



**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR
DINARA (2006 - 2010) Y UPM (2005 - 2014)
EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PLANTA
PRODUCTORA DE PASTA DE CELULOSA
EN EL RÍO URUGUAY**

AGOSTO 2017

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR
DINARA (2006 - 2010) Y UPM (2005 - 2014)
EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PLANTA
PRODUCTORA DE PASTA DE CELULOSA
EN EL RÍO URUGUAY**

Informe realizado por:

Mónica Spinetti

Rosanna Foti

Alfredo Pereira

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS

MGAP

1	INTRODUCCIÓN	1
2	FAUNA ÍCTICA	3
2.1	ESTACIONES DE PESCA, PERIODICIDAD DEL MONITOREO Y METODOLOGÍA DE CAPTURA	3
2.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA OBTENER EL ESTIMADOR DE ABUNDANCIA PESQUERA	5
2.3	RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO DINARA – UPM	5
2.3.1	<i>Especies capturadas, identificación taxonómica y presencia de las especies en el área</i>	5
2.3.2	<i>Captura total en peso (kg) y en número de individuos (N)</i>	6
2.3.3	<i>Índices de Abundancia (CPUE) en peso y número de ejemplares</i>	7
2.3.4	<i>Selección de especie testigo e indicadores biológicos</i>	8
2.3.4.1	Captura (kg) y número de individuos (N) de bagre trompudo	8
2.3.4.2	Talla media (Longitud total en cm) y peso medio (g) del bagre trompudo	9
2.3.4.3	Parámetros poblacionales	11
2.3.5	<i>Índices morfológicos</i>	11
2.3.5.1	Factor de condición (K)	11
2.3.5.2	Índice hepatosomático (IHS)	13
2.3.5.3	Índice gonadosomático (IGS)	14
2.4	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS INDIVIDUAL Y COMPARATIVO DE LOS INFORMES DE DINARA Y LOS REALIZADOS POR UPM SOBRE EL COMPONENTE ICTIOFAUNA	16
2.5	RECOMENDACIONES	18
3	FAUNA BENTÓNICA (DINARA)	19
3.1	ESTACIONES DE MONITOREO DE BENTOS, PERIODICIDAD DEL MONITOREO Y METODOLOGÍA DE CAPTURA	19
3.2	RESULTADOS	19
3.2.1	<i>Índices ecológicos en el área de estudio</i>	19
3.2.2	<i>Caracterización de la fauna bentónica según los hábitats</i>	20
3.2.2.1	Sustrato consolidado	20
3.2.2.2	Playas	20
3.2.2.3	Zona profunda	20
3.3	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS INFORMES DE DINARA SOBRE EL COMPONENTE DE FAUNA BENTÓNICA	21
4	ANÁLISIS DE CONTAMINANTES EN TEJIDO DE PECES Y BIVALVOS (DINARA - UPM)	21
4.1	ANÁLISIS DE CONTAMINANTES INFORMADOS POR DINARA DESDE EL 2005 AL 2009	21
4.1.1	<i>Dioxinas, Furanos, Bifenilos policlorados (PCB's) y organoclorados extraíbles (EOX)</i>	22
4.1.2	<i>Metales pesados en tejidos de las especies de peces y bivalvos: mercurio, plomo y cadmio</i>	25
4.2	ANÁLISIS DE CONTAMINANTES INFORMADOS POR UPM DESDE EL 2005 AL 2014	26
4.2.1	<i>Compuestos ácidos resinosos, clorofenoles y fitoesteroles en bilis de bagre trompudo</i>	27
4.2.2	<i>Dioxinas, furanos y PCBs en músculo de peces</i>	27
4.2.3	<i>Organoclorados EOX en bivalvos</i>	28
4.3	CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS COMPARATIVOS DE CONTAMINANTES UPM-DINARA	28
5	RECOMENDACIONES GENERALES A TODO EL INFORME	30
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS POR DINARA (2006-2010) y UPM (2005 - 2014) EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PLANTA PRODUCTORA DE PASTA DE CELULOSA EN EL RÍO URUGUAY

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se analiza la información generada en los monitoreos de la fauna íctica y bentónica en el área de influencia de la planta productora de pasta de celulosa ubicada sobre el río Uruguay. Dichos estudios fueron desarrollados por la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA- MGAP) entre los años 2006 y 2010 y por UPM a partir de abril de 2005 hasta abril de 2014 de acuerdo a la información aportada por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA- MVOTMA).

