

# 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 2007-2023).



**Abril de 2024**

Páginas: 65  
Figuras: 21  
Tablas: 9

**Sede Maldonado**

Av. Cachimba del Rey entre  
Bvar. Artigas y Av. Aparicio Saravia  
+598 4225 5326  
bedelia-maldonado@cure.edu.uy

**Sede Rocha**

Intersección ruta n°9 y ruta n°15  
+598 4472 7001  
bedelia-rocha@cure.edu.uy

**Casa Treinta y Tres**

Ruta 8 km. 282  
+598 4453 0597  
bedelia33@cure.edu.uy

[www.cure.edu.uy](http://www.cure.edu.uy)

 @cure.udelar  CUREoficial

# 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:

César Rodríguez  
Alejandro D'Anatro  
Nicolás Vidal  
Martín Pacheco  
Bárbara Suárez  
Franco Teixeira de Mello.

## Distribución

UPM S.A.  
DINAMA  
DINARA

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

Imagen de tapa: Atardecer en Nuevo Berlín . Foto: Franco Teixeira de Mello

## 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>12</b>
<b>Resultados y discusión</b>	<b>14</b>
<b>Nuevo Berlín captura con red de enmalle</b>	<b>15</b>
Esfuerzo de pesca	19
Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)	22
<b>Fray Bentos captura con red de enmalle</b>	<b>25</b>
Esfuerzo de pesca	27
Captura por unidad de esfuerzo	33
<b>Las Cañas, captura con redes de enmalle</b>	<b>35</b>
Esfuerzo de pesca	39
Captura por unidad de esfuerzo	41
<b>Las Cañas, pesca con espineles</b>	<b>43</b>
Esfuerzo de pesca	43
Captura por unidad de esfuerzo	47
<b>Comparaciones entre sitios y entre períodos pre y post UPM</b>	<b>52</b>
CPUE abundancia total	52
CPUE abundancia por especie	53
<b>Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>61</b>

## Introducción

Con el objetivo de evaluar la existencia de posibles cambios en la estructura de las comunidades de peces, relacionados a la producción de pasta de celulosa desarrollada por UPM S.A (operativa desde 2007) en la ciudad de la ciudad de Fray Bentos, es que desde el año 2005 se viene realizando un muestreo sistemático en las zonas de Nuevo Berlín, Fray Bentos y Las Cañas. En dicho monitoreo se analizan cambios a nivel comunitario (riqueza de especies, biomasa, abundancia) y en caso de existir, se evalúa si estos cambios se encuentran asociados a las actividades que desarrolla la planta, principalmente la liberación de efluentes líquidos. Asimismo, desde noviembre de 2006, se viene realizando el monitoreo 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 incidentalmente o en muy baja frecuencia.

A partir de estos monitoreos se analizan datos anteriores y posteriores a la instalación de la planta UPM S.A en un sitio de referencia y en dos sitios con diferente grado de exposición al efluente. Estos puntos corresponden a: 1) Nuevo Berlín (próximo a la boca del arroyo “La yeguada”, 32°59'17" S, 58°03'54"O) sitio considerado de referencia, ubicado aproximadamente 24 Km aguas arriba del sitio de descarga de los efluentes de la planta de UPM S.A.; Fray Bentos (bahía del arroyo “Yaguareté”, 33°06'57" S, 58°16'22" O) zona receptora inmediata, localizado inmediatamente aguas abajo de la zona de descarga de efluentes de la planta; y 3) Las Cañas (próximo a la bahía del arroyo “Los caracoles” 33°11'29.20"S, 58°21'24.84"O) zona considerada como receptora lejana, localizada aproximadamente 15 Km. aguas abajo de la descarga de efluentes.

El monitoreo de pesca artesanal incluye las mismas tres zonas de pesca que el monitoreo de peces sistemático llevada adelante por nuestro equipo técnico, pero en este caso se incluye únicamente información recabada por los pescadores artesanales de forma continua durante todo el año.

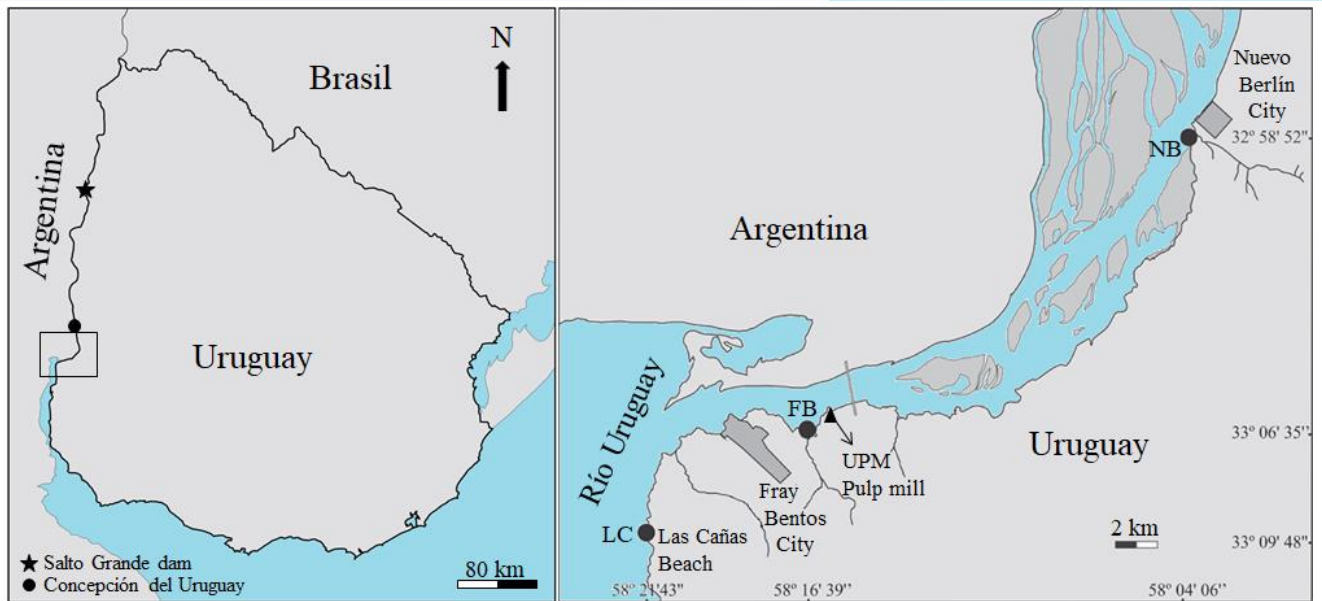
La operativa de pesca en la zona de estudio se caracteriza por ser de pequeña escala y llevada adelante mayoritariamente con botes, chalanas a remo, o con motor fuera de borda de baja potencia (DINARA, 2014). Este tipo de pesca artesanal es el más importante y frecuente en el Río Uruguay (Foti *et al.*, 2006).

Es importante mencionar que los sitios estudiados se ubican en dos jurisdicciones de pesca diferentes: Nuevo Berlín y Fray Bentos se encuentran dentro de la zona B de pesca, la cuál 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 de pesca, que comprende desde Fray Bentos hasta el paralelo de Punta Gorda. Estas zonas son definidas por DINARA (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos) y se presentan en la Figura 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 liberación de efluentes provenientes 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 16 períodos anuales posteriores (2008-2023) en tres sitios de pesca: Nuevo Berlín (NB), Fray Bentos (FB) y Las Cañas (LC) (Fig. 2).



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

## Metodología

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

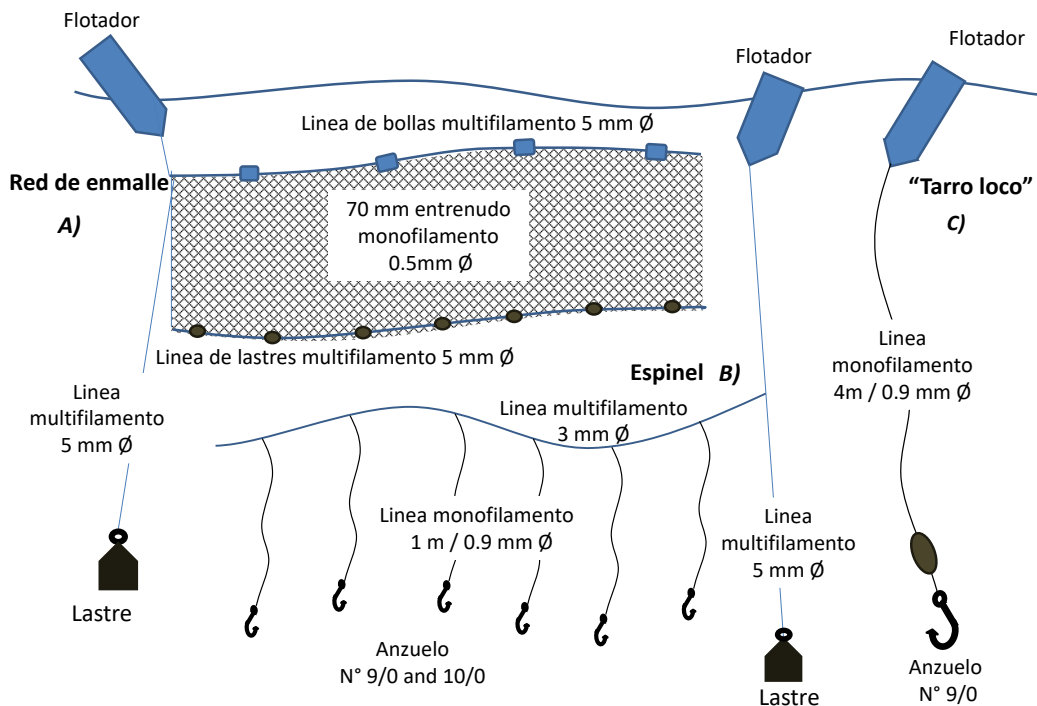
La red de enmalle es el arte de pesca más utilizado en las tres zonas. La apertura de malla mínima permitida es de 7 cm de entrenudos (resolución N° 209/2014 emitida por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos [http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin\\_209-14\\_pesca\\_ABC.pdf](http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-14_pesca_ABC.pdf)). Dicha apertura de malla es la más frecuente, aunque en algunas ocasiones se utilizan mallas de 8 cm. Los pescadores confeccionan las redes, a partir de paños de monofilamento

0,6 mm Ø, en tramos 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). Las especies objetivo de este arte de pesca son el sábalo, boga, dorado como se mencionó anteriormente, además del patí (*Luciopimelodus pati*) y viejas de agua (principalmente las pertenecientes a los géneros *Paraloricaria*, *Hypostomus* y *Loricariichthys*).

Otro arte de pesca utilizado con menor frecuencia es el espinel, que 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 para separar los anzuelos del fondo, prolongando así la utilidad de la carnada y evitando la captura de peces pequeños. La especie objetivo de este arte es el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*), sin embargo, se capturan otras especies de Siluriformes (i.e. *L. pati*, *Pimelodus albicans*, *Pseudoplatystoma corruscans*., *Genidens barbatus*, *Pterodoras granulosus*, *Oxydoras kneri*, *Ageneiosus inermis* y *A. militaris*), así como boga, dorado y pejerrey (*Odonthesthes spp.*); este último principalmente durante el invierno.

Por último, el tercer arte de pesca es conocido por los pescadores como “tarro loco” o “boya loca” (Fig. 3C). Es utilizado principalmente para la pesca de depredadores de gran porte como el patí, el surubí y el dorado. El arte consiste de una brazolada de unos cuatro metros de largo de monofilamento 0,9 mm Ø, con un anzuelo (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\\_209-14\\_pesca\\_ABC.pdf](http://www.dinara.gub.uy/files/resoluciones/Resolucin_209-14_pesca_ABC.pdf)).





**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).

Por último, se incluye 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) la cual representa la capacidad de las embarcaciones en términos de volumen y potencia de motor.

## 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 2023. 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 - 2021; Tesitore *et al.*; 2022). La incorporación de estos 16 años de datos.

permiten 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 al trabajo de 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 períodos.

V) En el período comprendido entre diciembre 2010 y febrero de 2011 también se carece de algunos datos, particularmente en Fray Bentos y Nuevo Berlín. Esto se debe a que fue 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 biomásas totales y en el período noviembre - 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 y junio y noviembre de 2021 en la localidad de Nuevo Berlín se detuvo la actividad de pesca por falta de compradores.

VII) Durante junio de 2021 el pescador de la localidad de Fray Bentos debió interrumpir la pesca para realizar cuarentena por positivo Covid19 de varios miembros de la familia incluido el pescador.

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 esperables.

VIII) 2023: El pescador de Fray Bentos reportó datos únicamente de tres meses de actividad, producto de las condiciones desfavorables del río, falta de compradores para las capturas y a otras actividades no vinculadas con la pesca llevadas a cabo durante el período.

## Análisis de datos

Para asegurar que las capturas sean comparables entre los diferentes sitios y diferentes años es necesario estandarizar los datos, ya que 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, se hace necesario transformar las capturas realizadas con redes, así como con espineles a CPUE (captura por unidad de esfuerzo) (CEN, 2005). La captura diaria realizada con redes de enmalle se estandarizó a 10 redes (paños), tanto para la abundancia como para la biomasa total (peso total, kg) capturada, mediante la siguiente fórmula (1):

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

(2)

En el caso de espineles la captura diaria fue estandarizada a 200 anzuelos mediante la siguiente fórmula (2):

$$(2) \text{ CPUE} = (\text{captura día } i * 200) * (\text{anzuelos usados en día } i)^{-1}$$

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. Es importante resaltar que probablemente el número de especies sea mayor al reportado ya que bajo el mismo nombre común se incluyen diferentes especies, e.g. viejas de agua, ocurriendo esto en los tres sitios.

El esfuerzo de pesca se calculó considerando los días de pesca y el número de paños calados por año. Con los objetivos de comparar las capturas totales y por especies, entre el período de línea de base (2006-2007) y períodos posteriores a la puesta en marcha de UPM S.A. (2008-2023); y

comparar estos parámetros (capturas totales y por especies) entre los sitios receptores (Fray Bentos y Las Cañas) y el de referencia (Nuevo Berlín) se realizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM, por su sigla en inglés) usando los sitios y la presencia/ausencia de la planta como un factor fijo y los períodos de muestreo como un factor aleatorio. Se utilizaron 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 (*Prochilodus lineatus*), la boga (*Megaleporinus obtusidens*) y el dorado (*Salminus brasiliensis*) 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. La evolución de la abundancia, tanto de las capturas totales como de cada una de las especies de prioridad comercial, se analizaron utilizando Modelos Aditivos Generalizados GAM (por sus siglas en Inglés, Generalized Additive Models) usando la función `gam` del paquete “`mgcv`” en R (Wood, 2017). Se consideró como línea de base los monitoreos de las capturas totales y de las especies comerciales desde 2006-2007, y posterior a la instalación de la planta de UPM S.A. a los monitoreos comprendidos entre 2008-2022 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 lugar, así como el esfuerzo de muestreo necesario para llegar al máximo de especies. Para este análisis se utilizó la función “`specaccum`”, del paquete “`vegan`” en R (Oksanen, 2013).

