en la zona de Las Cañas, observándose 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,

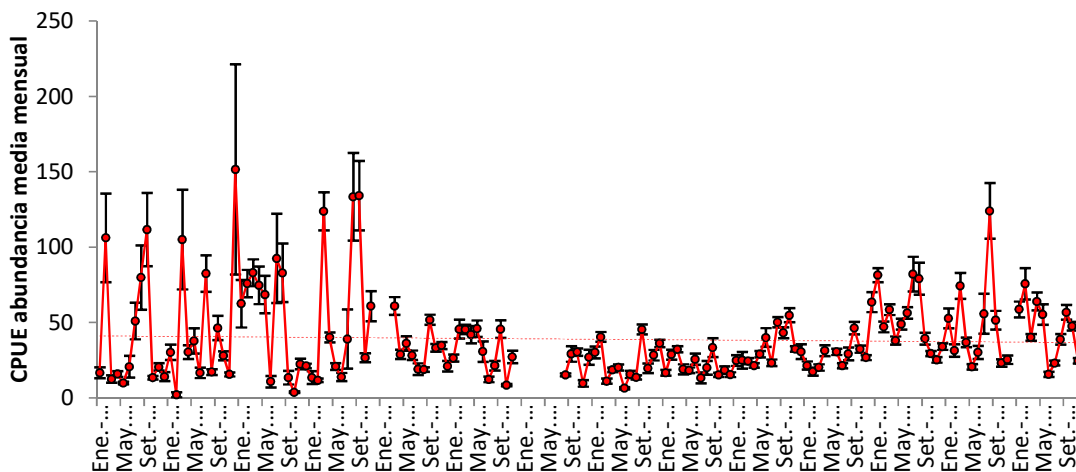
donde no se observaron picos de abundancia de esta especie y las capturas se mantiene en valores por debajo de 30 individuos por día (Fig. 13). A partir de 2013 las capturas de sábalo disminuyeron aún más y se mantuvieron por debajo de las capturas de boga. En este sentido, al analizar el período pre y post UPM se encontró diferencias significativas (ANOVA,  $F_{1;152}= 4.7$ ;  $p=0,03$ ), particularmente se detectaron diferencias significativas entre el período pre-UPM (2007) y el séptimo (2013), octavo (2014) y noveno (2015) período post-UPM (test de Tukey *post hoc*:  $p<0,05$ ), siendo mayor durante el período pre-UPM. Hacia el período 2016 se observó un incremento, luego un descenso en el período 2017 y un nuevo aumento en los períodos 2019 y 2020, aunque no fue estadísticamente significativo con respecto al período pre-UPM (Fig.13).

La CPUE de boga mostró un incremento significativo analizando todo el período de estudio (2006-2020) (ANOVA,  $F_{13;140}=3,3$ ;  $p<0,01$ ). También se encontró un aumento al comparar el período pre-UPM y el post-UPM (ANOVA,  $F_{1;152}= 15,4$ ;  $p<0,01$ ). Particularmente se encontró diferencias significativas con el tercer período post-UPM (2010) ( $p>0,05$ ) el cual coincide con las mayores CPUE de boga registradas en marzo y setiembre de ese mismo año, con CPUE por encima de 100 individuos promedio (Fig. 13). También se encontró diferencias con los períodos post-UPM correspondientes a 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 (Tukey  $p<0,05$ ) donde se observó un aumento sostenido de las capturas de boga. Sin embargo, el incremento se detuvo en el último período (2020) donde no se encontraron diferencias significativas con respecto al período pre UPM.

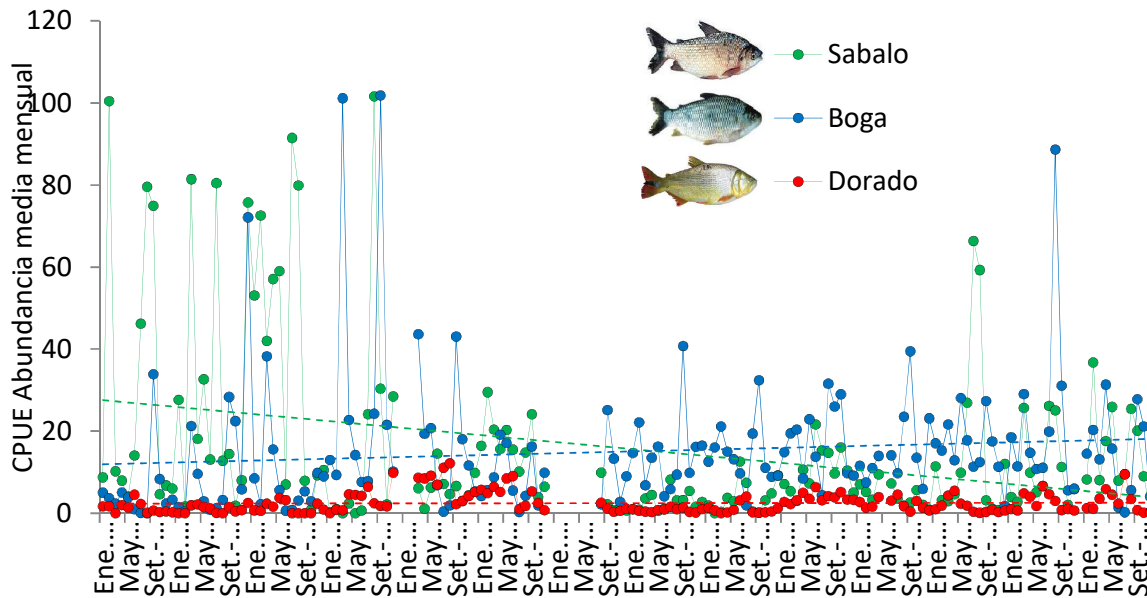
La CPUE de dorado presentó diferencias significativas analizando todo el período de estudio (2006-2020) (ANOVA,  $F_{13;140}=7,9$ ;  $p<0,01$ ); particularmente se encontraron diferencias entre el período pre-UPM y el cuarto y quinto período post-UPM (2011 y 2012) (test *post hoc* Tukey:  $p<0,05$ ), 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.13). El período post-UPM correspondiente al año 2016 también mostró diferencias significativas con el período pre-UPM, el cual mostró un aumento de la captura promedio de  $3,8 \pm 1,2$  individuos (Fig.13). Sin embargo, al analizar todo el período post UPM no se detectó diferencias significativas entre el período pre y post UPM (ANOVA,  $F_{1,152} = 3,2; p=0,07$ ).



**Figura 12. CPUE total**, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2020 en Las Cañas. Los períodos con falta de datos se evidencian en las líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias, las barras representan error estándar.