En el año 2006 la DINAMA, Organismo competente a nivel Nacional, y en coordinación con el Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada (SOHMA-MDN) y la DINARA (MGAP), llevó adelante un Programa piloto para la definición de la Línea de Base en el área de jurisdicción nacional en el tramo del río Uruguay comprendido entre los kilómetros 80 (Aº Caracoles Chico) y el 115 (Aº de Los Patos). La finalidad del Programa consistió en obtener un conocimiento cabal del estado de calidad de las aguas, sedimentos y biota en la zona del río en la que se emplazaría el emprendimiento industrial de envergadura UPM (ex Botnia).

El propósito de dicho Programa incluía “evaluar los posibles efectos del efluente sobre la supervivencia, el crecimiento, la condición y la reproducción de los peces. Estos efectos serían estimados mediante la comparación de indicadores individuales y poblacionales, de al menos dos especies de peces en el área expuesta y áreas de referencia...”. El Programa apuntaba al estudio secuencial de ciclos de muestreo e interpretación en los cuales los requerimientos de cada ciclo dependerían de los resultados del ciclo previo. El primer ciclo de relevamiento de peces se orientó a la realización de una evaluación del ambiente receptor, del área de estudio, de las especies presentes y de la variabilidad de los parámetros a considerar en los peces. A partir del relevamiento de la comunidad de peces se seleccionaron las especies testigo a utilizar en las siguientes fases del programa.

El plan de trabajo contemplaba un estudio previo a la entrada en operación de la planta con el fin de construir la Línea de Base (LB) así como 3 relevamientos anuales posteriores al inicio de operativa de la planta, con el fin de completar un ciclo de 3 años que pudiera ser comparable y respondiera las siguientes preguntas: ¿se detecta un efecto?; ¿el efecto está relacionado con la planta?; ¿cuál es la magnitud y extensión del efecto? y ¿cuál es la causa del efecto detectado?.

El **objetivo general** perseguía contar con información de base que permitiera de futuro evaluar a corto y mediano plazo los eventuales cambios en el sistema frente a posibles impactos producidos por la entrada en funcionamiento de la planta de producción de pasta de celulosa.

Los objetivos específicos definidos para el estudio de la biota acuática fueron:

- Describir las poblaciones locales de bentos y necton, y estimar su abundancia relativa, estado trófico y clases etarias.
- Seleccionar especies testigo (invertebrados bentónicos y peces) a ser monitoreadas.
- Determinar la supervivencia, crecimiento, reproducción y abundancia relativa de las poblaciones de organismos seleccionados como testigos, presentes en la zona.
- Determinar la presencia y eventualmente los niveles de contaminantes que pudieran presentar las poblaciones bentónicas e ícticas.

Con el fin de interpretar los resultados alcanzados entre los años 2005 a 2014, la información disponible tanto de la DINARA como de UPM (ex BOTNIA) fue organizada de la siguiente forma:

1	Línea de Base (2005 – 2007)	DINARA - UPM
2	Primer Ciclo de Operativa (2008 – 2010)	DINARA - UPM
3	Segundo Ciclo de Operativa (2011 – 2014)	UPM

La DINARA trabajó con la matriz de la biota acuática (fauna íctica y bentónica). Entre los años 2006 y 2010 se realizaron 15 campañas de monitoreo en el área: 5 correspondieron a la generación de información para establecer la Línea de Base de la fauna íctica; 4 campañas de monitoreo de la fauna íctica durante el primer ciclo de operaciones de UPM (primeros tres años de funcionamiento) y 6 monitoreos de la fauna bentónica. Asimismo se extrajeron muestras de músculo de peces y pulpa de moluscos para análisis de residuos de contaminantes.

Por su parte UPM efectuó monitoreos estacionales en el área que estuvieron a cargo del Dr. Jukka Tana (AF- Consult Ltd.) y de investigadores nacionales de Facultad de Ciencias, completando 19 entre 2005 y 2014 de carácter bianual.

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos por UPM y la DINARA sobre el monitoreo de la fauna íctica, el bentos y presencia de residuos de contaminantes en muestras de músculo de peces y de moluscos.