## Resultados y discusión

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

Al igual que las embarcaciones de la flota de pesquería artesanal de todo el Río Uruguay bajo, las que operan en el área de estudio son de pequeño calado (Fig. 4). En las tres zonas la pesca artesanal realizada es de pequeña escala, dependiendo de una o dos personas dentro del mismo núcleo familiar que poseen pequeñas embarcaciones capaces de ingresar al río cuando las condiciones climáticas son favorables. En promedio tuvieron una eslora de  $5,6 \pm 1,3$  metros, manga  $1,7 \pm 0,4$  y puntal  $0,6 \pm 0,1$  metros (Tabla 1). El tonelaje de registro bruto promedio (TRB) de las embarcaciones fue  $1,2 \pm 0,7$  (el TRB se calculó 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 (Tabla1).



**Figura 4.** Barca de pesca típica utilizada por pescadores artesanales del Río Uruguay bajo. Foto tomada en el puerto de pescadores de Las Cañas, febrero 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 21/11/2023. Al igual que en los últimos períodos, no se registró la presencia de especies nuevas durante el período 2023, por lo tanto la riqueza acumulada se mantuvo en 25 especies. En este sentido, en Nuevo Berlín tradicionalmente se ha encontrado la mayor riqueza, con el máximo de especies (19) registrado en el período previo a la puesta en funcionamiento de la planta.

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.

En el año 2023 se observó el mínimo histórico de especies para la zona con solo cinco, una menos que en el año 2022 (donde se capturó *Genidens barbatus*) y 2015 (se capturó *Pseudoplatystoma sp.*) los cuales representaban hasta ahora los períodos de menor riqueza específica con seis (Figura 5).

La riqueza mensual promedio en 2023 varió entre 1 y 5, y al igual que en el período anterior (2022) no se capturaron individuos tararia (*Hoplias argentinensis*), especies con amplia presencia en años anteriores en este sitio. Si se volvió a registrar la presencia de un ejemplar de surubí (*Pseudoplatystoma p.*).

Las principales especies (sábalo, boga, dorado y viejas de agua) representaron un 99,9% del total de la abundancia capturada durante todo el período. Durante este período (2023) el sábalo fue la especie predominante, representando el 89,7% de las capturas, seguida de viejas del agua (6,18%), boga (3,67%) y dorado (0,31%). El patí fue la especie menos abundante, representando solamente un 0.1% del total.

La captura total neta durante el período 2023 fue de 1278 individuos, valor muy inferior a los 2724 ejemplares capturados en 2022 (Tabla 2). Asimismo, la biomasa total capturada en 2023 (2290 kg), también representó una drástica reducción en comparación al período anterior (2022), la cuál fue de 4315 kg. (Tabla 3).



**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 17 años de estudio (2006-2023). Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

Especie	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	14° año post UPM	15° año post UPM	16° año post UPM	Tot es
		20/12/06-11/10/07	29/02/08-27/11/08	1/12/2008-15/11/2009	16/11/2009-20/11/2010	08/01/2011-11/11/2011	14/11/2011-18/11/2012	15/05/2013-16/10/2013	13/02/2014-17/12/2014	23/01/2015-29/12/2015	30/11/2015-27/11/2016	12/12/2016-29/11/2017	06/01/2018-24/10/2018	11/01/2019-25/10/2019	7/01/2020-21/11/2020	12/01/2021-12/10/2021	08/04/2022-2/12/2022	9/01/2023-21/11/2023	20/11/2023-21/11/2023
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	2308	3353	2998	769	176	914	94	345	1425	1695	1226	3832	2051	649	1703	823	1147	25
<i>Megleporinus obtusidens</i>	Boga	1043	935	794	934	398	937	126	1406	1911	3195	1802	2918	3181	933	2556	1708	47	24
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	286	135	137	33	218	103	11	90	226	440	274	456	397	267	188	58		3
<i>Loricariidae</i>	Vieja de Agua	338	239	139	113	89	207	14	14		524	271	618	400	572	623	128	4	4
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	80	7	2	286	8	2	1	12	392	892	253	455	441	58	48			2
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	57	53	7	39	23	48	8	5	8	111	48	99	42	61	38	6	79	7
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña	23	10	17	5	19	8								10	1			
<i>Catathyridium sp.</i>	Lenguado	66	7		2		4								5				
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	39		2					20			4		11	3	7			
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete	14	4	12	1		3					1	3	10	1	4			
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubí	7			7	3	3		4	1		4	16	20	7	5		1	
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Armad	3		10									57	7	1	6			
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo					1	5	3											
<i>Schizodon sp.</i>	Lisa	1		4											25				
<i>Zungaro zungaro</i>	Manguruyu	3			2							1	1	1					
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo								5					1					
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá				3		1					1							
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví		2		2											1			
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo		1		3						13	18			1		1		
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	2										1		1	5	3			
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre negro		2										4						
<i>Acestrorinchus pantaneiro</i>	Dientudo	2																	
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha				2														
<i>Potamorotrigon sp.</i>	Raya						1										1		
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa											1				1			
<b>Total por periodo</b>		<b>4272</b>	<b>4748</b>	<b>4122</b>	<b>2201</b>	<b>935</b>	<b>2236</b>	<b>257</b>	<b>1901</b>	<b>3963</b>	<b>6870</b>	<b>3905</b>	<b>8459</b>	<b>6563</b>	<b>2598</b>	<b>5185</b>	<b>2724</b>	<b>1278</b>	<b>62</b>

## Continuación Tabla 2

Especie	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	14° año post UPM	15° año post UPM
		20/12/2006-11/10/2007	29/02/2008-27/11/2008	1/12/2008-15/11/2009	16/11/2009-20/11/2010	08/01/2011-11/11/2011	14/11/2011-18/11/2012	15/05/2013-16/10/2013	13/02/2014-17/12/2014	23/01/2015-29/12/2015	30/11/2015-27/11/2016	12/12/2016-29/11/2017	06/01/2018-24/10/2018	11/01/2019-25/10/2019	7/01/2020-21/11/2020	12/01/2021-12/10/2021	08/04/2022-2/12/2022
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	4172	6721	5794	1491	373	1855	177	580	2635	2752	202	6509	3413	993	267	129
<i>Megleporinus obtusidens</i>	Boga	2059	1966	1681	1829	810	2014	235	241	3771	6069	3388	4779	5245	1619	4672	280
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	787	446	437	107	604	338	31	193	525	865	581	945	922	582	412	152
<i>Loricariidae</i>	Vieja de Agua	262	124	69	59	45	105	7	0		265	104	185	187	286	356	50
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	87	17	3	530	15	4	2	22	751	1533	526	713	583	97	55	
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	181	175	18	128	62	122	19	17	23	229	135	223	104	137	92	16
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña	14	5	8	2	10	4								5	1	
<i>Catathyrion sp</i>	Lenguado	30	3		1		1								1		
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	48		3					26			7		11	5	13	
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete	41	10	36	3		5				1	7	3	2	2	10	
<i>Pseudoplatystoma sp</i>	Surubí	35			19	9	13		12	4		8	59	57	21	19	
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Arma	10		20									50	11	1	16	
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo					1	3	2									
<i>Schizodon sp</i>	Lisa	1		2											36		
<i>Zungaro zungaro</i>	Manguruyú	5			2							3	2	2			
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo								0					1			
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá				3		1					1					
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví		1		1											1	
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo		2		4						47	67			5		5
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco	3										2		1	9	5	
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre negro		2										7				
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Dientudo	1															
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha				1												
<i>Potamorhynchus sp</i>	Raya						4									2	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa											5				3	
<b>Total por periodo</b>		<b>7736</b>	<b>9472</b>	<b>8071</b>	<b>4180</b>	<b>1929</b>	<b>4469</b>	<b>473</b>	<b>1091</b>	<b>7709</b>	<b>11760</b>	<b>5030</b>	<b>13479</b>	<b>10540</b>	<b>3799</b>	<b>5924</b>	<b>431</b>

## **Esfuerzo de pesca**

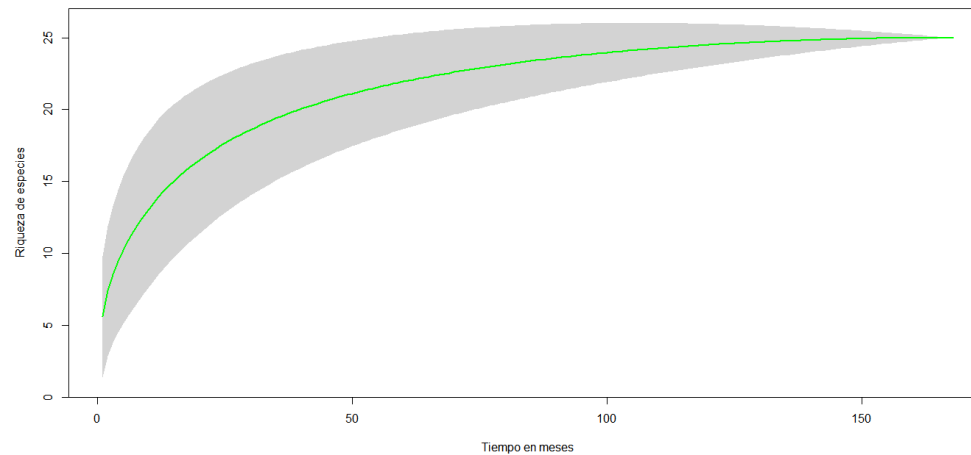
Durante el período diciembre 2006 – noviembre 2023 el esfuerzo de pesca acumulado en Nuevo Berlín fue de un total de 1747 días de pesca, con un total de 13774 paños calados. Durante el presente período (2023) se calaron un total de 220 paños durante 22 días de pesca con un promedio de 10 paños por día de pesca (Tabla 3). Si bien los días de pesca fueron menores al año 2022, el promedio de paños calados por día fué igual (10).

El esfuerzo de pesca durante todo el período de estudio fue variable y con valores mínimos durante el sexto año post-UPM, con 160 paños calados en 40 días de pesca y con un promedio de cuatro paños calados por día. El esfuerzo de pesca se redujo desde el período pre-UPM y el primer período post-UPM, lo cual resultó en una menor abundancia, biomasa total y número de especies colectadas en los siguientes 6 períodos (2009-2014) (Tabla 2). Durante diciembre 2015-diciembre 2016, se observó un aumento de los días de pesca pasando de 166 a 174, aumentando el número de paños calados de 610 a 1245 (Tabla 3). El esfuerzo de pesca continuó aumentando a partir de 2016, llegando a su máximo en 2018 con 202 días de pesca donde se calaron 1898 paños (Tabla 3). Luego de esto, los días de pesca y los paños calados disminuyeron hasta llegar al período actual.

**Tabla 3.** Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Nuevo Berlín durante los 17 años de estudio (20/12/2006-21/11/2023). Se muestran días de pesca, número de anzuelos y promedio de anzuelos por día durante cada período estudiado.

Periodo	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
<b>Pre UPM</b>			
20/12/2006-11/10/2007	122	1539	13
<b>1° año post UPM</b>			
29/02/2008-27/11/2008	120	1535	13
<b>2° año post UPM</b>			
1/12/2008-15/11/2009	89	809	7
<b>3° año post UPM</b>			
16/11/2009-20/11/2010	68	426	6
<b>4° año post UPM</b>			
08/01/2011-11/11/2011	59	236	4
<b>5° año post UPM</b>			
14/11/2011-18/11/2012	49	281	6
<b>6° año post UPM</b>			
15/05/2013-16/10/2013	40	160	4
<b>7° año post UPM</b>			
13/02/2014-17/12/2014	86	381	4
<b>8° año post UPM</b>			
23/01/2015-29/12/2015	166	610	4
<b>9° año post UPM</b>			
30/11/2015-27/11/2015	174	1245	7
<b>10° año post UPM</b>			
12/12/2016-29/11/2017	122	718	6
<b>11° año post UPM</b>			
06/01/2018-24/10/2018	202	1898	9
<b>12° año post UPM</b>			
11/01/2019-25/10/2019	138	1122	8
<b>13° año post UPM</b>			
07/01/2020-21/11/2020	98	869	9
<b>14° año post UPM</b>			
12/01/2021-12/10/2021	131	1115	9
<b>15° año post UPM</b>			
08/04/2022 - 2/12/2022	61	610	10
<b>16° año post UPM</b>			
09/01/2023 - 21/11/2023	22	220	10
<b>Total</b>	<b>1747</b>	<b>13774</b>	<b>7,5</b>

A partir del esfuerzo de muestreo realizado en todo el período (2006-2023) se observaron un total de 25 especies (Fig. 5). El análisis de acumulación de especies estima que se ha llegado al 96,2% de las especies en este sitio. Esta información muestra que estamos trabajando con una muestra representativa en cuanto a la riqueza de especies presentes en el sitio y por lo tanto 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.

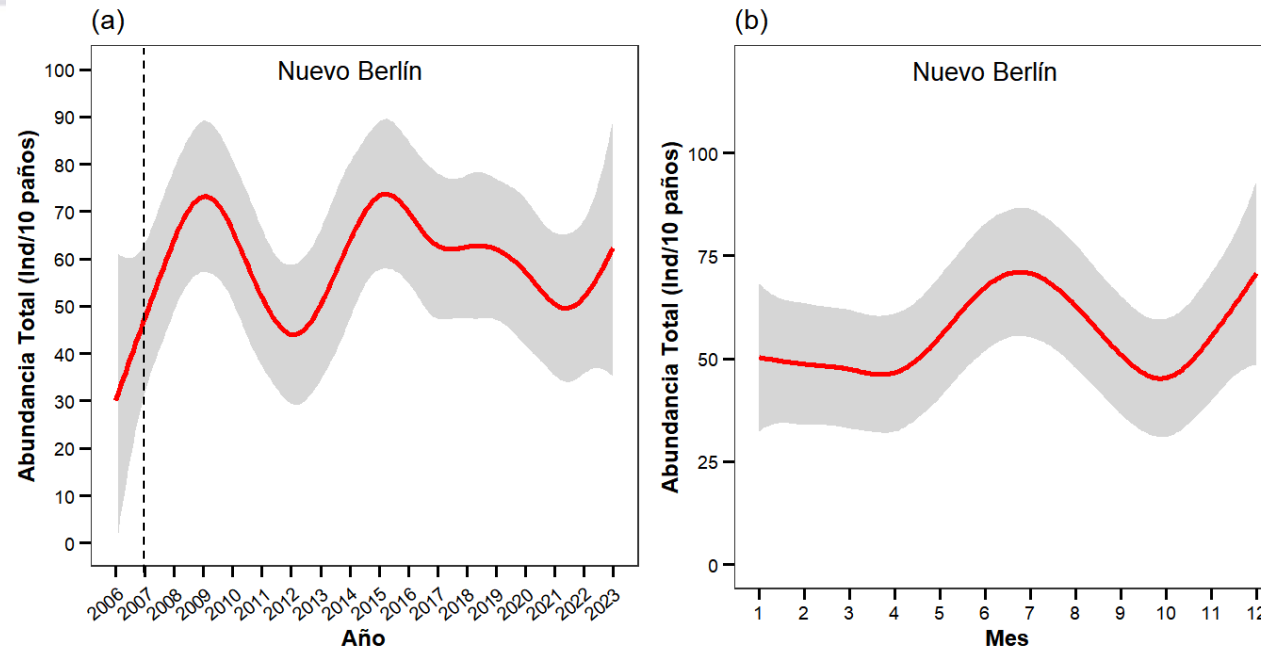


**Figura 5.** Curva de acumulación de especies colectadas con red en cada mes en la localidad de Nuevo Berlín, durante el período de estudio (2006-2023) (ver métodos por más detalle). El área gris representa el intervalo de confianza al 95%.