**Figura 13.** CPUE, número de individuos capturados en 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el periodo 2007-2020 en Las Cañas para las principales especies de importancia comercial, sábalo (verde), boga (azul) y dorado (rojo). Los períodos con falta de datos se evidencian como líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias.



**Figura 14.** Limpieza y fileteado de dorados y bogas capturadas en la zona de pesca de Las Cañas (abril 2019).

**Figura 15.** Desembarco y acopio de captura en el puerto de pescadores de las Cañas (abril 2019)



## Las Cañas, pesca con espineles

### Esfuerzo de pesca

El uso de espineles es más frecuente en Las Cañas que en las otras zonas de pesca, por lo tanto se presentan los resultados de captura con espineles únicamente para esta zona. Durante todo el período (2007-2020) se calaron un total de 304.370 anzuelos distribuidos en 1.165 días de pesca, que da un promedio de 236 anzuelos calados por día de pesca. El esfuerzo de pesca ha sido muy variable a lo largo de todo el período (2007-2020). Durante el período pre-UPM (2006-2007) se utilizaron un total de 36.500 anzuelos en 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, se registra el esfuerzo de pesca 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 36.900 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 (101) como en número de anzuelos calados (23.940). Durante el período 2017 y 2018 continua la tendencia a disminuir el esfuerzo, registrándose en este último período, 77 días de pesca y se caló un total de 14.680 anzuelos con un promedio de 191 anzuelos por día de pesca. Durante el período 2019 se registró un incremento en los días de pesca utilizando espineles (114) así como en el número de anzuelos calados que se duplicó (28.000) que se mantiene en el período actual (2020) con valores menores de esfuerzo (86 días de pesca, 20300 anzuelos) (Tabla 8). Las fluctuaciones del esfuerzo de pesca con espineles se debe a una combinación de varios factores; por ejemplo, variaciones en la descarga del río, ya que los pescadores utilizan espineles con mayor frecuencia cuando las condiciones climáticas e hidrológicas (alta descarga del río) no permiten el uso de redes. Cuando las condiciones son favorables para el uso de redes los pescadores las priorizan frente al uso del espinel ya que este último requiere mayor trabajo previo (e.g. encarnado y acondicionamiento del arte).

**Tabla 8.** Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Las Cañas durante todo el período de estudio desde 12/12/2017 a 25/11/2020. Se muestran días de pesca, número de anzuelos y promedio de anzuelos por día durante cada período estudiado.

Período	Días totales de pesca	Anzuelos calados	Promedio de anzuelos calados por día de pesca
Pre UPM			
2006-2007	120	36.500	304
1° año post UPM			
2008	127	37.410	295
2° año post UPM			
2009	84	24.410	291
3° año post UPM			
2010	44	13.860	315
4° año post UPM			
2011	13	2.600	200
5° año post UPM			
2012	16	4.870	304
6° año post UPM			
2013	36	11.850	329
7° año post UPM			
2014	147	36.900	251
8° año post UPM			
2015	108	29.100	269
9° año post UPM			
2016	101	23.940	237
10° año post UPM			
2017	92	19.950	217
11° año post UPM			
2018	77	14.680	191
12° año post UPM			
2019	114	28.000	246
13° año post UPM			
2020	86	20.300	236
<b>Total</b>	<b>1.165</b>	<b>304.370</b>	

Las especies capturadas con mayor frecuencia durante todo el período fueron el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) y el patí (*Luciopimelodus pati*), con 21.885 y 4.045 individuos y 13.734 y 5.416 kilogramos, respectivamente (Tabla 9, Fig. 16). La siguiente especie en términos de abundancia fue el pejerrey (*Odontesthes sp.*), con 1.365 ejemplares capturados y una biomasa de 746,4 kilogramos. La captura de esta especie en el bajo Río Uruguay presenta una marcada estacionalidad, registrándose durante los meses de invierno (junio a setiembre), cuando disminuye la temperatura del agua. En este sentido, durante el período 2015 y 2017 no se registró captura de esta especie, lo cual se podría atribuir a las temperaturas promedio registradas durante los meses de invierno de junio a agosto 2015 ( $16,8 \pm 1,4$  °C) y 2017 ( $16,1 \pm 0,8$  °C) por encima del promedio invernal ( $14,8 \pm 1,5$  °C), (datos de temperatura correspondientes a Concepción del Uruguay disponibles en la página web de CARU <http://www.caru.org.uy/web>). Durante el período 2018 se incrementó notablemente la captura de pejerrey con 125 individuos y 98 kg, probablemente asociado a la baja temperatura invernal registrada ese año ( $13,8 \pm 1,0$  °C). En el período 2017, se mantuvo la presencia de mandubá (*Ageneiosus inermis*) y la reaparición del manduví (*Ageneiosus militaris*), registrando elevadas abundancias para las dos especies. Durante el período 2019 se destaca el incremento en las capturas netas de raya (*Potamotrygon brachyura*) con 33 individuos y 232 kilogramos, lo que representó más de la mitad de la captura en los 13 años de monitoreo y del dorado con 103 individuos y 216 kilogramos. Con respecto a la CPUE de mochuelo (*Genidens barbatus*), continuó la tendencia a disminuir, pasando de 42 individuos y 158 kilogramos en 2018 a 1 individuo de cuatro kilogramos en 2019 y cero capturas en 2020 (Tabla 9). Esta disminución estaría asociada a condiciones hidrológicas de poca descarga (ver anexo 3), ya que se ha observado una correlación negativa entre la descarga del Río Uruguay y la CPUE de mochuelo (Vidal *et al.*,