El presente trabajo fue elaborado a partir de 38 Informes producidos por BOTNIA – UPM entre abril de 2005 y abril de 2014; 11 Informes producidos por DINARA en el período agosto 2006 a mayo 2011, incorporándose además otras referencias en temas específicos. Cabe destacar que para la comparación de los resultados referidos a la ictiofauna se utilizaron los valores contenidos en los informes remitidos por UPM no disponiéndose de la base de datos.

2 FAUNA ÍCTICA

Mónica Spinetti y Rosanna Foti

2.1 Estaciones de pesca, periodicidad del monitoreo y metodología de captura

Los **sitios de pesca** seleccionados por los operadores de UPM y de la DINARA fueron mantenidos en el tiempo (tanto para la implementación de la Línea de Base como para los ciclos de operación) y comprendieron tres zonas y períodos de monitoreo que se detallan en la siguiente Tabla 1 y que corresponden a: 1) aguas arriba de UPM, zona de referencia o no influencia de la planta (A de UPM); 2) frente a UPM, zona receptora o de influencia del emisor (B de UPM) y 3) aguas abajo de UPM, zona receptora lejana o de no afectación de la pluma de descarga (C de UPM) (Fig.1).

Tabla 1. Zonas del tramo del río Uruguay relevado y período de estudio de UPM y DINARA

Zona del río	UPM (ex Botnia) (2006 – 2014)	DINARA Fauna íctica (2006 - 2010)	DINARA Fauna bentónica (2008 – 2010)
Zona de referencia o no influencia de la planta	A Frente a Nuevo Berlín	Ensenada desembocadura Aº Laureles	- Frente Nvo. Berlín - Aº Laureles (Estación 6)
Zona receptora o de influencia frente a UPM	B Ensenada desembocadura Aº Yaguareté	Ensenada desembocadura Aº Yaguareté	Aº Yaguareté (Estación 10)
Zona receptora lejana o de no afectación	C Frente a Balneario Las Cañas	-Desembocadura Aº Caracoles Chico -Frente frigorífico Anglo	Aº Caracoles Chico (Estación 14)

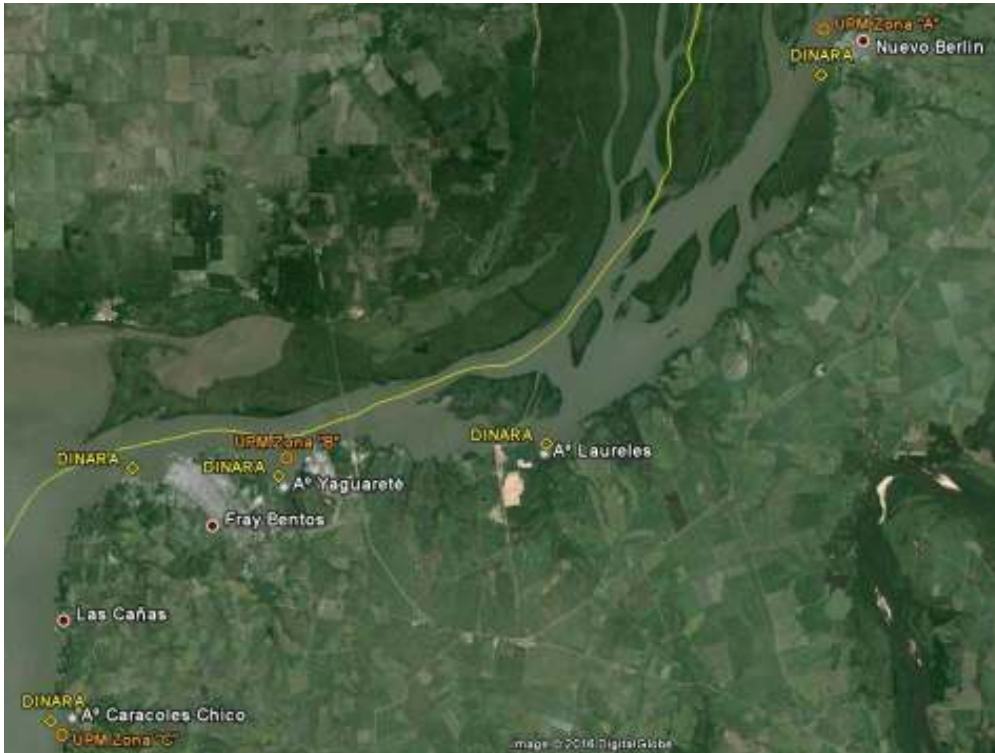


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de monitoreo de UPM y DINARA (fauna íctica y bentónica).