### **Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)**

A partir del modelo GAM utilizando, la CPUE en términos de abundancia total mensual evidenció diferencias significativas entre años al analizar todo el período 2006-2023: ( $F = 2,26$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 6a). En este sentido, la captura total CPUE presentó una tendencia al aumento desde el período pre-UPM hacia algunos períodos post-UPM en el año 2009, y mayores durante los meses fríos. Gráficamente se observa una captura mínima de 12 CPUE correspondiente a los meses de abril y octubre de 2007, seguida de un incremento de las capturas hasta un máximo de 125 y 173 en junio de 2008, 2009 respectivamente (Fig 6a). A partir de este año, y hasta 2012 se produce un descenso en las CPUE, alcanzando los valores mínimos en noviembre de 2012 (12). En el período 2013-2015 se observó un nuevo incremento debido principalmente a un aumento de las capturas de boga, alcanzando un pico de abundancia total en noviembre y diciembre de 2015. Durante este año, los altos valores se relacionan con aumento de la captura de sábalo (Fig. 6 y 7). Posteriormente se observa un nuevo descenso en los años 2016-2022, con valores de CPUE mínimas durante este último año, para volver a aumentar en el 2023, nuevamente asociado a las grandes capturas de sábalo.

Se observaron diferencias significativas entre los meses ( $F = 1,71$ ;  $p < 0,0001$ ), con mayores capturas durante los meses de junio – agosto y diciembre (Fig. 6b).



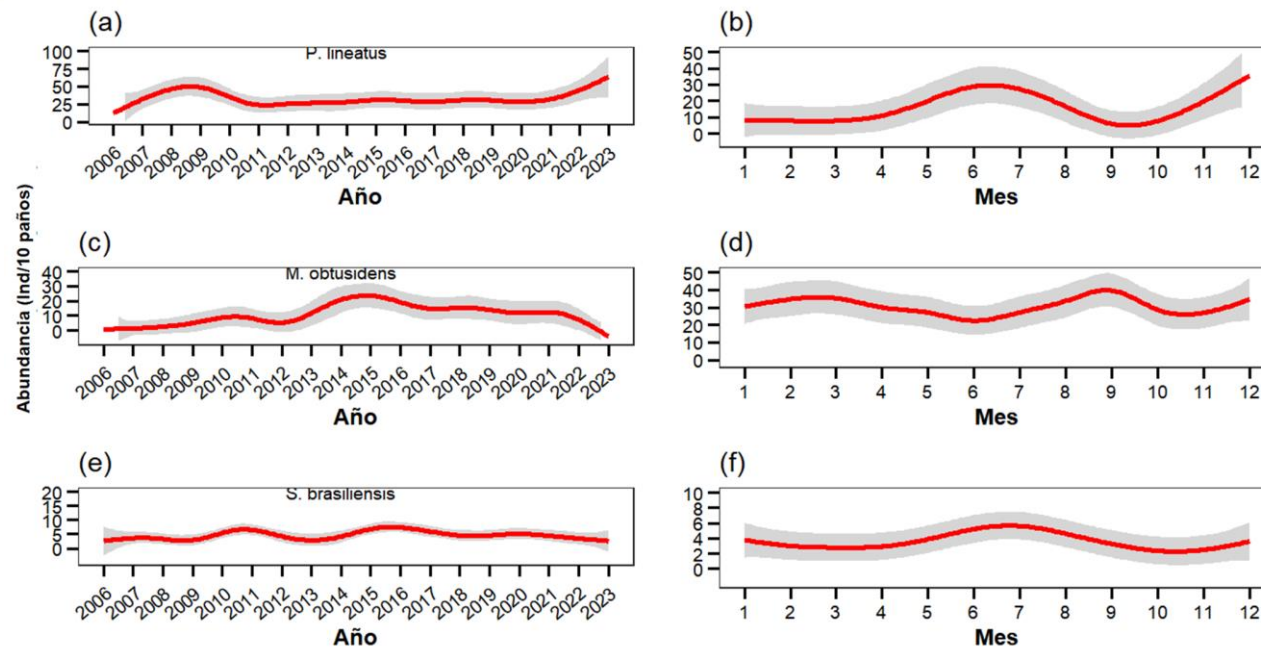
**Figura 6.** Gráficos del modelo GAM usando CPUE total media mensual (abundancia), número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Nuevo Berlín. Se muestra la variación interanual (a) y la variación estacional (b). La zona gris señala el intervalo de confianza.

Con respecto a la abundancia del sábalo (CPUE) el modelo GAM detectó diferencias significativas ( $F = 2,23$ ;  $p = 0,0026$ ) (Fig. 7a) al analizar los 17 períodos 2006-2023. En este sentido, las capturas de sábalo fueron mayores en el período 2006 – 2010, encontrándose un pico en el año 2009 (Fig. 7a). Luego de este aumento, la captura de sábalo se estabilizó desde el 2010 hasta 2021, observándose un aumento de la CPUE durante los dos últimos años (2022-2023) Además, se observaron diferencias significativas entre los meses ( $F = 2,65$ ;  $p < 0,0001$ ), con mayores capturas durante los meses más fríos del año y principios de verano (Fig. 7b).

En cuanto al CPUE de la boga, el modelo GAM detectó diferencias significativas entre los períodos desde 2006 a 2023 ( $F = 5,22$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 7c). Durante el período analizado, las capturas de boga mostraron dos picos en 2010 y 2015, siendo este el de mayor CPUE histórico. A partir de este año y hasta 2023 se evidenció una tendencia al descenso de las capturas (Fig. 7c). La CPUE de boga también mostró variación estacional significativa entre los meses analizados ( $F = 2,36$ ;  $p = 0,0010$ ), existiendo dos máximas de captura en los meses de febrero – marzo y agosto - setiembre (Fig. 7e).

Por último, el modelo GAM aplicado para analizar la CPUE del dorado detectó diferencias entre años al analizar el período de 2006 a 2023 ( $F=2,68$ ;  $p= 0,0008$ ) (Fig. 7e). El análisis muestra que los periodos de 2010 – 2011 y 2014 – 2017 presentaron las mayores capturas de dorado (Fig. 7e). A partir de este año y hasta el presente la CPUE evidencia una leve tendencia a la disminución. El modelo también detectó diferencias entre meses ( $F = 1,59$ ;  $p = 0,0028$ ), observándose al igual que en el caso del sábalo, mayores capturas durante los meses fríos (mayo – agosto) (Fig. 7f).





**Figura 7.** Gráficos del modelos GAM usando CPUE abundancia, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Nuevo Berlín para la variación interanual y mensual de sábalo (a y b), boga (c y d); y dorado (e y f). Las sombras grises representan el intervalo de confianza de cada curva.

### Frays Bentos captura con red de enmalle

La información generada para esta zona comprende el período que va desde el 02/12/2006 al 30/11/2023, donde se capturó un total de 55693 individuos y una biomasa total de 107515 kg. En 2023 se capturaron 546 individuos, para un total de 808 kg. El sábalo fue la especie dominante con el 40,6% del total de las capturas y el 53,2% de la biomasa (Tabla 5).

Históricamente, Fray Bentos fue la zona de pesca con menor diversidad, capturándose durante todo el período un total acumulado de 11 especies. Durante el quinto período post-UPM (2012) se capturaron dos especies nuevas utilizando redes: armado común (*Pterodoras granulosus*) y surubí (Tabla 5). Hacia el octavo período post-UPM (2015) se pescó por primera vez a la 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 pescó por primera vez en Fray Bentos al mochuelo *Genidens barbatus* (Tabla 5). 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 debido probablemente a un aumento de la descarga del Río Uruguay (Apéndice 1, Vidal et al., 2021). Durante ese período (2017) 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. Al igual que en el período anterior, durante 2023 no se capturaron especies nuevas, por lo que el número de especies se ha mantenido constante desde el 2017. Sin embargo, a diferencia del 2022 cuando se registraron ocho especies, durante 2023 solamente se registraron cinco, una más al mínimo histórico registrado entre 2009 – 2011. Las capturas totales netas para cada una de las especies en términos de abundancia y biomasa se presentan en la Tabla 5.

## **Esfuerzo de pesca**

Durante todo el período de estudio se utilizaron un total de 6949 paños durante 2117 días de pesca, con un promedio de 3,2 paños calados por día de pesca (Tabla 4). En este sentido, 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. La frecuencia de pesca en este caso es afectada por el precio del pescado, así como la disponibilidad de otras fuentes de ingreso alternativas. 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 paños calados por día de pesca.

Durante los siguientes tres años el esfuerzo de pesca se mantuvo constante tanto en días de pesca (141-147-139), así como el número de paños (495-498-438) (Tabla 4). En el período 2021 se observó una reducción del esfuerzo tanto en días de pesca (92), como el número de paños (260) así como en el número de paños calados por día 3. Durante el año 2022 sel número de paños muestra un aumento en el número de paños calados y días de pesca, siendo aun menor que en periodos anteriores a 2021 (Tabla 4). El factor principal de esta reducción durante el 2021 fue que el pescador se mantuvo en cuarentena varios días por padecer COVID 19. En el año 2023 se observó una menor cantidad de días de pesca y de paños calados con respecto a 2022.

**Tabla 4.** Esfuerzo de pesca realizado en la zona de Fray Bentos durante para el período de 17 años de estudio (17/11/2006-30/11/2023). Se muestran días de pesca, número de anzuelos y promedio de anzuelos por día durante cada período estudiado.

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
17/11/06 -11/11/07	185	950	5,1
1° año post UPM			
14/11/07-06/10/08	92	381	4,1
2° año post UPM			
03/01/09-24/09/09	148	558	3,8
3° año post UPM			
02/07/10-02/12/10	73	280	3,8
4° año post UPM			
15/02/11-01/10/11	82	328	4
5° año post UPM			
16/12/11 -22/11/12	159	449	2,8
6° año post UPM			
26/08/13-27/12/13	66	165	2,5
7° año post UPM			
10/01/14-28/12/14	145	466	3,2
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	124	393	3,2
9° año post UPM			
16/11/2015-09/12/2016	162	416	2,6
10° año post UPM			
03/01/2017-06/12/2017	142	340	2,4
11° año post UPM			
08/12/2017-27/11/2018	141	495	3,5
12° año post UPM			
30/11/2018-04/12/2019	147	498	3,4
13° año post UPM			
2/12/2020 - 23/11/2020	139	438	3,4
14° año post UPM			
26/11/2020 - 30/11/2021	92	260	2,8
15° año post UPM			
6/01/2022 - 30/11/2022	121	320	2,6
16° año post UPM			
12/01/2022 - 30/11/2023	99	212	2
<b>Total</b>	<b>2117</b>	<b>6949</b>	<b>3,2</b>

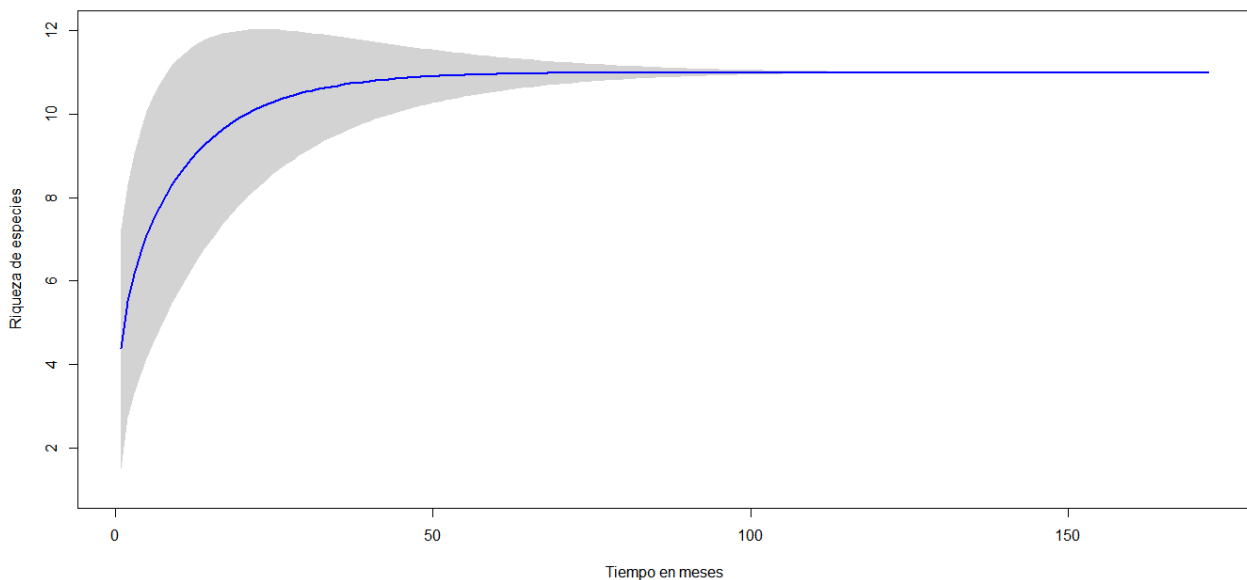
**Tabla 5.** Especies capturadas en la zona de pesca de Fray Bentos, la abundancia corresponde al número total de individuos y la biomasa expresada en kilogramos totales capturados. Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca para el período de 17 años de estudio (2006-2023). Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