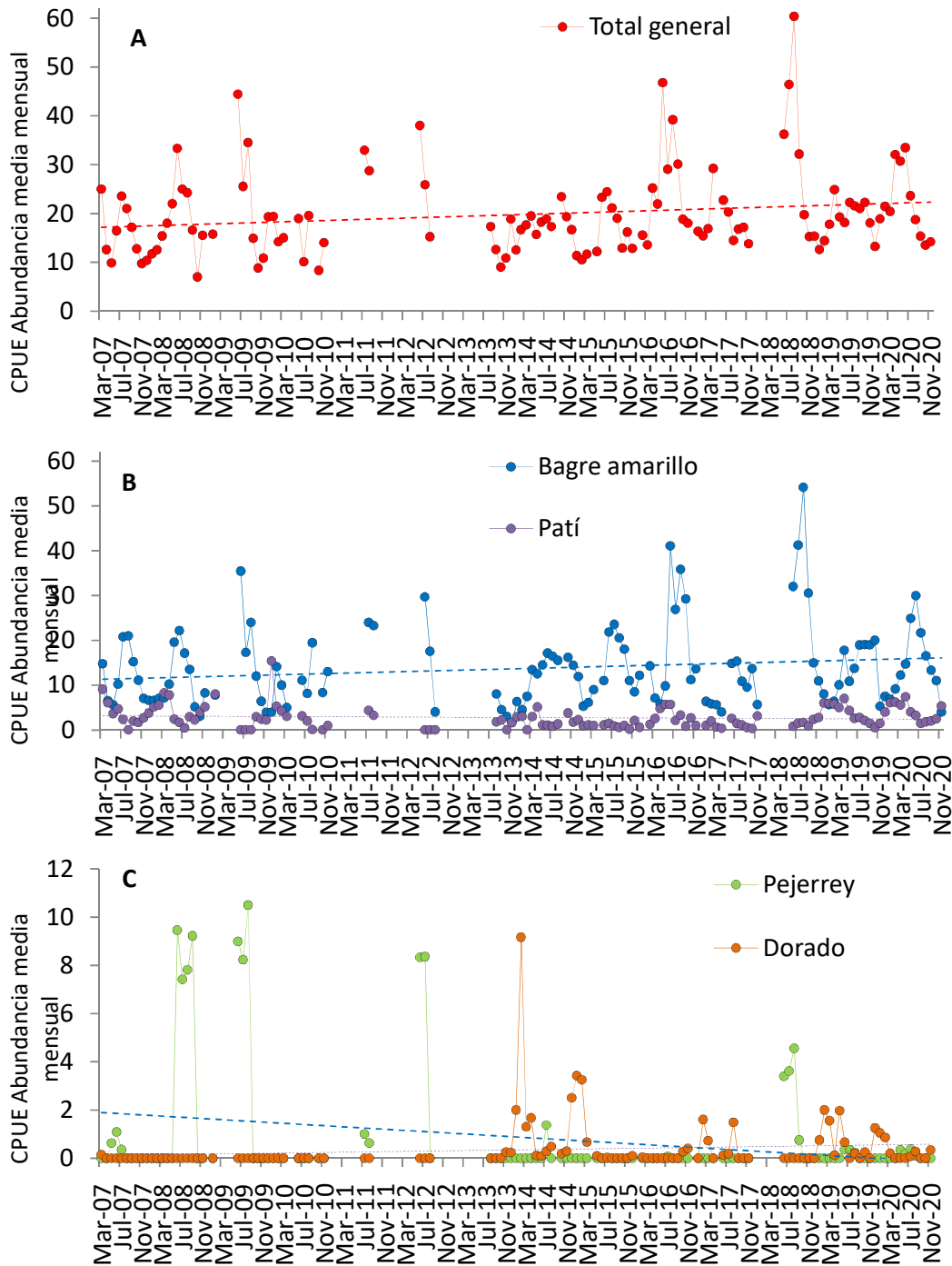
2020b). Es importante mencionar que los mochuelos realizan migraciones reproductivas y una vez que comienzan a reproducirse dejan de comer y solo son capturados con redes de enmalle y realizan ayuno hasta completar el ciclo reproductivo (Vidal *et al.*, 2020b).

El número de especies capturadas empleando espineles es variable durante el período de estudio 2007-2020. Durante el presente período se capturaron nueve especies, se destaca la captura por primera vez de la marieta (*Rhinodoras dorbignyi*) y del machete (*Raphiodon vulpinus*) incrementando así el número de especies acumuladas capturadas con espinel a un total de 13. Es importante mencionar que ambas especies se encuentran en la lista de especies prioritarias para la conservación (Loureiro *et al.*, 2013) y la pesca de *Rhinodoras dorbignyi* se encuentra prohibida por la CARU en la resolución 59/12. En el tercer y cuarto períodos post-UPM se registra el menor número de especies (2), lo cual coincide con el menor esfuerzo de pesca, mientras que durante los tres últimos períodos ocurre el mayor número (7).

### **Captura por unidad de esfuerzo**

La captura total en términos de abundancia promedio mensual CPUE presentó diferencias significativas entre los períodos ( $F_{12; 104}=3,3; p<0,01$ ), al igual que la CPUE del bagre amarillo ( $F_{12; 104}=3,1; p<0,01$ ). Sin embargo, al analizar diferencias entre los períodos pre y post UPM, la CPUE no mostró diferencias significativas entre ambos períodos para la abundancia total ( $F_{1; 115}=2,1; p=0,14$ ) ni para el bagre amarillo ( $F_{1; 115}=0,4; p=0,5$ ).

Durante el presente período, la especie más capturada continuó siendo el bagre amarillo con una captura neta de 1.998 individuos y 1.305 kg lo que representó un 78,6 % de los peces capturados en términos de abundancia.



**Figura 16.** CPUE, número de individuos capturados en 200 anzuelos durante el período 2007-2020 en Las Cañas para las principales especies de importancia comercial. Captura total (A), bagre amarillo (azul), patí (violeta) (B) y pejerrey (verde) y dorado (marrón) (C). Los períodos con faltante de datos se representan como líneas interrumpidas. La línea punteada muestra las tendencias.



**Tabla 9.** Especies capturadas en la zona de pesca de Las Cañas utilizando espineles en el período desde 26 de enero de 2017 hasta 25 de noviembre de 2020, 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	11° año post UPM	12° año post UPM	13° año post UPM	Total por especie																		
		26/01/07-10/11/07	12/11/07-28/11/08	29/12/08-21/12/09	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	12/12/17-05/12/18	19/12/18-30/11/19	04/01/20-25/11/20	26/01/07-30/11/19																		
		Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom	Abun	Biom																	
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	2	4					2	6	129	276	64	181	6	13	43	81			103	216	18	32	<b>367</b>	<b>809</b>									
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	606	798	696	946	333	338	217	232	46	52	23	17	83	92	419	496	148	234	351	631	132	215	145	178	505	759	341	428	<b>4045</b>	<b>5416</b>			
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo	2319	1478	1965	1112	1978	1112	1002	582	323	175	457	267	64	42	2731	1737	2281	1448	1969	1241	1064	731	1933	1257	1801	1247	1998	1305	<b>21885</b>	<b>13734</b>			
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	2	5													59	84							6	6	1	1			<b>72</b>	<b>105</b>			
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya			19	56											1	6	4	20	3	20		1	15	2	17	33	232	8	49	<b>71</b>	<b>415</b>		
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo					85	170									66	154	33	83	11	27	113	348	42	158	1	4			<b>351</b>	<b>944</b>			
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá	12	7																	39	29	239	250			17	11	66	66	<b>373</b>	<b>363</b>			
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey	66	38	488	286	443	230				151	80				52	27						1	1			125	98	20	12	19	13	<b>1365</b>	<b>784</b>
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco											216	170	66	45	14	15														<b>296</b>	<b>230</b>		
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															43	36	119	72					255	183	19	14	84	60	79	47	<b>599</b>	<b>412</b>	
<i>Pseudoplatistomasp.</i>	Surubí																							2	6	1	3				<b>3</b>	<b>9</b>		
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Marieta																											11	3	<b>11</b>	<b>3</b>			
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete																											2	3	<b>2</b>	<b>3</b>			
<b>Total por periodo</b>		<b>3007</b>	<b>2330</b>	<b>3168</b>	<b>2400</b>	<b>2839</b>	<b>1850</b>	<b>1219</b>	<b>814</b>	<b>369</b>	<b>227</b>	<b>631</b>	<b>364</b>	<b>425</b>	<b>400</b>	<b>3510</b>	<b>2791</b>	<b>2662</b>	<b>2053</b>	<b>2381</b>	<b>1951</b>	<b>1847</b>	<b>1823</b>	<b>2274</b>	<b>1734</b>	<b>2566</b>	<b>2545</b>	<b>2542</b>	<b>1946</b>	<b>29440</b>	<b>23189</b>			