Eventualmente, frente a condiciones climáticas adversas la DINARA también adoptó un punto intermedio (frente al frigorífico ANGLO) ubicado entre la ensenada del A° Yaguareté y el A° Caracoles Chico.

La **periodicidad del muestreo** de UPM en la zona de estudio durante el período 2005 - 2014 fue de 2 campañas estacionales (otoño y primavera) por año, de alrededor de 12 días de duración cada una. La DINARA realizó 5 monitoreos durante la definición de la Línea de Base de 4 días de duración: 2 monitoreos en 2006 (invierno y primavera) y 3 monitoreos en 2007 correspondiendo 2 al verano y uno al invierno. A partir de la entrada en operación de la planta se efectuaron 4 monitoreos de 4 días de duración en el verano e invierno de 2008, invierno de 2009 y primavera temprana de 2010.

La **metodología de captura** se mantuvo constante en el tiempo tanto por UPM como por la DINARA, no obstante al comienzo de la generación de información para la Línea de Base UPM utilizó también la pesca eléctrica. La pesca consistió en el calado de trenes de redes agalleras de diferente tamaño de luz de malla mantenidas en el agua por espacio de 12 hs.

Tanto UPM como DINARA utilizaron métodos de evaluación pesquera similares (pesca exploratoria con artes pasivos). Sin embargo cabe señalar que estructuralmente los artes de pesca empleados fueron diferentes en cuanto a material de construcción y dimensiones (altura, longitud y luz de malla). Asimismo se emplearon diseños de captura diferentes en cuanto a la localización de los artes de pesca y días de operación. En las tres estaciones de muestreo, con réplica en cada sitio, UPM caló 8 redes en la zona litoral, cercana a la costa (entre 1 y 2 m de profundidad) y 8 en la zona media a 500 m de la línea de costa (entre 2 y 5

m de profundidad). La DINARA caló dos baterías de redes en cada punto de muestreo que abarcaron la zona litoral y media. UPM utilizó un tren de 12 redes nórdicas (nylon) de luz de malla entre 5 mm y 55 mm (medida entre nudos adyacentes), 30 m de largo total, 1,5 m de altura y 2,5 m de largo cada red. La DINARA durante la Línea de Base caló dos trenes de redes agalleras constituidas por 9 redes monofilamento (nylon) de 1,5 m de alto y 25 m de largo cada red y 9 redes multifilamento (seda) de 1,5 m de alto y 25 m de largo cada una. En ambas baterías el tamaño de luz de malla estuvo comprendido entre 15 mm y 90 mm (medida entre nudos adyacentes). A partir del primer ciclo de operación se utilizaron 11 redes en cada tren, incorporándose el tamaño de luz de malla 30 y 35 mm.

2.2 Procesamiento de la información para obtener el estimador de abundancia pesquera

El índice de abundancia relativa o Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en número y peso estimado por la DINARA fue estandarizado y expresado en kg/100m² red/noche de pesca y nº de individuos/100m² red/noche de pesca. UPM estimó la abundancia relativa media como kg/red y número de ejemplares/red. Dado que en los informes de UPM no se detalla la captura obtenida por la batería, discriminada por cada red en número de ejemplares y peso y que los tamaños de luz de malla fueron diferentes a los utilizados por DINARA, no fue posible efectuar comparaciones directas del estimador de abundancia relativa.

2.3 Resultados del análisis comparativo DINARA – UPM

2.3.1 Especies capturadas, identificación taxonómica y presencia de las especies en el área

El número de taxones representados en las capturas realizadas por UPM en toda el área de estudio varió entre 29 (2006) y 94 (2014), mientras que la DINARA obtuvo fluctuaciones entre 11 (2006) y 30 (2010).