		Pre UPM	1° año post UPM	2° año post UPM	3° año post UPM	4° año post UPM	5° año post UPM	6° año post UPM	7° año post UPM	8° año post UPM	9° año post UPM	10° año post UPM	11° año post UPM	12° año post UPM	13° año post UPM	14° año post UPM	15° año post UPM	16° año post UPM	Total por especie
		17/11/06-11/11/07	14/11/07-06/10/08	03/01/09-24/09/09	02/07/10-02/12/10	15/02/11-01/10/11	16/12/11-22/11/12	26/08/13-27/12/13	10/01/14-28/12/14	05/01/15-07/11/15	16/11/2015-09/12/2016	03/01/2017-06/12/2017	08/12/2017-27/11/2018	30/11/2018-04/12/2019	04/12/2019-23/11/2020	26/11/2020-30/11/2021	6/01/2022-30/11/2022	12/01/2023-30/11/2023	17/11/2006-30/11/2023
Nombre científico	Nombre común	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund	Abund
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	12846	2481	6173	1137	1587	3553	384	570	743	893	389	1109	492	868	359	334	222	34140
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga	1295	898	1464	535	1041	1331	373	119	1058	1156	770	599	979	1161	264	442	97	13582
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	549	63	978		21	685	41	144	82	85	108	70	122	77	16	28	13	3082
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	231	31	249	105	169	160	27	55	44	47	40	71	52	38	12	25	8	1364
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	148						29	5	16	3			4			1		206
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	400	190				131					156	434	554	474	286	103	206	2934
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armadillo común					25		52	4			19	106	16	9		2		233
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa									14	15	2	6	10	1				48
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Surubí					4		3	4	1		1	2	1		1			17
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo										16	36		4	11	3	1		71
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo										2	4	6	4					16
<b>Total por período</b>		<b>15469</b>	<b>3663</b>	<b>8864</b>	<b>1777</b>	<b>2818</b>	<b>5889</b>	<b>909</b>	<b>901</b>	<b>1958</b>	<b>2215</b>	<b>1523</b>	<b>2401</b>	<b>2240</b>	<b>2643</b>	<b>941</b>	<b>936</b>	<b>546</b>	<b>55693</b>

Continuación **Tabla 5.**

	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	14° año post UPM	15° año post UPM	16° año post UPM	Total por especie	
	17/11/06 - 11/11/07	14/11/07 - 06/10/08	03/01/09 - 24/09/09	02/07/10 - 02/12/10	15/02/11 - 01/10/11	16/12/11 - 22/11/12	26/08/13 - 27/12/13	10/01/14 - 28/12/14	05/01/15 - 07/11/15	16/11/2015 - 09/12/2016	03/01/2017 - 06/12/2017	08/12/2017 - 27/11/2018	30/11/2018 - 04/12/2019	04/12/2019 - 23/11/2020	26/11/2020 - 30/11/2021	6/01/2022 - 30/11/2022	12/01/2023 - 30/11/2023	17/11/2006 - 30/11/2023	
Nombre científico	Nombre común	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	22344	4309	12524	2389	2832	7545	724	1133	1507	1819	845	2030	962	1774	695	552	430	64414
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga	2342	1532	3221	1164	2006	2774	671	2340	2174	2338	1678	1206	1966	2375	525	935	196	29443
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	1068	158	2242		73	1527	105	455	258	273	298	177	328	221	46	89	28	7346
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	508	66	666	343	366	430	101	214	168	182	147	194	136	135	38	93	14	3801
<i>Hoplias argentinensis</i>	Tararira	328						49	11	37	6			8			4		443
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	44	18			89						58	58	307	264	144	96	140	1218
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común					30	79	6				20	76	19	16		3		249
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa								42	47	5	19	26	4					143
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Surubí					9	10	16	7		8	8			7				65
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo									79	181		21	70	20	5			376
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo										3	3	6	5					17
<b>Total por período</b>		<b>26634</b>	<b>6083</b>	<b>18653</b>	<b>3896</b>	<b>5277</b>	<b>12404</b>	<b>1739</b>	<b>4175</b>	<b>4193</b>	<b>4744</b>	<b>3243</b>	<b>3771</b>	<b>3779</b>	<b>4864</b>	<b>1475</b>	<b>1777</b>	<b>808</b>	<b>107515</b>

A partir del esfuerzo de muestreo realizado en todo el período 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 98,6% de las especies en este sitio (Figura 8). 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.

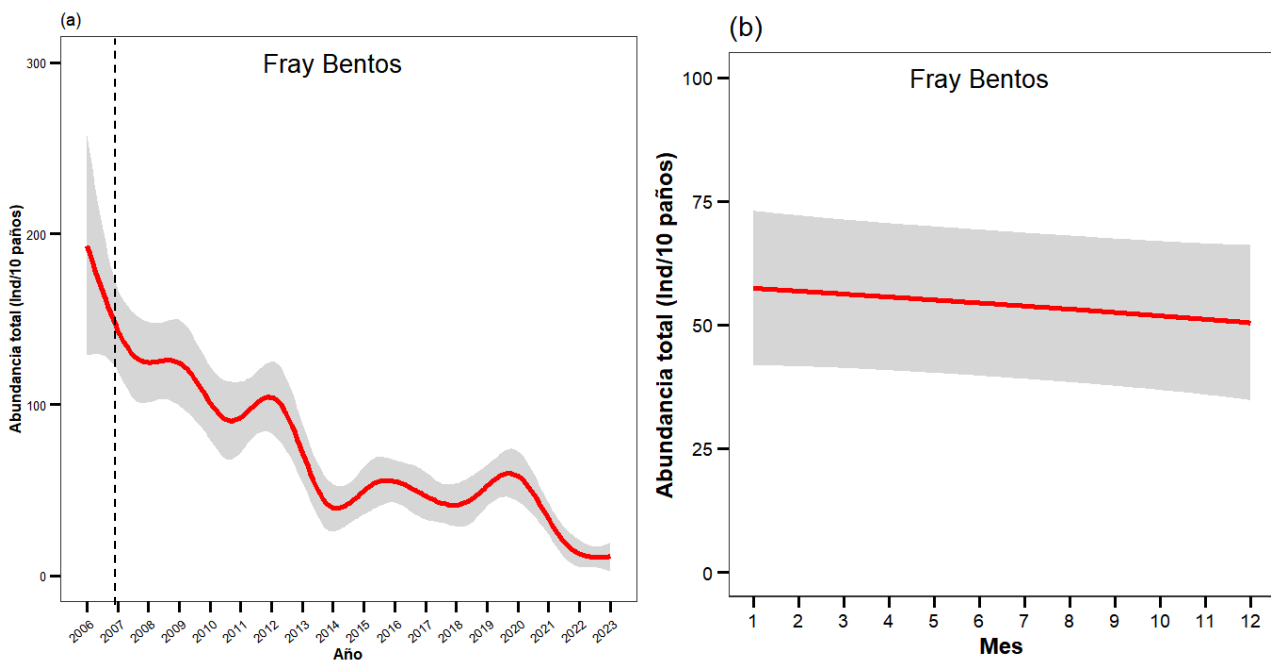


**Figura 8.** Curva de acumulación de especies colectadas con red en cada mes en la localidad de Fray Bentos, durante el período comprendido entre diciembre de 2006 y noviembre 2023 (ver métodos por más detalle). El área gris representa el intervalo de confianza al 95%.



## Captura por unidad de esfuerzo

Al analizar el período desde 2006 a 2023 la pesca en términos de abundancia total mensual (CPUE) el modelo GAM detectó diferencias significativas entre los períodos analizados ( $F = 25.10$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 9a). El análisis muestra que la abundancia tiende a disminuir entre 2006 y 2014 con un período de recuperación entre 2010 y 2012. Luego de 2014, la abundancia parece estabilizarse para volver a caer de 2020 a 2023. En 2023, esta tendencia se estabiliza con respecto a 2023, observándose valores de CPUE entre ambos períodos. El análisis mensual no detectó diferencias significativas ( $F = 0,178$ ;  $p = 0,081$ ; Fig. 9b).

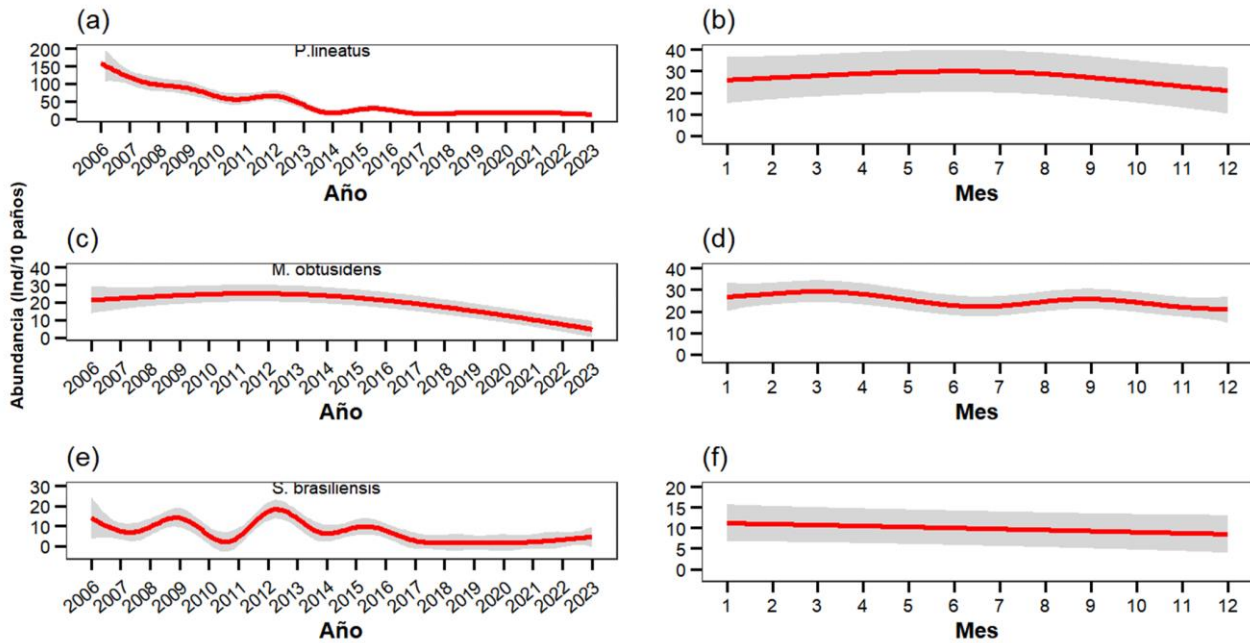


**Figura 9.** Gráficos del modelo GAM usando CPUE total media mensual (abundancia), número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Fray Bentos. Se muestra la variación interanual (a) y la variación estacional (b). La zona gris señala el intervalo de confianza del 95% y la línea punteada corresponde a la puesta en funcionamiento de la planta.

La CPUE de sábalo presentó una tendencia decreciente en la zona de Fray Bentos durante todo el período 2006-2023,. El modelo GAM detectó diferencias significativas entre períodos ( $F = 19,35$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig.10a). Al igual que en el análisis de la comunidad, se observa que este descenso en la captura es más pronunciado en los primeros años, tiene una recuperación en el periodo 2010-2012, para luego continuar descendiendo y estabilizándose en valores similares a 2014 durante el resto del estudio. En cuanto al análisis mensual, el modelo detectó diferencias significativas ( $F = 0,57$ ;  $p = 0,035$ ) entre meses (Fig. 10b).

Al modelar la CPUE de la boga (período 2006-2023) se detectaron diferencias significativas entre períodos ( $F = 5,96$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig. 10c). Las capturas de esta especie fueron constantes hasta el año 2014, posteriormente disminuyen hasta el período actual (Fig. 10c). Por otra parte, el modelo no detectó diferencias significativas entre los meses del año ( $F = 0,84$ ;  $p = 0,063$ ).

Por último, el modelo GAM generado con la CPUE abundancia (período 2006-2023) de dorado detectó diferencias significativas entre años ( $F = 4,99$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig. 10e). En este caso los picos de captura de dorado fueron en 2009 y 2012, observándose luego una tendencia a la disminución (2012-2017), seguida de una estabilización (2017 – 2022) y un leve aumento en la CPUE en el año 2023 (Fig. 10e). Por otra parte, la estacionalidad también fue un factor estadísticamente significativo ( $F = 0,23$ ;  $p < 0,050$ ), con mayores capturas en los primeros meses del año (Fig. 10f).



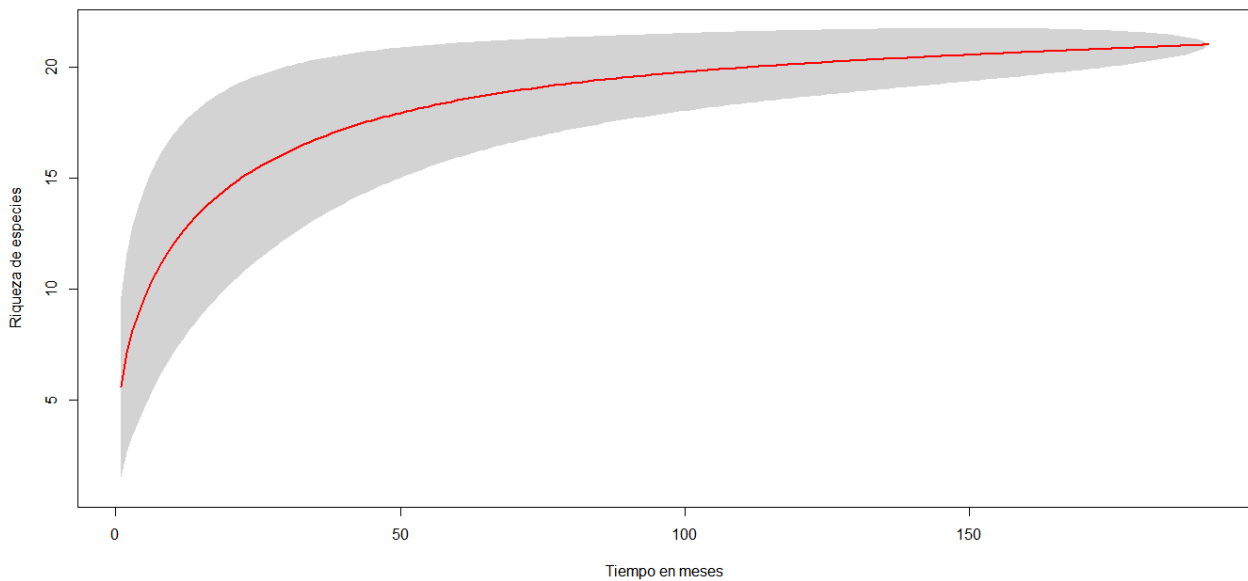
**Figura 10.** Gráficos del modelos GAM usando CPUE abundancia, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Fray Bentos para la variación interanual y mensual de sábalo (a y b), boga (c y d); y dorado (e y f). Las zonas grises representan el intervalo de confianza del 95%.

## Las Cañas, captura con redes de enmalle

La información generada para esta zona de pesca incluye datos del período comprendido entre el 26/11/2006 y el 2/12/2023. Las Cañas es la zona con mayor captura total neta; durante el mencionado período se capturaron 124.248 peces, para un total de 204.122 Kg. En 2023 se capturaron 5967 individuos, en su mayoría ejemplares de sábalo (43,7%), seguido de boga (25,8%) y vieja del agua (20,4%). El surubí fue el de menor ocurrencia con solamente cuatro ejemplares capturados (0,06%).

Las Cañas es la zona con valores de diversidad intermedios al comparar con las otras dos zonas. En la captura con redes hasta el momento se capturaron un total de 21 especies, lo que representa un 98,1% de las especies estimadas para la zona. 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. El número de especies ha aumentado de 7 en 2006 a 19 en 2021. En 2022 el número de especie bajó a 17 y en 2023 este descenso fue más pronunciado, encontrándose solamente 10 especies (Tabla 6).