## Comparaciones entre sitios

### Esfuerzo de pesca

Se detectaron diferencias entre los sitios para el esfuerzo de pesca al analizar el número de paños, considerando todo el período (2006-2020), KW ( $H_{2;441}=205,5$ ;  $p<0,01$ ). Utilizando el test *post hoc* (MW) se encontraron diferencias entre los tres sitios; Las Cañas fue la zona con mayor esfuerzo de pesca, con  $153,0\pm 57,8$  paños promedio calados por mes, seguida de Nuevo Berlín, con  $82,4\pm 59,5$  paños promedio calados por mes, y por último Fray Bentos, con  $42,3\pm 22,6$  paños promedio calados por mes. También se encontraron diferencias entre los sitios para el número de días de pesca, considerando todo el período de estudio (2006-2020) (KW,  $H_{2; 441}=82,3$ ;  $p<0,01$ ). Utilizando el test *post hoc* (MW) se encontraron diferencias entre Las Cañas y Nuevo Berlín; y entre Las Cañas y Fray Bentos, pero no entre Nuevo Berlín y Fray Bentos. Las Cañas fue la zona con más días de pesca promedio con  $17,5\pm 6,3$  por mes, seguido de Fray Bentos, con  $12,2\pm 3,8$  días de pesca promedio por mes, y por último Nuevo Berlín, con  $11,6\pm 6,1$  días de pesca promedio por mes (Tabla 10).

**Tabla 10.** Esfuerzo de pesca efectuado en los tres sitios de pesca Nuevo Berlín Fray Bentos y Las Cañas. Los valores corresponden al promedio y su desvío estándar.

	Días			Paños		
<b>Nuevo Berlín</b>	11,6	±	6,1	82,7	±	59,1
<b>Fray Bentos</b>	12,2	±	3,8	42,3	±	22,6
<b>Las Cañas</b>	17,5	±	6,3	153,0	±	57,8

## CPUE abundancia total

El análisis de ANOVA factorial mostró diferencias entre los sitios ( $F_{2; 396}=58,9; p<0,01$ ), entre los períodos ( $F_{13; 396}=2,7; p<0,01$ ), así como para la interacción entre ambos factores ( $F_{26;396}=5,7; p<0,01$ ). La mayor captura total de individuos se registró en la zona de Fray Bentos ( $77,2\pm 59,9$ ), seguido de Nuevo Berlín ( $47,2\pm 31,4$ ) y por último Las Cañas con  $38,9\pm 28,0$  a lo largo de todo el período de monitoreo. 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 algún período post-UPM ( $p<0,01$ ); particularmente estas diferencias aparecen recién a partir del sexto período post-UPM (2013) donde la CPUE total decae y se mantienen hasta el presente período 2020. A partir de 2013 hasta 2020, la CPUE pre-UPM fue siempre superior a la CPUE de los períodos post-UPM (Tukey,  $p<0,05$ ). En los tres sitios se detectó una disminución en la captura de sábalo, la especie de mayor importancia en términos de abundancia y biomasa. Sin embargo, esta disminución repercute más sobre la CPUE total en Fray Bentos, ya que representa el 61,1% de la captura total en términos de abundancia. Por lo tanto la CPUE total en Fray Bentos es más sensible a las variaciones de la CPUE de sábalo que en los otros sitios donde representa alrededor del 40% de la captura total (41,2 % en Nuevo Berlín, 39,4 % en Las Cañas) (Apéndice 1), lo que explicaría las diferencias encontradas en Fray Bentos para la captura total.

Al analizar todo el período de estudio el sábalo fue la especie más capturada en los tres sitios; sin embargo, en los últimos años se observó un incremento en la captura de boga y un detrimento de la de sábalo (Figura 17). Es difícil encontrar una única respuesta para este incremento, pero una de las

causas de mayor peso podría ser el aumento de la invasión del mejillón dorado *Linmoperna fortunei* uno de los principales ítems en la dieta de juveniles y adultos de la boga (Gonzalez Bergonzoni *et al.*, 2020). La presencia del mejillón se registró por primera vez en 2001 en el Río Uruguay bajo (Brugnoli *et al.*, 2005). Este molusco alcanza grandes densidades cubriendo en su totalidad diferentes sustratos (Boltovskoy *et al.*, 2006). Esto representaría una ventaja nutricional para la boga que podría explicar el aumento de las capturas en los últimos años.