Las diferencias encontradas en el número de especies entre los monitoreos estacionales de DINARA y UPM podrían responder a: a) variaciones naturales como la marcada presencia de especies migratorias en determinadas épocas del año, b) pequeños desplazamientos hacia los arroyos de especies sedentarias en épocas invernales, c) época del año de los monitoreos, d) duración de los mismos, e) ubicación del arte de pesca respecto a la costa (zona somera y zona profunda) y f) diferencias en los tamaños de luz de malla. Las campañas de invierno realizadas por la DINARA en general expresaron menor diversidad y número de individuos.

La especie más común capturada durante el estudio de la Línea de Base por UPM y DINARA en todos los sitios de muestreo y épocas del año fue el Bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*) seleccionada como centinela. Asimismo ambos monitoreos identificaron un grupo de al menos 16 especies, incluyendo migratorias y sedentarias, que fue encontrado en por lo menos dos de los tres sitios de muestreo durante todo el período de estudio.

No se observó una disminución en la diversidad de especies presentes en el área durante todo el período considerado y se mantuvieron las diferencias entre los sitios de muestreo, presentando la zona C o Caracoles Chico el menor registro de especies y número de individuos.

2.3.2 Captura total en peso (kg) y en número de individuos (N)

Durante los 2 ciclos estudiados por UPM, luego de la entrada en operación de la planta, se advirtieron valores promedio anuales variables tanto en el peso de la captura como en el número de individuos. En 2010 se obtuvo el valor promedio más alto en peso (298 Kg) y el menor en 2013 (99,5 Kg) (Fig. 2). En relación al número de ejemplares el valor promedio máximo se advirtió en 2008 (6.610 individuos) y el menor valor en 2013 (2.588 individuos) pero en 2005, al inicio del estudio de la Línea de Base, el promedio fue de 1.696 individuos. Las oscilaciones de los valores observados dependen por un lado de las características intrínsecas de las poblaciones de peces y por otro a las condiciones hidrológicas y climáticas reinantes al momento de la captura. El máximo valor en peso encontrado en 2010 podría responder a la presencia de ejemplares de mayor porte mientras que el incremento en el número de individuos en 2011 sería producto de las condiciones excepcionales reportadas a fines de 2009 debido a intensas precipitaciones que incrementaron el nivel hidrométrico del río a 6 y 7 m. Estas circunstancias indicarían que la reproducción fue muy exitosa, con el consecuente aumento en el número de ejemplares. Los valores en peso y número de 2014 corresponden sólo a un monitoreo realizado en el mes de abril por lo que no fueron considerados en el análisis general.

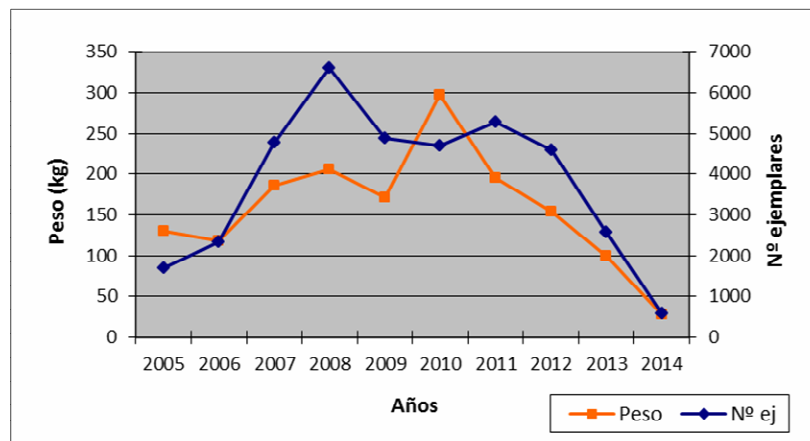


Fig. 2. Promedio de la captura total anual registrada por UPM expresada en peso y número de ejemplares durante el período 2005 - 2014

Los monitoreos realizados por la DINARA indicaron un incremento continuo entre 2006 y 2010 del número de ejemplares (142 y 379 respectivamente) (Fig. 3). En relación al peso se advirtió también un incremento entre 2007 y 2010 donde la primavera de este último presentó comparativamente el mayor valor medio, como cabría esperar dadas las condiciones del nivel hidrométrico expresado anteriormente, así como por la época del año.