**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 2023. (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 17 años de estudio (2006-2023). Estos datos corresponden al total de la captura sin considerar el esfuerzo de pesca.

Nombre científico	Nombre común	Pre UPM	1° año post UPM	2° año post UPM	3° año post UPM	4° año post UPM	5° año post UPM	6° año post UPM	7° año post UPM	8° año post UPM	9° año post UPM	10° año post UPM	11° año post UPM	12° año post UPM	13° año post UPM	14° año post UPM	15° año post UPM	16° año post UPM	Total por especie
		17/11/06-11/11/07	14/11/07-06/10/08	03/01/09-24/09/09	02/07/10-02/12/10	15/02/11-01/10/11	16/12/11-22/11/12	26/08/13-27/12/13	10/01/14-28/12/14	05/01/15-07/11/15	16/11/2015-09/12/2016	03/01/2017-06/12/2017	08/12/2017-30/11/2018	04/12/2019-23/11/2020	26/11/2020-30/11/2021	06/01/2022-30/11/2022	05/01/2023-02/12/2023	17/11/2006-02/12/2023	
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	4393	5399	8542	3812	894	3756	120	432	368	1693	738	3289	2322	3315	4559	5559	2604	51795
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga	767	2197	206	6789	2868	2059	852	2813	1928	3488	2579	3888	4542	3096	293	3043	1543	42951
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	145	178	226	637	966	1157	52	136	107	421	358	377	530	608	269	141	286	6594
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	6	220		663	374		379	780	315	1033	647	2958	1621	1987	1636	983	1220	14822
<i>Luciopimelodus pati</i>	Pati	94	175	66	444	15	79	30	44	13	321	81	225	204	201	113	616	81	2802
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado	3				51	554	33	219	28	6	42	557	226	27	24			1770
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo		1	1	13	4		1	19	30	120	284	27	34	29	56	36	10	665
<i>Pseudoplatystoma sp</i>	Surubi	1					9	7	10	1	1	5	65	9	15	22	2	4	151
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco				3				22		32			12		86	396		551
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa		1									3	2	11	1				18
<i>Ageneiosus inermis</i>	Manduva								1			2	14	1	31				49
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo										2	1		8			935		946
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Armado													1	60		3		64
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha													4					4
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete													1	220	75	9		305
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo													6	52	16	12	8	94
<i>Catathyridium jenynsii</i>	Lenguado														152	99	49	204	504
<i>Sorubim lima</i>	Manduve														1	1	2		4
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví															18	9	7	34
<i>Potamotrigon sp</i>	Raya																		32
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey																		93
<b>Total por periodo</b>		<b>5409</b>	<b>8171</b>	<b>9041</b>	<b>12361</b>	<b>5172</b>	<b>7614</b>	<b>1474</b>	<b>4476</b>	<b>2790</b>	<b>7115</b>	<b>4741</b>	<b>11403</b>	<b>9524</b>	<b>9803</b>	<b>7267</b>	<b>11920</b>	<b>5967</b>	<b>124248</b>

### Continuación Tabla 6

		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	14° año post UPM	15° año post UPM	16° año post UPM	Total por especie	
		17/11/06-11/11/07	14/11/07-06/10/08	03/01/09-24/09/09	02/07/10-02/12/10	15/02/11-01/10/11	16/12/11-22/11/12	26/08/13-27/12/13	10/01/14-28/12/14	05/01/15-07/11/15	16/11/2015-09/12/2016	03/01/2017-06/12/2017	08/12/2017-27/11/2018	30/11/2018-04/12/2019	04/12/2019-23/11/2020	26/11/2020-30/11/2021	6/01/2022-30/11/2022	05/01/2023-02/12/2023	17/11/2006-02/12/2023	
Nombre científico	Nombre común	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom
<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo	7842	9673	15611	7033	1632	7151	228	747	617	2965	1325	581	3964	5599	7407	9283	4405	86063	
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga	1478	363	3826	11694	5334	3841	1482	5032	3519	6273	4773	6822	7378	547	5053	5067	5605	78087	
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	354	4445	508	1211	189	2891	107	330	254	959	864	927	1281	1406	632	310	625	17293	
<i>Loricariidae</i>	Vieja de agua	3	130		343	226		194	652	166	781	459	1955	1108	1181	971	585	799	9553	
<i>Luciopimelodus pati</i>	Pati	261	445		914	36	159	64	68	41	768	234	649	433	531	318	889	203	6013	
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado	6				78	857	52	324	48	13	70	713	364	43	43	8		2619	
<i>Genidens barbuis</i>	Mochuelo		7	7	54	17		10	51	92	458	1	111	179	139	199	140	33	1498	
<i>Pseudoplatystoma sp</i>	Surubi	3					24	17	19	3	2	17	227	29	69	86	9	26	531	
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco				6				15		17			15		120	374		547	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa		3									7	6	33	3				52	
<i>Ageneiosus inermis</i>	Manduva								3			3	16	2	38				62	
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo											4	2		13		536		555	
<i>Oxydoras kneri</i>	Chancho Armado													2	109				111	
<i>Pellona flavipinnis</i>	Lacha													15					15	
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete													2	393	174	21		590	
<i>Brycon orbignyanus</i>	Salmon criollo													8	87	30	22	15	162	
<i>Catathyrnidium jenyensis</i>	Lenguado														82	52	23	115	272	
<i>Sorubim lima</i>	Manduve														2	2	4		8	
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduvi															21	5	4	30	
<i>Potamorotrigon sp</i>	Raya																15		15	
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey																46		46	
<b>Total por período</b>		<b>9947</b>	<b>15066</b>	<b>19952</b>	<b>21255</b>	<b>7512</b>	<b>14923</b>	<b>2154</b>	<b>7241</b>	<b>4740</b>	<b>12236</b>	<b>7757</b>	<b>12009</b>	<b>14813</b>	<b>10242</b>	<b>15108</b>	<b>17337</b>	<b>11830</b>	<b>204122</b>	

## Esfuerzo de pesca

Las Cañas es el sitio con mayor esfuerzo de pesca, durante todo el período estudiado con un total de 3678 días de pesca y 27085 paños calados entre los años 2006 y 2023 (Tabla 7). En general el esfuerzo de pesca se ha mantenido relativamente constante. Durante el período pre-UPM fueron calados 1064 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 2147 paños de red en 262 días de pesca (promedio de 8 paños en cada día de pesca). En el segundo y tercer año post-UPM el número de redes caladas disminuyó (1673 paños de red en 191 días de pesca y 1802 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 1400 paños en 175 días de pesca (8 paños de red por día). El sexto período fue el que registró el menor esfuerzo de pesca con 84 días de pesca 620 paños calados con un promedio de 5 paños por día. El octavo período post-UPM presentó 173 días de pesca y 1238 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 2179 paños calados durante 289 días de pesca. El esfuerzo del actual período fue un poco inferior al anterior, pescándose en 220 días y colocándose un total de 1531 redes, promediando 6,9 por día. En el año 2023 se calaron 1816 paños en 227 días de pesca, lo que significó un aumento a 2022 con 8 paños por día (Tabla 7).

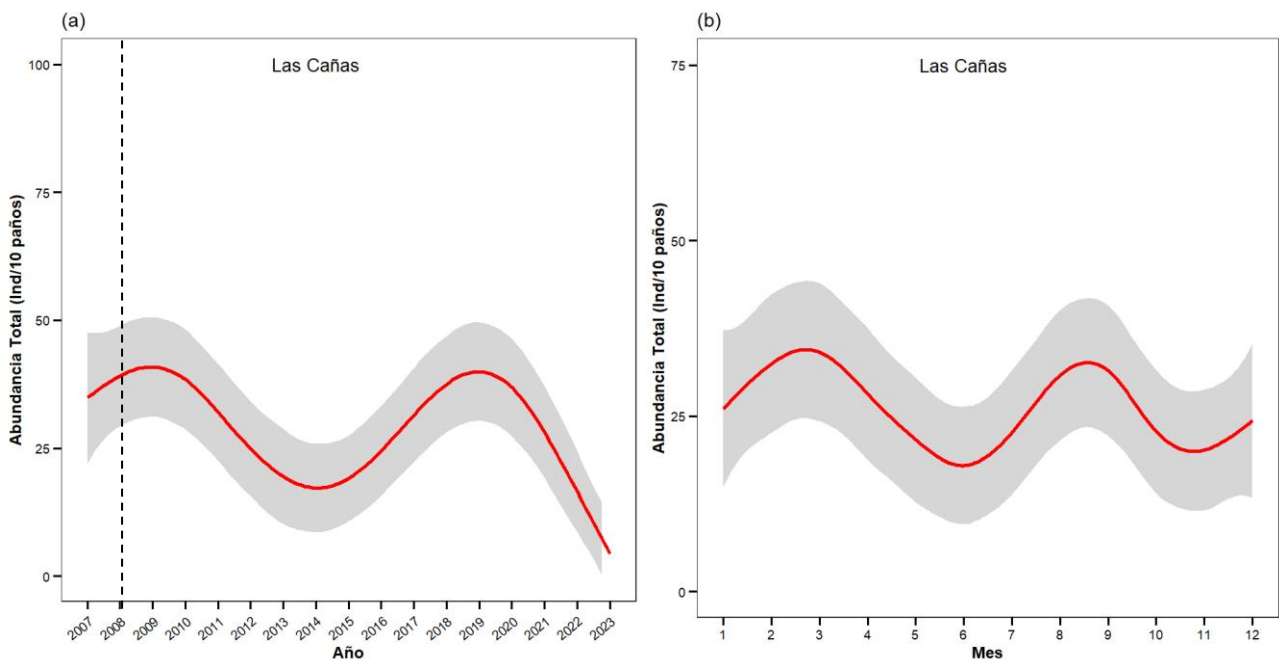
**Tabla 7.** Esfuerzo de pesca con redes de enmalle realizado en la zona de Las Cañas durante todo el período de estudio desde 26/01/2007 al 02/12/2023. Se muestran días de pesca, número de paños y promedio de paños por día durante cada período estudiado.

Período	Días totales de pesca	Paños totales calados	Promedio de paños calados por día
Pre UPM			
26/01/07-10/11/07	153	1064	7,0
1° año post UPM			
12/11/07-28/11/08	262	2147	8,2
2° año post UPM			
29/12/08-15/21/12/09	191	1673	8,8
3° año post UPM			
02/01/10-28/11/10	218	1802	8,3
4° año post UPM			
01/03/11-25/11/11	175	1400	8,0
5° año post UPM			
5/12/11-30/11/12	215	2031	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	1576	7,0
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	173	1238	7,2
9° año post UPM			
26/11/15-17/12/16	289	2179	7,5
10° año post UPM			
03/01/17-11/12/17	219	1672	7,6
11° año post UPM			
12/12/17-05/12/18	282	2153	7,6
12° año post UPM			
10/12/2018-30/11/2019	228	1845	8,1
13° año post UPM			
1/1/2020 - 27/11/2020	256	2062	8
14° año post UPM			
5/12/2020 - 3/12/2021	260	2092	8
15° año post UPM			
4/01/2022 - 2/12/2022	220	1531	6,9
16° año post UPM			
05/01/2023 - 02/12/2023	227	1816	8
<b>Total</b>	<b>3678</b>	<b>27085</b>	<b>8</b>



## Captura por unidad de esfuerzo

El modelo GAM utilizado para analizar la captura total en términos de abundancia promedio mensual (CPUE) detectó diferencias significativas ( $F = 7,39; p < 0,0001$ ) entre años durante el período analizado (2007-2023) (Fig. 12a). En este sentido la abundancia total presentó dos picos en 2009 y en 2019, observándose un descenso sostenido en la abundancia hasta el 2023 (Fig. 12a). Al analizar la estacionalidad en las capturas, el modelo también detectó diferencias entre los meses ( $F = 1,47; p = 0,0100$ ) con picos de abundancia en otoño y primavera mientras, que en verano e invierno se observan las menores capturas (Fig. 12b).



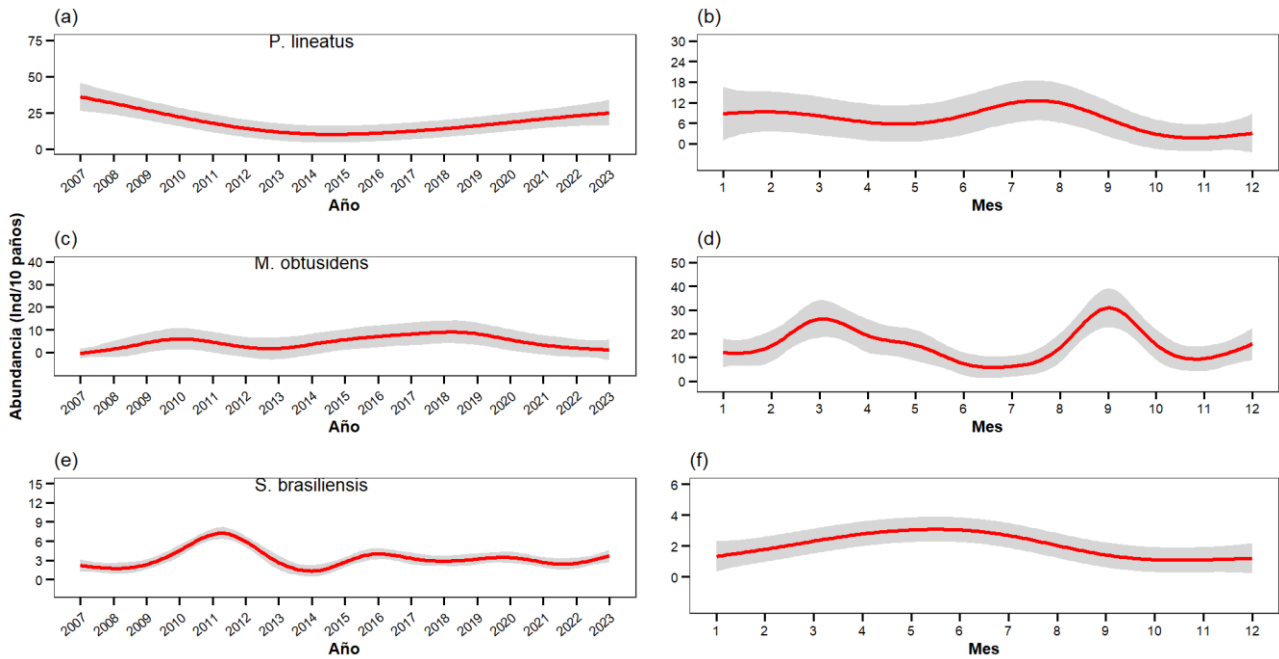
**Figura 12.** Gráficos del modelo GAM usando la CPUE de abundancia total media mensual, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Las Cañas. Se muestra la variación interanual (a) y la variación estacional (b). La zona gris señala el intervalo de confianza del 95% y la línea punteada el inicio del funcionamiento de la planta.