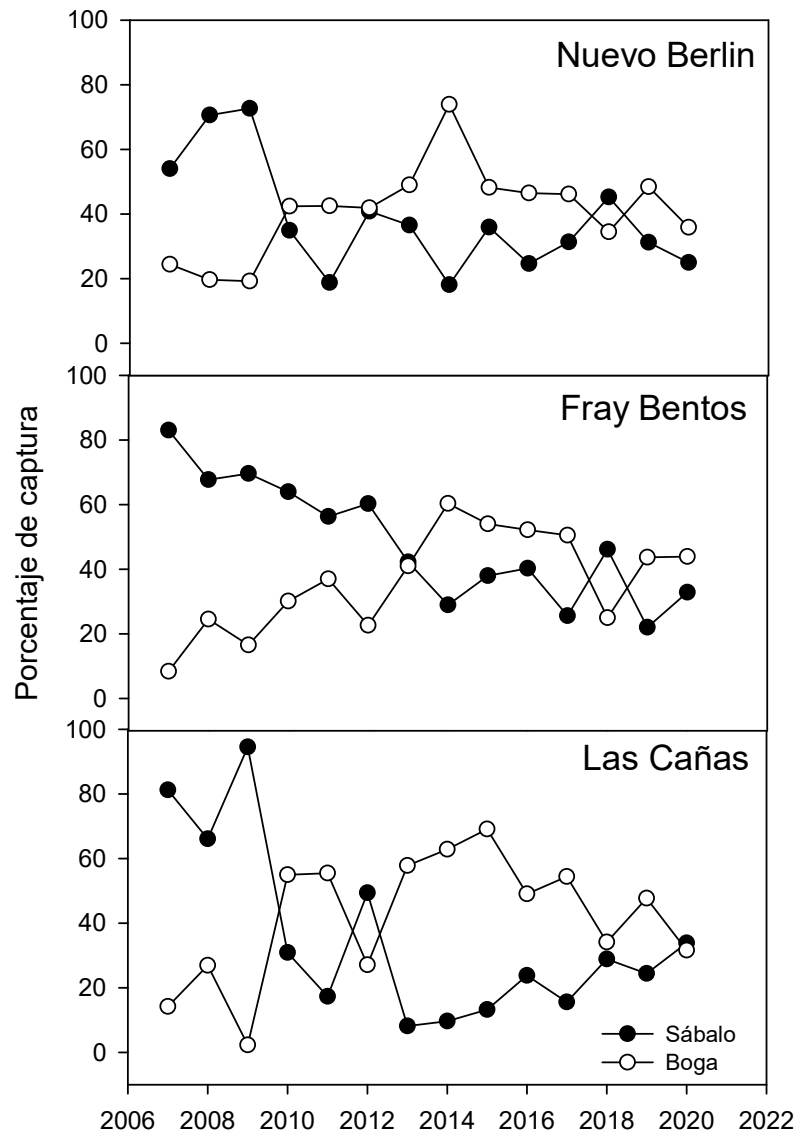
### **CPUE abundancia por especie por sitio**

Con respecto a CPUE abundancia mensual de sábalo se encontraron diferencias entre los sitios; ANOVA factorial ( $F_{2; 396}=72,7; p<0,01$ ), entre los años ( $F_{13; 366}=11,7; p<0,01$ ), así como para la interacción entre ambos factores (sitio-período) ( $F_{26; 396}=3,2; p<0,01$ ). Fray Bentos fue la zona de pesca con mayor captura promedio de sábalo medida en CPUE ( $43,1\pm 51,3$  individuos por día de pesca), seguido por Nuevo Berlín con  $19,2\pm 29,6$  individuos por día de pesca y por último Las Cañas con  $15,7\pm 22,0$  individuos por día de pesca.

Para la CPUE mensual de boga 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 ( $H_{2,438}=39,7; p<0,01$ ). Al analizar entre qué sitios hubo diferencias se encontró entre todos los sitios a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas (MW *post hoc*:  $p<0,05$ ). En este sentido, Fray Bentos nuevamente fue la zona de pesca con mayor (CPUE) promedio de boga ( $24,4\pm 16,0$  individuos por día), seguido por Nuevo Berlín con  $19,4\pm 17,7$  individuos por día y por último Las Cañas, con una captura de  $14,9\pm 15,9$  individuos por día.

También se detectaron diferencias entre los períodos ( $H_{13, 438}=44,6$ ;  $p<0,01$ ), observándose un aumento de las capturas desde el período pre-UPM (2007) hacia los siguientes períodos post-UPM, particularmente en 2014, 2015 y 2016 donde se observó un aumento significativo de las capturas de boga con respecto al período pre-UPM, a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas (MW *post hoc*:  $p<0,05$ ).

Para la captura CPUE del dorado tampoco fue posible aplicar ANOVA factorial, por no cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, por lo tanto tampoco se analizó la interacción período-sitio. La captura de dorado presentó diferencias entre los sitios; KW test ( $H_{2, 438}=11,5$ ;  $p<0,01$ ), los mayores valores de CPUE se registraron en Fray Bentos ( $7,0\pm 10,4$  individuos por día de pesca), seguido de Nuevo Berlín ( $3,2\pm 4,0$ ) y por último Las Cañas ( $2,5\pm 2,5$ ). Sin embargo solo se detectaron diferencias significativas entre Fray Bentos y Las Cañas (MW *post hoc*:  $p<0,05$ ). Adicionalmente, se detectaron diferencias entre los períodos (KW test,  $H_{13, 438}=59,1$ ,  $p<0,01$ ) al analizar el período (2007-2020). Sin embargo, solo se detectó diferencias entre el período pre-UPM (2007) y el noveno período post-UPM (2016) a partir de comparación múltiple de las medias ranqueadas (MW *post hoc*:  $p<0,05$ ).



**Figura 17.** Captura de sábalo (círculos negros) y boga (círculos blancos), expresada en términos de porcentaje, en los tres sitios estudiados Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas incluyendo todo el período de estudio 2007-2020.

## Conclusiones

Al analizar los datos integrando todo el período de estudio, las mayores capturas totales por unidad de esfuerzo, así como para la CPUE de las principales especies de importancia comercial analizadas individualmente (sábalo, boga y dorado) se dieron en Fray Bentos, zona inmediatamente aguas abajo de la descarga del efluente de la planta. Por lo tanto, no existiría evidencia de un efecto puntual de la descarga de efluentes por parte de UPM S.A. sobre las capturas de las pesquerías artesanales.

En los tres sitios se registró una tendencia general a la disminución de las capturas totales durante los últimos años. Esto ha coincidido 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 disminuir en el resto de los sitios (Fig. 17), por lo que podemos concluir que las causas de dicha disminución no responderían a efectos locales, como podría ser la descarga de efluentes de UPM S.A. Las variaciones observadas podrían responder 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). Sin embargo, se considera importante poner énfasis en el seguimiento de la CPUE de sábalo en este sitio. En este sentido, el sábalo realiza grandes desplazamientos en busca de sitios de alimentación, reproducción y crecimiento. Existe evidencia de que los individuos adultos de esta especie migran 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). En este sentido, durante

el monitoreo de 2018 los pescadores de la zona de Las Cañas capturaron un ejemplar de sábalo marcado. El pez recorrió 1.768 km en cuatro meses, de acuerdo con los registros analizados desde su marcación en el sistema de transferencias de peces y liberación al embalse de Yacyretá, lo cual demuestra que el sábalo bajó la represa y siguió su trayecto aguas abajo por el Río Paraná hasta llegar al Río Uruguay (Apéndice 2).