El modelo utilizado para analizar la CPUE de sábalo en la zona de Las Cañas detectó diferencias significativas entre años en el período de estudio (2006-2023) ( $F = 3,65; p < 0,0001$ ). Se observó un patrón en U con tres épocas claramente definidas: una inicial con picos de capturas (c.a. 100

individuos por día) previo a octubre de 2010, otra posterior, donde no se observaron picos de esta especie (valores por debajo de 30 individuos por día) y una final donde se observa un recuperación de las capturas (Fig. 13a). Además, el modelo detectó diferencias significativas en la variación mensual, siendo el período junio – setiembre el de mayor abundancia de sábalos ( $F=1,19$ ;  $p=0,01$ , Fig. 13b).

El modelo usando la CPUE de boga mostró diferencias significativas entre meses durante el período analizado ( $F=1,97$ ;  $p=0,0018$ ), observándose un leve aumento entre 2007 y 2018, mientras que desde el año 2019 a 2023 la tendencia es a una disminución de la abundancia (Fig. 13c). Al igual que para la captura total, el modelo detectó diferencias entre los meses ( $F=6,89$ ;  $p<0,0001$ ), con dos picos de abundancia en otoño y primavera mientras que en verano e invierno se observaron menores capturas (Fig. 13d).

Finalmente, el modelo GAM utilizado con la CPUE del dorado durante 2006-2023 evidenció diferencias significativas ( $F = 12,67$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig. 13e); particularmente se encontró un pico de captura de dorado durante 2011. Al analizar la variación estacional, el modelo también detectó diferencias entre los meses ( $F = 3,66$ ;  $p < 0,0001$ ), con picos de abundancia en otoño, mientras que en el resto de las estaciones se observan menores capturas (Fig. 13f).



**Figura 13.** Gráficos del modelos GAM usando CPUE abundancia, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes de enmalle durante el período 2007-2023 en Las Cañas para la variación interanual y mensual de sábalo (a y b), boga (c y d); y dorado (e y f). Las zonas grises representan el intervalo de confianza de cada curva del 95%.

## Las Cañas, pesca con espineles

### Esfuerzo de pesca

El uso de espineles es casi exclusivo 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 (2007-2023) se calaron un total de 378.690 anzuelos distribuidos en 1478 días de pesca, por lo que el promedio de anzuelos calados por día de pesca fue de 256. El esfuerzo de pesca ha sido muy variable a lo largo de todo el período (2007-2023). 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 24410 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 2600 anzuelos) y con 16 días de pesca y un promedio de 304 anzuelos por día (total de 4870 anzuelos), respectivamente. Durante el 2013 se registran 36 días de pesca, con un promedio de 329 anzuelos por día (total de 11850 anzuelos). En el período 2014 la pesca con espineles aumenta nuevamente a niveles similares a los de los primeros años de estudio, con un total de 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 2019-2021 se registró un leve descenso en los días de pesca con espinel, así como en el número de anzuelos calados. En 2022 el esfuerzo fue similar a los años anteriores en cuanto a días de pesca (106), con un leve aumento en la cantidad de anzuelos colocados (28.360). Finalmente, en 2023, si bien los días de pesca fueron muy similares al año anterior (106 en 2022 y 104 en 2023), el número de anzuelos fue sensiblemente menor (28360 y 23060 respectivamente).

Las fluctuaciones del esfuerzo de pesca con espineles se deben a una combinación de varios factores, entre ellos las variaciones en la descarga del río. En este sentido, 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 con espineles realizado en la zona de Las Cañas durante todo el período de estudio desde 26/01/2007 a 28/11/2023. Se muestran días de pesca, número de anzuelos y promedio de anzuelos por día durante cada período estudiado.

Período	Días totales de pesca	Anzuelos totales calados	Promedio de anzuelos calados por día
Pre UPM			
26/01/07-10/11/07	120	36500	304
1° año post UPM			
12/11/07-28/11/08	127	37410	295
2° año post UPM			
29/12/08-15/21/12/09	84	24410	291
3° año post UPM			
02/01/10-28/11/10	44	13860	315
4° año post UPM			
01/03/11-25/11/11	13	2600	200
5° año post UPM			
5/12/11-30/11/12	16	4870	304
6° año post UPM			
30/09/13-06/12/13	36	11850	329
7° año post UPM			
10/12/13-20/12/14	147	36900	251
8° año post UPM			
05/01/15-07/11/15	108	29100	269
9° año post UPM			
26/11/15-17/12/16	101	23940	237
10° año post UPM			
03/01/17-11/12/17	92	19950	217
11° año post UPM			
12/12/17-05/12/18	77	14680	191
12° año post UPM			
10/12/2018-30/11/2019	114	28000	246
13° año post UPM			
1/1/2020 - 27/11/2020	86	20300	236
14° año post UPM			
5/12/2020 - 3/12/2021	103	22900	222
15° año post UPM			
4/01/2022 - 2/12/2022	106	28360	266
16° año post UPM			
10/01/2023 - 28/11/2023	104	23060	221
<b>Total</b>	<b>1478</b>	<b>378690</b>	<b>256</b>

Las especies capturadas con mayor frecuencia durante todo el período (2006 - 2023) fueron el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) con 25.080 individuos (68,3% del total) y 15.069 kilogramos (54,2% del total), seguido del patí (*Luciopimelodus pati*), con 5727 individuos (15,7%) y 6592 kilogramos (22,9%) (Tabla 9). La siguiente especie en términos de abundancia fue el pejerrey (*Odontesthes spp.*), con 1620 ejemplares capturados y una biomasa de 923,3 kilogramos. La captura

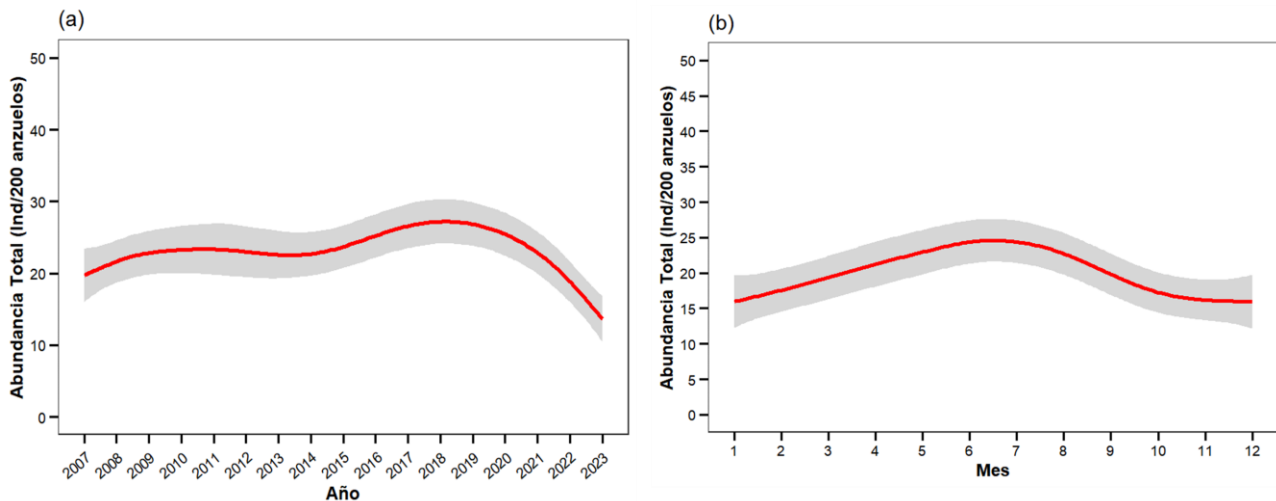
de esta especie en el bajo Río Uruguay presenta una marcada estacionalidad, registrándose durante los meses de invierno (junio a setiembre), cuando disminuye la temperatura del agua. En este sentido, durante el período 2015 y 2017 no se registró captura de esta especie, lo cual se podría atribuir a las 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 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, media y desvío). En el período 2017, se mantuvo la presencia de *Ageneiosus inermis* y la reaparición del *Ageneiosus militaris*, registrando elevadas abundancias para las dos especies. Durante el período 2019 se destacó el incremento en las capturas netas de raya (*Potamotrygon spp.*) con 33 individuos y 232 kilogramos, lo que representó más de la mitad de la captura en los 13 años de monitoreo.

En 2023, las capturas totales fueron superiores a las registradas anualmente durante el período 2015-2022. Con respecto al año anterior (2022), salvo para *P. maculatus* las capturas fueron mayores para todas las especies. Si bien no se registró la ocurrencia de *A. inermis* (presente con un único ejemplar en 2022) y *Megaleporinus obtusidens* con 15; si se observó la presencia de la piraña (*Pigocentrus nattereri*) con un registro previo únicamente en el año 2021.

En este sentido, el número de especies capturadas empleando espineles fue variable durante el período de estudio 2007-2023, habiéndose capturado 9 especies en 2023. 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 el período 2021 ocurre el mayor número (12).

## Captura por unidad de esfuerzo

El modelo GAM para la captura total con espinetes en términos de abundancia promedio mensual CPUE presentó diferencias significativas entre los períodos (2007-2023), ( $F = 5,46$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 16a). Se observa un incremento de la abundancia total entre 2007 y 2019, alcanzándose un máximo en este último. A partir de 2020 la abundancia de individuos capturados registró una disminución constante hasta el presente (Fig. 16a). Por otra parte, la variación estacional de la CPUE el modelo encontró diferencias entre los meses con mayores capturas durante el invierno ( $F = 3,56$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 16b).



**Figura 16.** Gráficos del modelo GAM usando CPUE total media mensual (abundancia), número total de individuos corregidos para 200 anzuelos para cada día de pesca, capturada con espinetes durante el período 2007-2023 en Las Cañas. Se muestra la variación interanual (a) y la variación estacional (b). La zona gris señala el intervalo de confianza y la línea punteada el comienzo del funcionamiento de la planta.

Al igual que para la captura total, para la CPUE de bagre amarillo (especie más capturada empleando espinetes), se observaron diferencias significativas entre los años ( $F = 2,21$ ;  $p = 0,0001$ ) (Fig. 17a). Para esta especie, la abundancia se mantiene constante hasta el año 2019, cuando

comienza a descender anualmente hasta el período 2022. Sin embargo, en 2023 se observó un aumento en las capturas de esta especie.

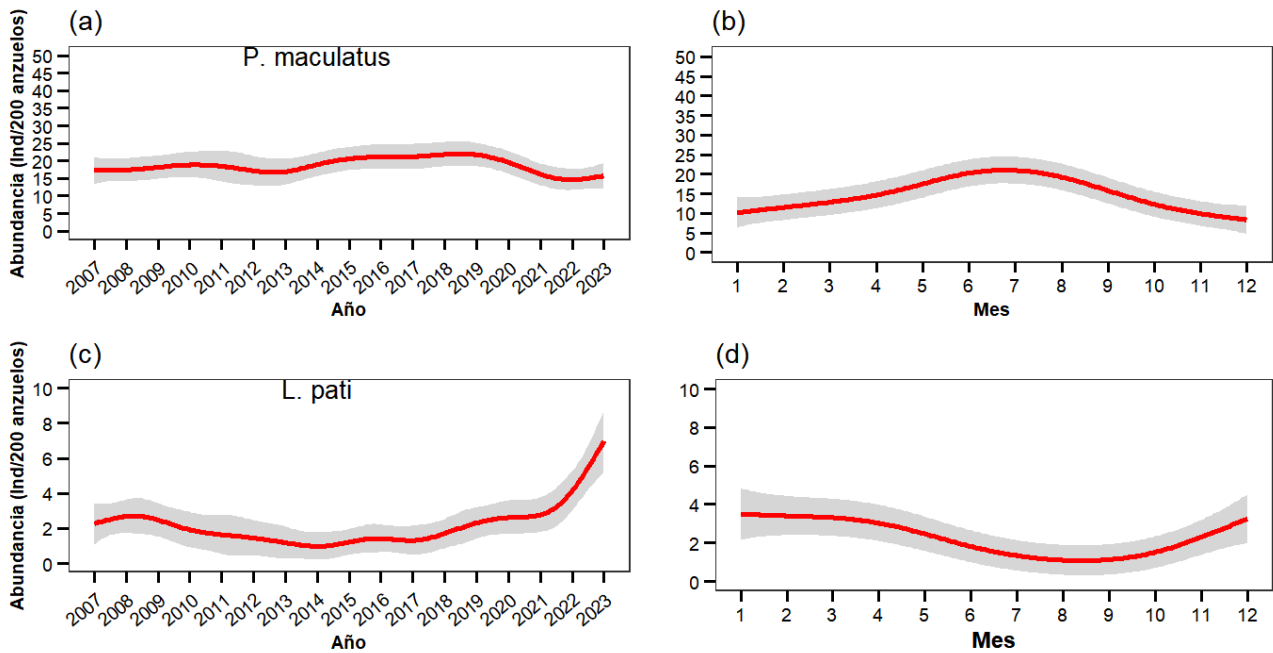
Al analizar la variación estacional de la CPUE, el modelo también detectó diferencias entre los meses, con mayores capturas durante los meses de invierno ( $F = 6,85$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 17b).

Para el caso del Patí, la captura total en el período 2006 – 2023 también evidenció diferencias significativas entre los años ( $F = 4,94$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 17c). Históricamente se observó un aumento en la CPUE entre los años 2007 y 2008, seguido de un descenso sostenido en el período 2008-2014, y un nuevo incremento desde 2015 hasta la actualidad (2023). Este aumento fue más pronunciado durante el presente período.

Al igual que para el bagre amarillo, en el caso del Patí también se encontraron diferencias significativas en las capturas a nivel estacional ( $F = 3,16$ ;  $p < 0,0001$ ) (Fig. 17d). Sin embargo, en este caso las mayores capturas se observaron en primavera. .

Durante el presente período, la especie más abundante continuó siendo el bagre amarillo, con una captura neta de 900 individuos y 524 kg, lo que representó un 31,2 % de los peces capturados en términos de abundancia (Tabla 9). Esto significó una drástica reducción en la dominancia de esta especie con respecto al año anterior, en donde su abundancia representó el 71,5 % del total de las capturas. La segunda especie más capturada fue el patí con 719 individuos y 908 kg capturados, seguida de la raya con 490 individuos y 260 kg. Al igual que lo observado en los años 2021 y 2022, en el presente período destaca la presencia del bagre blanco *Pimelodus albicans* con 461 individuos y 366 kg capturados (Tabla 9).





**Figura 17.** Gráficos del modelos GAM usando CPUE abundancia, número total de individuos corregidos 200 anzuelos, capturada con espineles durante el período 2007-2022 en Las Cañas para la variación interanual y mensual de bagre *Pimelodus maculatus* o bagre amarillo (a y b) y *Luciopimelodus pati* (c y d). Las zonas grises representan el intervalo de confianza de cada curva del 95%.

Durante 2023 destaca la presencia de rayas (*Potamotrygonidae*) capturadas en la localidad de Las Cañas. Si bien la especie ha sido capturada de manera incidental desde 2007 el número de ejemplares registrados en 2013 fue considerablemente mayor a los observado años anteriores (49 en 2023 versus 33 en 2019, año con el segundo mayor registro).