Las pesquerías artesanales capturan grandes abundancias de especies migradoras. De esta manera es posible que durante los últimos períodos hayan disminuido las migraciones masivas de ejemplares adultos, o mermado las poblaciones de sábalo, o bien las condiciones del río (alto caudal) no permiten la pesca en zonas donde estas especies realizan las migraciones, aunque durante 2019 el caudal fue relativamente bajo. La disminución resulta más evidente en la zona de Fray Bentos, debido principalmente a que el sábalo representa en el entorno del 60 % de la captura total en dicha zona de pesca, siendo por lo tanto la pesquería de esta región la más sensible a las fluctuaciones naturales de esta especie. En este sentido, la mayoría de las especies migratorias de gran porte presentan un alto grado de sincronización entre el ciclo reproductivo y el ciclo hidrológico de los ambientes que habitan (Vazzoler, 1996; Agostinho et al. 2004; Bailly et al. 2008). De esta manera, los eventos reproductivos favorables se encuentran asociados a niveles altos del curso de agua, momento en el cual el río conecta con zonas inundables propicias para la reproducción (Winemiller & Jepsen 1998; Stassen *et al.*, 2010). Durante el último período no se registraron grandes crecidas del río, comparables a la ocurrida durante la primavera del año 2009 (Apéndice 3). Esto podría explicar la reducción de las capturas registrado durante este último período, reafirmando 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.

Por otro lado, el territorio uruguayo ha sufrido una intensa transformación del uso del suelo con una profunda expansión agrícola, incrementando la utilización de agrotóxicos (Baraibar, 2014). Particularmente, en la cuenca del Río Uruguay se han encontrado pesticidas en músculo de peces, (Ríos *et al.*, 2010, Ernst *et al.*, 2018, Soutullo *et al.*, 2020). Adicionalmente en los monitoreos de exposición se han detectado compuestos cloro-fenólicos en biota y agua en los tres sitios de muestreo, provenientes de la actividad agrícola (López-Rodríguez *et al.*, 2019b). Si bien no hay evidencia que las concentraciones de agrotóxicos halladas en el músculo de peces sean letales podrían estar afectando de forma diferencial al sábalo, ya que esta especie podría ser más sensible que el resto, por ejemplo se ha encontrado mayor sensibilidad frente a agrotóxicos que algunas especies de salmónidos (Langiano & Martinez 2008).

Durante el presente período y los dos períodos previos (2018 y 2019) se observó un decaimiento de la CPUE del mochuelo (*Genidens barbatus*), lo cual podría explicarse por una disminución de la descarga del río previo al período reproductivo de esta especie. Resultados obtenidos por Vidal *et al.*, (2020b) indican una asociación positiva entre la descarga del río y la CPUE del mochuelo. En este sentido durante el período 2017, año de gran caudal (Anexo 3) se registró la mayor captura de mochuelo en todos los años de monitoreo. Las Cañas fue el sitio de pesca que presentó las mayores capturas de esta especie, y se destaca Fray Bentos, sitio donde fue capturado por primera vez durante el período de 2016. Esta especie se encuentra dentro de la lista de especies prioritarias para la conservación del SNAP (Soutullo *et al.*, 2013) y está categorizada como vulnerable siguiendo criterios de IUCN (Cappato & Yanosky, 2009), por lo cual sería relevante monitorear la evolución de las capturas, aportando así información valiosa para la conservación de esta especie. El

mochuelo es una especie de bagre perteneciente a la familia Ariidae (Marceniuk & Menezes, 2007) que ha colonizado el medio marino. Sin embargo, no ha podido independizarse completamente del agua dulce ya que está obligado a realizar migraciones con fines reproductivos hacia ríos que desembocan en el océano Atlántico como al Río de la Plata, como también al Río Paraná y al Río Uruguay (Avigliano *et al.*, 2015). Estas migraciones que presentan un claro patrón temporal, se dan sistemáticamente durante los meses de setiembre a diciembre (Vidal *et al.*, 2020b). Como se menciona anteriormente, el particular modo de reproducción de esta especie, con baja fecundidad e incubación bucal (Burgges, 1989), hace que su captura, particularmente durante las migraciones reproductivas, sea un potencial riesgo para la conservación de esta especie.

Por otro lado, se destaca, durante el período anterior (2019), la alta abundancia de rayas capturadas en Las Cañas (pertenecientes a la familia Potamotrygonidae; probablemente *Potamotrygon brachyura* y *P. motoro*). Las rayas de agua dulce neotropicales representan un grupo particular de elasmobranchios recientes, debido principalmente a su hábitat restringido y obligatorio en agua dulce (Rosa *et al.*, 2010; Lucifora *et al.*, 2015). El estado de conservación de esta especie se encuentra en la categoría global UICN como “datos insuficientes” (Charvet-Almeida *et al.*, 2009). En Uruguay se encuentra en la lista de especies prioritarias para la conservación por SNAP (Loureiro *et al.*, 2013). Si bien la captura de esta especie es ocasional ya que la especie objetivo del espinel son los bagres; es importante prestar atención a las capturas de esta especie debido a que las características de su historia de vida como baja fecundidad y madurez sexual tardía (Achenbach & Achenbach, 1976) la vuelven potencialmente vulnerable. Por último, durante el período 2018 se destacó la captura por primera vez de *Pseudoplatystoma corruscans* en Las Cañas, utilizando espineles y un aumento de la captura en los tres sitios de esta especie. Es importante mencionar que

esta especie se encuentra categorizada como “vulnerable de máxima prioridad” usando la sumatoria de todos los índices (SUMIN) (Cordiviola *et al.*, 2009).

La generación de datos a partir de este monitoreo continuo de alta frecuencia que se desarrolla desde hace 14 años, ha permitido una comprensión de las variaciones espacio-temporales de las capturas de las principales especies explotadas por las pesquerías artesanales y representa una de las principales fuentes de información de largo plazo de las dichas pesquerías.

Por otro lado, permite complementar el monitoreo de la estructura de la comunidad de peces y 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, y particularmente de las actividades de UPM sobre todo cuando la dinámica natural de las comunidades es muy variable y compleja. Por último y no menos importante, las fluctuaciones observadas en las capturas afectan directamente al sistema social ambiental de la pesca artesanal, por lo que es relevante conocer y estar atentos a las tendencias de las mismas.

## Bibliografía

Achenbach, G. M. y S. V. M. Achenbach, 1976. Notas acerca de algunas especies de raya fluvial (Batoidei, Potamotrygonidae) que recuentan el sistema hidrográfico del Paraná Medio en el Departamento La Capital (Santa Fe - Argentina). *Comunicación Museo Provincial Ciencias Naturales "F. Ameghino"*, 8: 1-34.

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: 11-19.

Avigliano, E., Velasco, G., & Volpedo, A. V. 2015. Assessing the use of two southwestern Atlantic estuaries by different life cycle stages of the anadromous catfish *Genidens barbatus* (Lacépède, 1803) as revealed by Sr: Ca and Ba: Ca ratios in otoliths. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 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 2: 90 pp.

Baigún, C. R. M., Colautti, D., López, H. L., Van Damme, P. A., & Reis, R. E. 2012. Application of extinction risk and conservation criteria for assessing fish species in the lower La Plata River basin, South America. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22: 181-197.

Baigún, C., Minotti, P., & Oldani, N. (2013). Assessment of sábalo (*Prochilodus lineatus*) fisheries in the lower Paraná River basin (Argentina) based on hydrological, biological, and fishery indicators. *Neotropical Ichthyology*, 11: 199-210.

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: 1218-1229.

Baraibar, M. (2014). *Green deserts or new opportunities?: competing and complementary views on the soybean expansion in Uruguay, 2002-2013* (Doctoral dissertation, Department of Economic History, Stockholm University).

Boltovskoy D, Correa N, Cataldo D, Sylvester F. 2006. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Río de la Plata watershed and beyond. *Biological Invasions*, 8:947-963

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

Brugnoli, E., Clemente, J., Boccardi, L., Borthagaray, A. & Scarabino, F. 2005. Update and prediction of golden mussel (*Limnoperna fortunei*): distribution in the principal hydrographic basin

of Uruguay. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77: 235-244.

Burgges, W. E. (1989). *An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes. A Preliminary Survey of the Siluriformes*. Neptune City, NJ: T.F.H. Publications, Inc.

Cappato J. y A. Yanosky (eds). 2009. Uso sostenible de peces en la Cuenca del Plata. Evaluación subregional del estado de amenaza, Argentina y Paraguay. UICN. 76 pp.

CEN (European Committee for Standardization), 2005: EN 14757. Water quality Sampling of fish with multi-mesh gill nets. Brussels, 27 pp.

Charvet-Almeida, P., J. M. R. Soto & M. Pinto de Almeida. 2009. *Potamotrygon brachyura*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161687A5480430.

Cordiviola, E., M. Campana, D. Demonte, D. del Barco & A. Trógolo. 2009. Conservation state of Siluriformes fishes from the Ramsar Site Jaaukanigás (Middle Paraná River, Argentina). *Gayana* 73: 222-232.

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

Ernst F., Alonso B., Colazzo M., Pareja L., Cesio V., Pereira A., Márquez A., Errico E., Segura A. M., Heinzen H. & Pérez-Parada A., 2018. Occurrence of pesticides residues in fish from South American rainfed agroecosystems. *Science of the Total Environment*, 631: 169-179.

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 des Internationalen Verein Limnologie*, 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.

González-Bergonzoni, I., Silva, I., Teixeira de Mello, F., D'Anatro, A., Boccardi, L., Stebniki, S., ...&Naya, D. E. 2020. Evaluating the role of predatory fish controlling the invasion of the Asian golden mussel (*Limnoperna fortunei*) in a subtropical river. *Journal of Applied Ecology*, 57, 717-728.

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

Langiano, V.C., & Martinez, C.B.R., 2008. Toxicity and effects of a glyphosate-basedherbicide on the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 147: 222–231.

López-Rodríguez, A., A. D'Anatro, S. Stebniki, N. Vidal & F. Teixeira de Mello, 2019a. Estructura comunitaria y diversidad de peces en el río Uruguay: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, diciembre 2019. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay.

López-Rodríguez, A., A. D'Anatro, S. Stebniki, N. Vidal & F. Teixeira de Mello, 2019b. Monitoreo de exposición: monitoreo en la zona receptora de efluentes de la planta de pasta de celulosa UPM S.A, abril 2019. UPM S.A, Fray Bentos, Uruguay.

Loureiro M, M Zarucki, I González, N Vidal & G Fabiano. 2013. Peces continentales. Pp. 91-112, en: Soutullo A, C Clavijo & JA Martínez-Lanfranco (eds.). Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares. snap/dinama/mvotma y dicyt/mec, Montevideo. 222 pp.

Lucifora, L. O., M. R. de Carvalho, P. M. Kyne & W. T. White. 2015. Freshwater sharks and rays. *Current Biology*, 25: R971-R973.

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.

Oksanen, J. (2013). Vegan: ecological diversity. *R Project*, 368.

Ríos, M., Zaldúa, N., & Cupeiro, S. (2010). Evaluación participativa de plaguicidas en el sitio RAMSAR, Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. *Vida Silvestre Uruguay, Montevideo*.

Rosa, R. S., P. Charvet-Almeida y C. C. Di-ban. 2010. Biology of the South American potamotrygonid stingrays. Chapter 5. Pp. 241–286. En: Carrier, J. C., J. A. Musick y M. R. Heithaus (Eds.). *Sharks and their relatives II. Biodiversity, adaptive physiology and conservation*. CRC Press. 639 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.

Soutullo, A., Ríos, M., Zaldúa, N., & Teixeira de Mello, F. 2020. Soybean expansion and the challenge of the coexistence of agribusiness with local production and conservation initiatives: pesticides in a Ramsar site in Uruguay. *Environmental Conservation*, 47, 97-103.

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. *Journal of Fish Biology*, 81:848-65.

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. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. *Maringá, Universidade Estadual de Maringá*.

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

Vidal, N., Teixeira de-Mello, F., González-Bergonzoni, I., López-Rodríguez, A., Tesitore, G., Pais, J.; Stebniki, S., Silva, I. & D' Anatro, A., 2020a. Long-term study of the reproductive timing of the Neotropical catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874): Influence of temperature and river discharge. *Ecology of Freshwaterfish*. DOI: 10.1111/ef f.12518.