**Tabla 9.** Especies capturadas en la zona de pesca de Las Cañas utilizando espineles en el período desde 26 de enero de 2017 hasta 2 de noviembre de 2023, 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	14° año post UPM	15° año post UPM	16° 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	5/12/2022-03/12/2021	6/01/2022-30/11/2022	05/01/2023-28/11/2023	26/01/07-30/11/22
	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun	Abun
<i>Salminus brasiliensis</i> Dorado	2						2	129	64	6	43		103	18	19	14	20	420
<i>Luciopimelodus pati</i> Patí	606	696	333	217	46	23	83	419	148	351	132	145	505	341	412	551	719	5727
<i>Pimelodus maculatus</i> Bagre amarillo	2319	1965	1978	1002	323	457	64	2731	2281	1969	1064	1933	1801	1998	1360	935	900	25080
<i>Pterodoras granulosus</i> Armado común	2						59			4		6	1					72
<i>Potamotrygon sp.</i> Raya		19					1	4	3		1	2	33	8	14	32	49	607
<i>Genidens barbatus</i> Mochuelo			85					66	33	11	113	42	1		38	19	173	581
<i>Ageneiosus inermis</i> Mandubá	12									39	239		17	66	1	1		375
<i>Odontesthes sp.</i> Pejerrey	66	488	443			151		52		1		125	20	19	60	93	102	1620
<i>Pimelodus albicans</i> Bagre blanco							216	66	14						310	376	461	1443
<i>Ageneiosus militaris</i> Manduví								43	119		255	19	84	79	76	9	9	693
<i>Pseudoplatistoma sp.</i> Surubí												2	1					3
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> Marieta														11	20			31
<i>Raphiodon vulpinus</i> Machete														2				2
<i>Megaleporinus obtuside</i> Boga															1	15		16
<i>Pigocentrus nattereri</i> Piraña															3		2	5
Total por periodo	3007	3168	2839	1219	369	631	425	3510	2662	2381	1847	2274	2566	2542	2314	2045	2876	36675

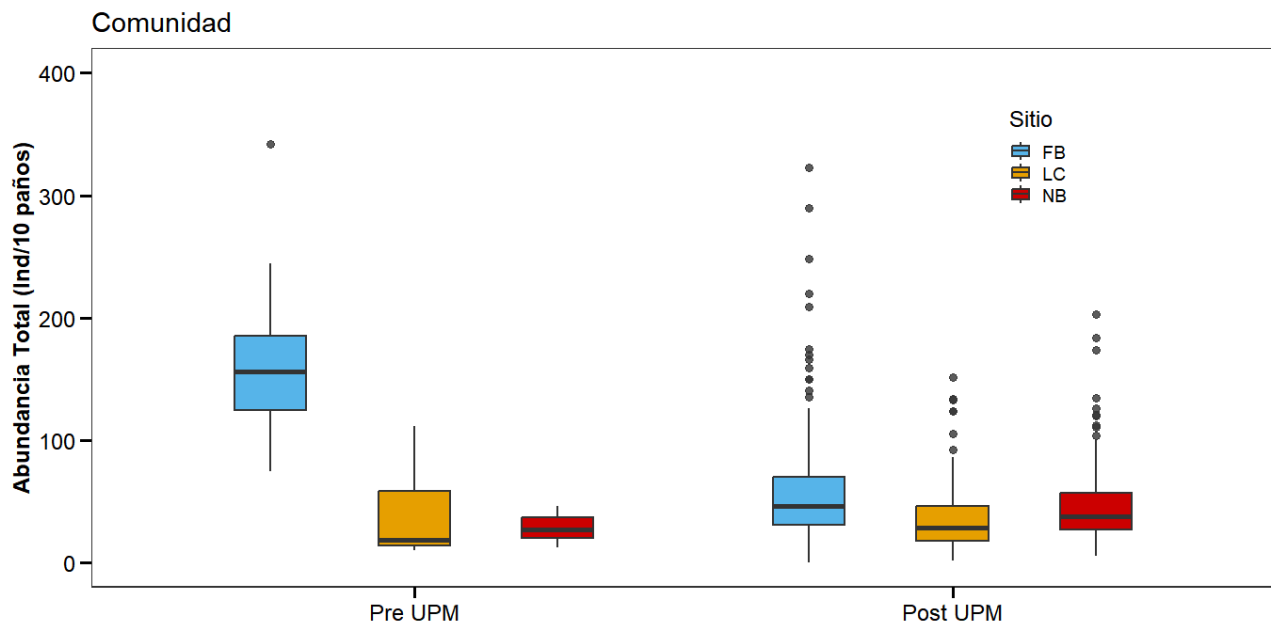
Continuación Tabla 9.

		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	14° año post UPM	15° año post UPM	16° 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	5/12/2020-3/12/2021	6/01/2022-30/11/2022	05/01/2023-28/11/2023	26/01/07-30/11/22	
		Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom	Biom
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	4						6	276	181	13	81		216	32	38	25	31	903	
<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	798	945,5	338	232	52	17	92	496	234	631	215	178	759	428	526	688	908	6592	
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bagre amarillo	1478	1112	1112	582	175	267	42	1737	1448	1241	731	1257	1247	1305	799	536	524	15593	
<i>Pterodoras granulosus</i>	Armado común	5						84			9		6	1					105	
<i>Potamotrygon sp.</i>	Raya		56					6	20	20		15	17	232	49	101	133	260	909	
<i>Genidens barbatus</i>	Mochuelo			170					154	83	27	348	158	4		128	48	501	1621	
<i>Ageneiosus inermis</i>	Mandubá	7									29	250		11	66	1	2		366	
<i>Odontesthes sp.</i>	Pejerrey	37.5	286	230			80		27		0,7		98	11.8	12,9	48	46	59	923.3	
<i>Pimelodus albicans</i>	Bagre blanco							170	45	15						311	352	366	1259	
<i>Ageneiosus militaris</i>	Manduví								36	72		183	14	60	47	48	5	4	469	
<i>Pseudoplatistoma sp.</i>	Surubí												6	3					9	
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Marieta														3	3			6	
<i>Raphiodon vulpinus</i>	Machete														3				3	
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Boga															2	8		10	
<i>Pigocentrus nattereri</i>	Piraña															1		1	2	
Total por periodo		2329.5	1454	1850	814	227	364	400	2791	2053	1950	1823	1734	2544.8	1933	2006	1843	2654	28770.3	

## Comparaciones entre sitios y entre períodos pre y post UPM

### CPUE abundancia total

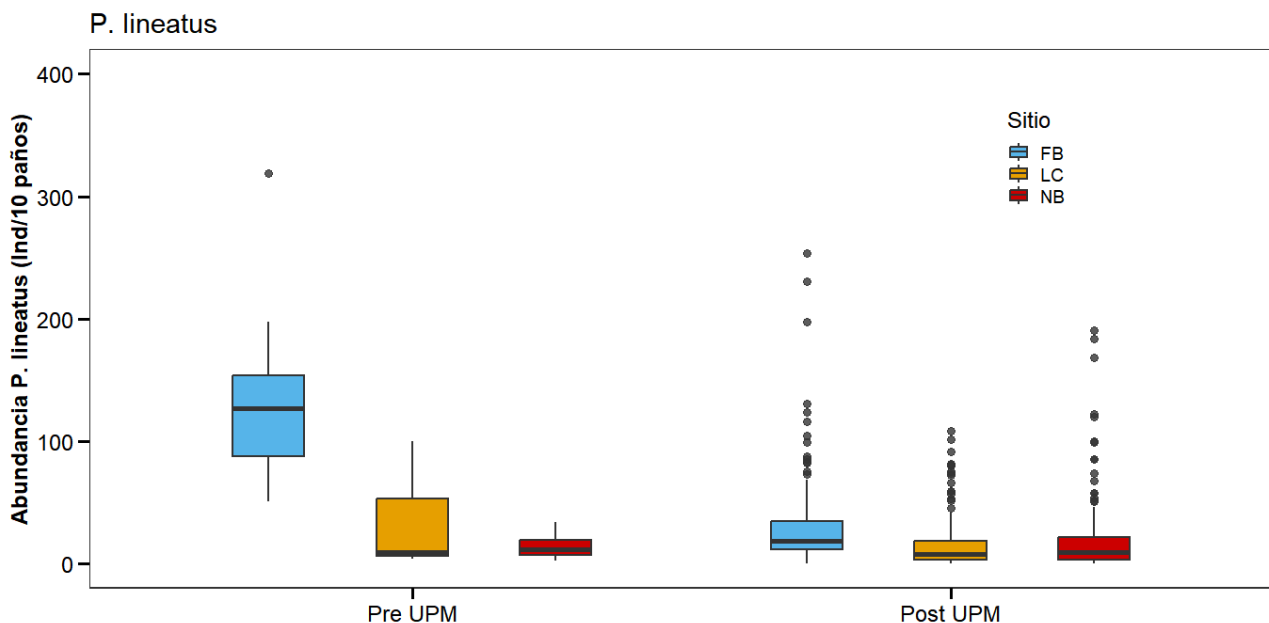
Durante el período 2007-2023 el modelo GLMM incluyendo la interacción entre el año y el sitio detectó diferencias significativas entre los sitios ( $t = 23,54$ ;  $p < 0,0001$ ) siendo la CPUE total en Fray Bentos mayor que en Nuevo Berlín ( $z = -3,89$ ;  $p < 0,0001$ ), y que en Las Cañas ( $z = -3,23$ ;  $p = < 0,0035$ ) (Fig. 18). El modelo no detectó diferencias entre los períodos pre y post UPM ( $t = 1,84$ ;  $p = 0,17$ ) (Fig. 18).



**Figura 18.** Boxplot del modelo GLMM usando CPUE total media mensual (abundancia), número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2023. Se muestra la variación interanual para la localidad de Nuevo Berlín (rojo); Fray Bentos (azul) y Las Cañas (mostaza) así como los períodos Pre UPM y Post UPM. La línea negra horizontal muestra la mediana mientras que cada caja contiene el 50% de los datos, los puntos negros representan a los outliers.

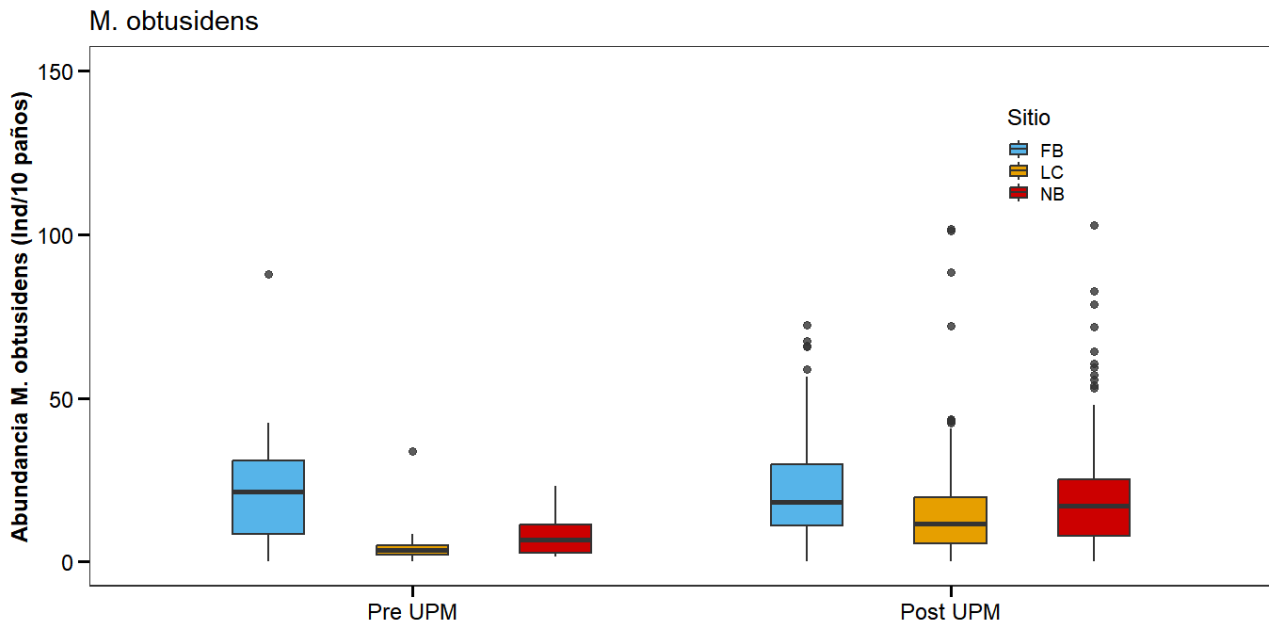
## CPUE abundancia por especie

El modelo GLMM utilizado para analizar la CPUE abundancia de sábalo evidenció diferencias significativas entre sitios ( $t= 42,51$ ;  $p < 0,0001$ ). Estas diferencias se dieron entre Fray Bentos y Nuevo Berlín ( $z= -4,94$ ;  $p < 0,0001$ ) y entre Fray Bentos y Las Cañas ( $z= -3,44$ ;  $p=0,001$ ) siendo en ambos casos mayor en Fray Bentos (Fig. 19). Por otra parte, se encontraron diferencias significativas entre pre y post UPM para Fray Bentos ( $t = 11,50$ ;  $p = 0.0007$ ), siendo mayor en Fray Bentos pre UPM.



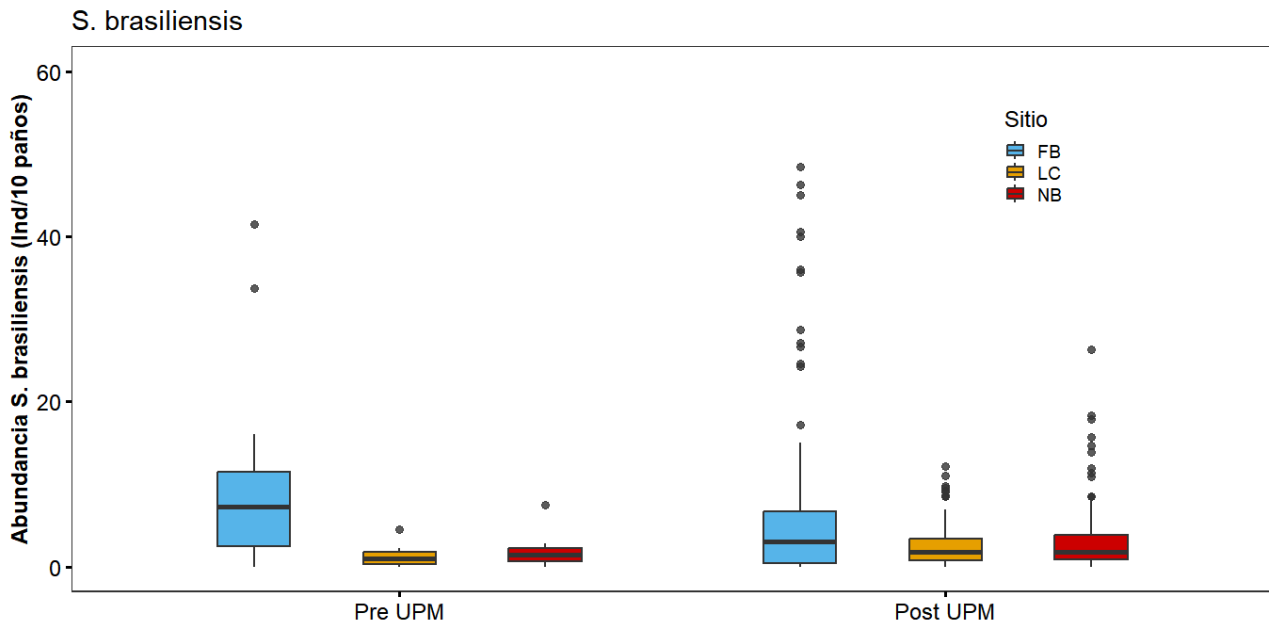
**Figura 19.** Boxplot del modelo GLMM usando CPUE de abundancia de sábalo, número total de individuos corregidos para 10 pães para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2023. Se muestra la variación interanual para la localidad de Nuevo Berlín (rojo); Fray Bentos (azul) y Las Cañas (mostaza) así como los períodos Pre UPM y Post UPM. La línea negra horizontal muestra la mediana mientras que cada caja contiene el 50% de los datos, los puntos negros representan a los outliers.