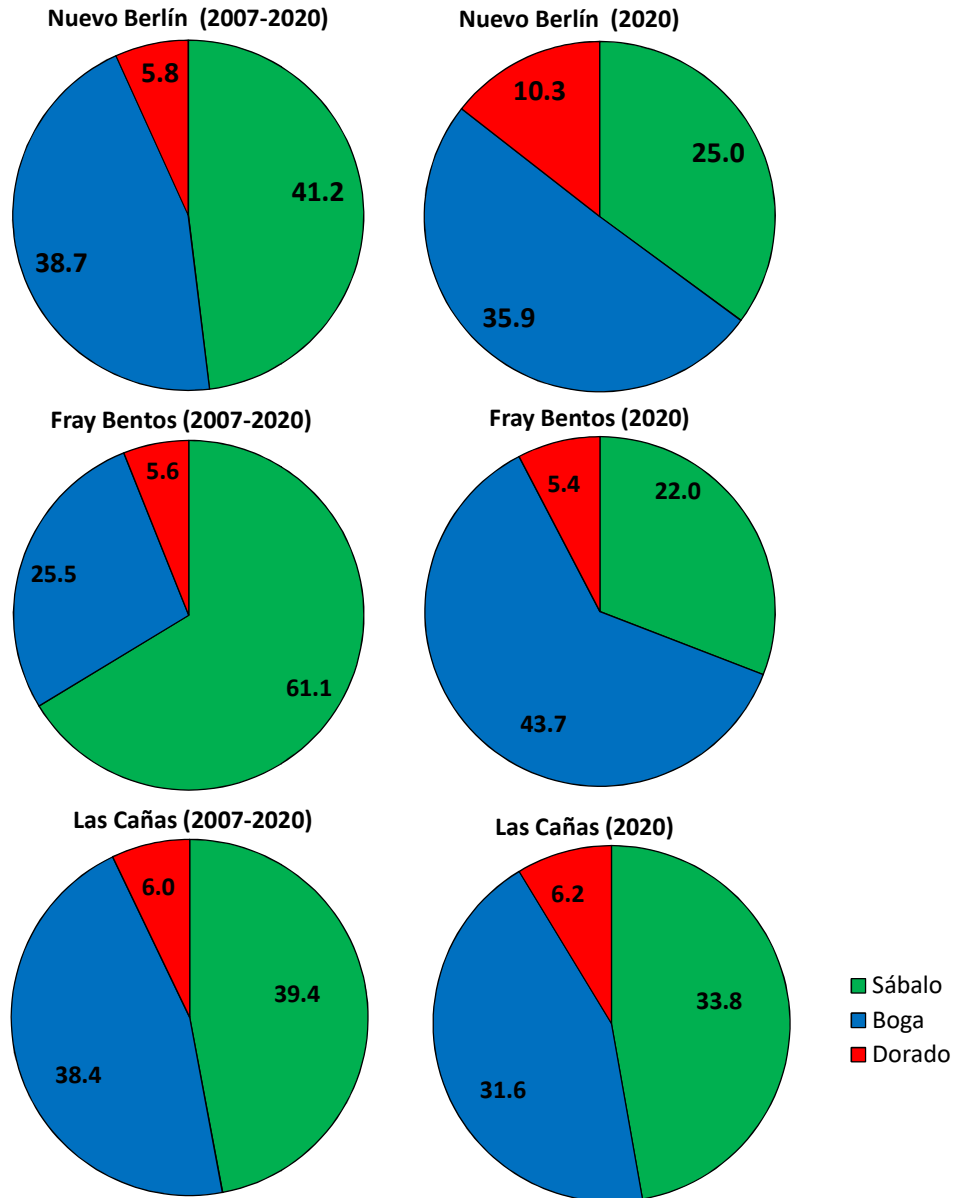
Vidal N., D'Anatro A., González-Bergonzoni I., Silva I., Correa P., País J., Tesitore G. & Teixeira de Mello F. 2020b. Río de la Plata voyagers: Deciphering themigration ecology of a vulnerable marine catfish (*Genidens barbatus*) in a large subtropical river (lower Uruguay River). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, <https://doi.org/10.1002/aqc.3519>

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.



## Apéndices

**Apéndice 1.** Proporciones de las principales especies capturadas (sábalo, boga y dorado) en los tres sitios Nuevo Berlín Fray Bentos y Las Cañas durante todo el período de muestreo 2007-2020 (izquierda) y durante 2020 (derecha).



## **Apéndice 2.** Referencia de la captura del ejemplar de sábalo marcado capturado por los pescadores de Las Cañas.



### **Capturan en el río Uruguay un pez marcado en Yacyretá**

***La información suministrada por dos pescadores de Las Cañas y el biólogo Nicolás Vidal, del programa de Ictiología del Río Uruguay, permitirá conocer más sobre las migraciones de los peces.***

**LAS CAÑAS, (R.O. del Uruguay) junio de 2018.**- Representantes de la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) se acercaron a esta localidad para premiar a dos pescadores que dieron aviso sobre la captura de un ejemplar de sábalo (*Prochilodus lineatus*), con la marca número 83912, en el marco del programa de monitoreo del desplazamiento de las diferentes especies.

El pez recorrió 1768 kilómetros en cuatro meses, de acuerdo con los registros analizados desde su marcación en el sistema de transferencias de peces y liberación al embalse de Yacyretá, lo cual demuestra que el sábalo bajó la represa a través de las turbinas y siguió su trayecto aguas abajo por el Paraná hasta llegar al río Uruguay.

El responsable de ictiofauna de la EBY, Omar García, entregó el reconocimiento por la colaboración en la devolución de la marca a los pescadores Elbio Russo y Julio Russo, quienes pescaron el sábalo marcado, Nicolás Vidal, del programa de ictiología del río Uruguay, fue quién recibió la información y la comunicó a la EBY.

“En nombre de la EBY les agradecemos por su colaboración al informar sobre la marca”, dijo Omar García, al entregar los certificados y obsequios a los pescadores en el campamento a orillas del río Uruguay en Las Cañas. “Es la primera vez que recibimos una marca de un lugar tan distante y esta marca fue colocada en diciembre pasado, durante la campaña que realizamos junto con Itaipú”, agregó.

Los pescadores recordaron que el sábalo fue pescado el pasado 15 de abril, y se comunicaron con Vidal, biólogo del programa de Ictiología del Río Uruguay, ante la sorpresa de haber capturado un pez con una marca. Durante el encuentro, García les explicó que las tareas de marcación se desarrollaron en el sistema de transferencia de peces, en la Central Hidroeléctrica Yacyretá, y tiene como objetivo poder determinar el desplazamiento de las diferentes especies en el lago Yacyretá y el río Paraná.

Desde el inicio del programa fueron colocadas un total de 28.000 marcas en la Central Yacyretá, a través de casi 20 años, y con la información suministrada por los pescadores se establecieron los movimientos migratorios de las diferentes especies del río.

Av. E. Madero 942 Piso 20 - C1106ACW - BUENOS AIRES- TEL: +54 11 4510- 7576 /7581  
CEL. +54 11 4446-2679  
e-mail: [ptejerina@eby.org.ar](mailto:ptejerina@eby.org.ar) [www.yacyreta.org.ar](http://www.yacyreta.org.ar)

**Apéndice 3.** Descarga del Río Uruguay medido en metros cúbicos por segundo a la altura de la represa de Salto Grande durante todo el período de monitoreo (2007-2020).