El modelo utilizado para analizar la CPUE de boga durante todo el período detectó diferencias entre los sitios ( $t = 18,517$ ;  $p < 0,0001$ ) y pre – post UPM ( $t = 9,091$ ;  $p = 0,002$ ). La única diferencia significativa entre sitios se observó entre Fray Bentos y Las Cañas ( $z= -3,23$ ;  $p=0,0034$ ) con valores superiores en Fray Bentos (Fig. 20). Por otra parte, la abundancia en Las Cañas fue menor en el período pre UPM en comparación con el período post UPM (Fig. 20).



**Figura 20.** Boxplot del modelo GLMM usando CPUE de abundancia de boga, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2023. Se muestra la variación interanual para la localidad de Nuevo Berlín (rojo); Fray Bentos (azul) y Las Cañas (mostaza) así como los períodos Pre UPM y Post UPM. La línea negra horizontal muestra la mediana mientras que cada caja contiene el 50% de los datos, los puntos negros representan a los outliers.

Finalmente, el modelo aplicado a la captura CPUE del dorado detectó diferencias entre sitios ( $t=56,24$ ;  $p < 0,0001$ ), siendo mayor la abundancia en Fray Bentos que en Nuevo Berlín ( $z= -3,48$ ;  $p=0,001$ ) y en Fray Bentos que en Las Cañas ( $z = -4,05$ ;  $p = <0,001$ ) (Fig. 21). La comparación pre – post UPM no mostró diferencias significativas entre los períodos para esta especie ( $t = 0,055$ ;  $p = 0,81$ ).



**Figura 21.** Boxplot del modelo GLMM usando CPUE de abundancia de dorado, número total de individuos corregidos para 10 paños para cada día de pesca, capturada con redes durante el período 2007-2023. Se muestra la variación interanual para la localidad de Nuevo Berlín (rojo); Fray Bentos (azul) y Las Cañas (mostaza) así como los períodos Pre UPM y Post UPM. La línea negra muestra la mediana mientras que cada caja contiene el 50% de los datos, los puntos negros representan a los outliers.

## Conclusiones

El análisis de los datos de la pesca artesanal en el período 2007 – 2023 reveló que las mayores capturas por unidad de esfuerzo se dan en la localidad de Fray Bentos. Sin embargo, dada la disminución sostenida en la CPUE observada en este sitio a través de los años, las capturas han comenzado a mostrar valores similares a los restantes puntos durante los últimos períodos analizados. En este sentido, en 2023 se observa un mínimo histórico en la abundancia y en la biomasa capturada en Fray Bentos. El mismo patrón se encontró en Las Cañas, por su parte, en 2023 Nuevo Berlín fue el único sitio en donde la tendencia decreciente de CPUE se revirtió con respecto a los años anteriores. Este aumento en Nuevo Berlín, estaría relacionado al aumento de las capturas de sábalo.

La estacionalidad de las capturas exhiben comportamientos diferentes según el sitio, mientras en Nuevo Berlín estas son mayores en los meses fríos, en Las Cañas estas se dan en los meses cálidos, principalmente al comienzo del año. Para el caso de Fray Bentos la tendencia es a la disminución de las capturas a lo largo del ciclo anual desde Enero a Diciembre.

En todos los sitios se observa una disminución en la riqueza de especies, siendo Nuevo Berlín el caso más drástico, ya que de las 19 especies reportadas durante el período 2006-2022, en 2023 solamente se capturaron cinco. En Fray Bentos, la disminución con respecto al año anterior fue de tres especies, y en Las Cañas de siete.

De las tres especies de interés comercial, la boga continúa en 2023 con su tendencia descendente en los tres sitios, iniciada en 2013, 2015, y 2018 en Fray Bentos, Nuevo Berlín, y Las Cañas, respectivamente. Al igual que lo reportado previamente, los períodos de mayor capturas tienen dos picos anuales: de febrero a abril y de agosto a octubre.



Para el sábalo, continúa el aumento en las capturas en Nuevo Berlín (proceso iniciado en 2020) y en Las Cañas (en aumento desde 2015). Por su parte, en Fray Bentos la tendencia decreciente en los valores de CPUE continúan, aunque en los últimos años la tendencia es a estabilizarse.

Durante 2023, en Nuevo Berlín la especie representó casi el 90% de las capturas en el sitio, mientras que en Las Cañas la especie es menos dominante (43,7%) aunque con una abundancia de individuos capturada mayor. Esta especie mostró ser más capturada durante los meses fríos (Junio-Agosto) en todos los sitios.

Con respecto al dorado, en Nuevo Berlín no se capturaron individuos en 2023, por lo que los valores de CPUE continúan en leve descenso desde 2020. En Fray Bentos y en Las Cañas se observó un incremento en las capturas con respecto al año pasado, siendo este último sitio el que presentó el mayor aumento. La captura de dorado fue mayor durante los meses de Mayo – Agosto en Nuevo Berlín y de Marzo a Julio en Las Cañas. En Fray Bentos no se observan cambios en la captura a lo largo del año.

Para el caso de la pesca con espineles, el número de especies capturadas es similar a años anteriores. En contraste, los valores de CPUE son los más bajos registrados, marcando un descenso sostenido de las capturas desde 2018. Durante 2023 las especies más capturadas continúan siendo el bagre amarillo y el patí. Ambas especies evidencian un aumento en las capturas, sin embargo, mientras que para el bagre amarillo este incremento es muy moderado, para el caso del patí se registran las mayores capturas desde el inicio de los monitoreos.

Desde 2021 destaca la presencia del bagre blanco, que en 2023 alcanza las mayores capturas históricas.

Las capturas de rayas también presentaron un máximo histórico, registrándose 49 individuos en 2023 (en 2022 se capturaron 32). En este sentido, si bien la captura de esta especie es accidental, en Uruguay este género se encuentra en la lista de especies prioritarias para la conservación por el

SNAP (Loureiro et al., 2013), por lo que es necesario 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 una especie potencialmente vulnerable.

Todas estas variaciones interanuales en las CPUE, en muchos casos estadísticamente significativas, podrían estar relacionadas a la compleja dinámica que presentan naturalmente las poblaciones de especies migratorias. Estas especies son uno de los principales objetivos de las pesquerías artesanales debido a su gran porte. Los patrones migratorios de estos peces responden a factores reproductivos, alimenticios, o para completar otras partes de su ciclo de vida (Lucas & Baras, 2008; Brönmark et al., 2014). Este comportamiento se encuentra influenciado por diversos factores, que pueden afectar la abundancia, el éxito reproductivo y la supervivencia de las especies, siendo los principales el régimen hidrológico, la temperatura y la calidad del agua (Bonetto et al., 1971; Sverlij et al., 1993; Espinach Ros et al., 1998; Speranza et al., 2012; Deng et al., 2023). 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; Brönmark et al., 2014). 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).

En este sentido, en los últimos años el Río Uruguay ha experimentado bajantes intensas en su nivel de agua, producto de múltiples factores, como el manejo de embalses, usos del suelo, el déficit de precipitaciones en la cuenca alta, entre otros (Vicario, 2023). Este régimen hidrológico atípico podría estar determinando la disminución en las capturas observadas en los últimos años y que se revirtió parcialmente solo en 2023. De las especies estudiadas, la boga es particularmente sensible

al régimen hidrológico del Río Uruguay, observándose una relación directa entre el nivel de agua y la distribución y condición corporal de los juveniles de la especie. (Mounic-Silva et al., 2024).

Paralelamente, estudios recientes han mostrado que en los últimos años las poblaciones de Sábalo y Dorado han disminuido en la región (Paraná medio y bajo), lo que podría estar afectando a la captura de estas especies en el Río Uruguay bajo (Scarabotti et al., 2021).

Por otro lado, el territorio uruguayo ha sufrido una intensa transformación del uso del suelo, con una profunda expansión agrícola, incrementando la utilización de plaguicidas (García-Préchac et al., 2023). 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). Asimismo, Rojo et al., (2019) reportan la presencia de contaminantes emergentes en ejemplares de boga, sábalo y dorado en el Río Uruguay, con mayores concentraciones en sitios cercanos a su desembocadura en el Río de la Plata. Adicionalmente en los monitoreos de exposición llevados a cabo por este grupo de trabajo, se han detectado compuestos cloro-fenólicos en biota y agua en los tres sitios de muestreo, posiblemente provenientes de la actividad agrícola (López-Rodríguez et al, 2019b). Si bien no hay evidencia contundente de los efectos de estos contaminates en los organismos, la presencia de plaguicidas en los sistemas acuáticos ha sido vinculada con pérdida de biodiversidad y deterioro de las funciones ecosistémicas (Rodríguez-Bolaña et al., 2023). Para el caso del sábalo, se ha reportado una mayor sensibilidad de la especie frente a plaguicidas que algunas especies de salmónidos (Langiano & Martinez 2008, Lajmanovich et al., 2023).

Todos estos factores podrían estar determinando la variabilidad observada en las capturas a lo largo del período 2006-2023. Asimismo, teniendo en cuenta que estos patrones de variabilidad es similar en los tres sitios analizados, 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, y estas se deberían más al régimen hidrológico del Río Uruguay y el uso del suelo en su cuenca. El descenso pronunciado de

los últimos años, parece revertirse en 2023 en Nuevo Berlín (aunque se cuentan con poco esfuerzo de pesca durante el período) y Fray Bentos, mientras que en Las Cañas se observa un aumento particularmente en las CPUE de sábalo y dorado.

La generación de datos a partir de este monitoreo continuo de alta frecuencia que se desarrolla desde hace 17 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 dichas pesquerías. Es importante resaltar que todas las especies de interés comercial analizadas presentaron variación mensual en su captura. Esta variación debe ser tomada en cuenta a la hora de realizar monitoreos que busquen evaluar el impacto de la actividad humana sobre las comunidades, ya que comparar resultados obtenidos en diferentes épocas del año puede llevar a conclusiones equivocadas sobre la respuesta de la comunidad ante un determinado impacto. Además, dichas variaciones deben ser tenidas en cuenta si se busca generar planes de manejo con estas especies.

Por otra parte, este tipo de trabajos debe complementarse con monitoreos de la estructura de la comunidad de peces que no son objetivo de los pescadores artesanales y exposición a contaminantes. De esta manera podemos tener un panorama más amplio 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.

## Bibliografía

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

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

Brönmark, C., Hulthén, K., Nilsson, P. A., Skov, C., Hansson, L. A., Brodersen, J., & Chapman, B. B. (2014). There and back again: migration in freshwater fishes. *Canadian Journal of Zoology*, 92(6), 467-479.

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

Deng, G. T., & Demisse, B. T. (2023). Freshwater Fish Migration: Fisheries Management Strategy Insight. In *Sustainable Wildlife Management*. IntechOpen.

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 rain fed agroecosystems. *Science of the Total Environment*, 631: 169-179.

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.

García-Préchac, F., Salvo, L., Ernst, O., Siri-Prieto, G., Quincke, J.A., Terra, J.A., (2022). Longterm effects of different agricultural soil use and management systems on soil degradation in Uruguay. *Global Degradation of Soil And Water Resources*. Springer, Singapore, pp. 77-92  
[https://doi.org/10.1007/978-981-16-7916-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7916-2_7).

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.

Lajmanovich, R. C., Repetti, M. R., Boccioni, A. P. C., Michlig, M. P., Demonte, L., Attademo, A. M., & Peltzer, P. M. (2023). Cocktails of pesticide residues in *Prochilodus lineatus* fish of the

Salado River (South America): First record of high concentrations of polar herbicides. *Science of The Total Environment*, 870, 162019.

Langiano, V.C., & Martinez, C.B.R., (2008). Toxicity and effects of a glyphosate-based herbicide 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.

Lucas, M., & Baras, E. (2008). *Migration of freshwater fishes*. John Wiley & Sons.

Mounic-Silva, C. E., Porto-Ferreira, L. S. B., Nunes, M. E., Zaniboni-Filho, E., & Nuñez, A. P. O. (2024). Altitudinal distribution and body condition of migratory fish juveniles *Megaleporinus obtusidens* (Valenciennes) and *Salminus brasiliensis* (Cuvier) in the main channel of the Uruguay River, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e276197.

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

Rodríguez-Bolaña, C., Pérez-Parada, A., Tesitore, G., Goyenola, G., Kröger, A., Pacheco, M., ... & de Mello, F. T. (2023). Multicompartmental monitoring of legacy and currently used pesticides in a subtropical lake used as a drinking water source (Laguna del Cisne, Uruguay). *Science of the Total Environment*, 874, 162310.

Rojo, M., Álvarez-Muñoz, D., Domanico, A., Foti, R., Rodríguez-Mozaz, S., Barceló, D., & Carriquiriborde, P. (2019). Human pharmaceuticals in three major fish species from the Uruguay River (South America) with different feeding habits. *Environmental pollution*, 252, 146-154.

Scarabotti, P. A., Lucifora, L. O., Espínola, L. A., Rabuffetti, A. P., Liotta, J., Mantinian, J. E., ... & Sánchez, S. (2021). Long-term trends of fishery landings and target fish populations in the lower La Plata basin. *Neotropical Ichthyology*, 19.

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

Tesitore, G.; D'Anatro A., Vidal, N., & Teixeira de Mello F. (2023). 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 2007-2023).

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringa, Universidade Estadual de Maringa.

Vicario, L. 2023. Análisis de sequías hidrológicas a partir de datos de caudales históricos en secciones fluviales del Río Paraná y Uruguay. Instituto Nacional del Agua. 12pp.

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

Wood, S.N. (2017) *Generalized Additive Models: An Introduction with R* (2nd edition). CRC/Taylor & Francis.

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.