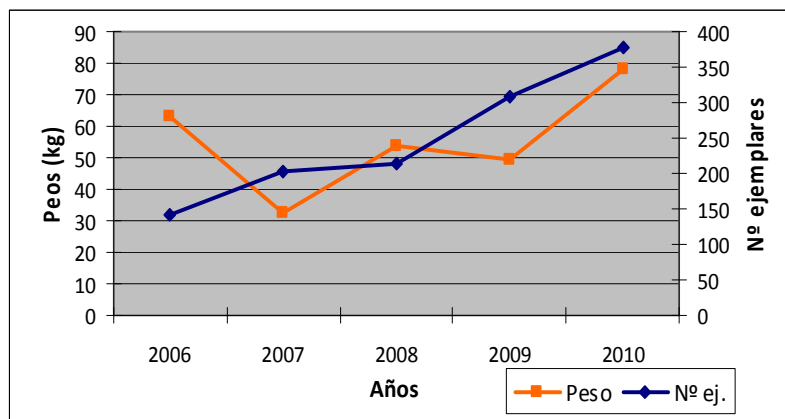


Fig. 3. Promedio de la captura total anual registrada por DINARA expresada en peso y número de ejemplares durante el período 2006 - 2010

En términos generales en ambos monitoreos (UPM y DINARA) la estación de muestreo más relevante en cuanto a número de ejemplares y peso fue la zona B o ensenada de la desembocadura del Aº Yaguareté (zona de influencia del emisor). Las estaciones de pesca ubicadas al norte de la planta productora de pasta de celulosa (zona A, desembocadura del Aº Laureles) y la zona C o desembocadura del Aº Caracoles Chico le siguieron en orden de abundancia.

Los valores de captura en peso y número de individuos obtenidos durante el período de casi 2 ciclos de operación de la planta (2008-2012) fueron superiores a los encontrados durante 2013 (Fig. 2). Frente a estos resultados se entiende conveniente continuar con los relevamientos de pesca exploratoria en la zona a fin de confirmar o no esta tendencia. Hay que señalar que durante el período de monitoreo de UPM (9 años y medio) se sucedieron años propicios y desfavorables para el reclutamiento tanto de las especies sedentarias de la zona como de las migratorias. En la interpretación de la disminución de la captura total hacia fines del período analizado (2013) no debería excluirse la presión de pesca ejercida, en una zona acotada, principalmente sobre los juveniles de especies sedentarias. Esta aparente disminución al final del período no pudo ser contrastada con los monitoreos de la DINARA ya que ésta dispone de información hasta 2010.

2.3.3 Índices de Abundancia (CPUE) en peso y número de ejemplares

Los valores medios anuales del índice de abundancia relativa, expresado como CPUE en peso obtenidos por UPM fueron relativamente similares en el período considerado (2005 – 2013) salvo en 2010 que alcanzó el valor máximo, decreciendo paulatinamente hasta alcanzar el mínimo en 2013. Sin embargo el estudio realizado por el Programa de la CARU a través de la actividad de “Áreas de cría”, en la que se utilizaron artes de pesca similares a UPM, mostró para el sitio de Nuevo Berlín, Esteros de Farrapos (zona A de UPM) un incremento de abundancia en peso y número de ejemplares en el verano de 2013-2014 respecto al período verano-otoño de 2012. Los resultados de los monitoreos desarrollados por DINARA entre 2006 y 2010 presentaron una declinación en el índice de abundancia relativa con una escasa recuperación en 2010.

El análisis de la abundancia en número de individuos, a partir de la información aportada por UPM, refleja oscilaciones entre las que se advierte una tendencia al incremento entre 2007 y 2012 con valores que casi duplicaron los encontrados en 2005 y 2006 (período de construcción de la Línea de Base), pudiendo responder a la mayor presencia de ejemplares juveniles en la zona, fruto del éxito reproductivo ocurrido en el período estival 2009-2010. En 2013 el índice de abundancia en número fue similar al valor inicial del período de estudio mientras que la abundancia en peso presentó una declinación comparada con los valores 2005-2006. DINARA observó entre 2006 y 2009 un descenso en el número, con incremento en el año 2010.

2.3.4 Selección de especie testigo e indicadores biológicos

La DINARA definió a priori en función del conocimiento de las especies presentes en el río Uruguay dos especies que cumplieran con los siguientes requisitos: presentar hábitos sedentarios o relativamente sedentarios, que ocuparan diferentes niveles en la cadena trófica apuntando a especies asociadas al fondo (hábitos bentófagos) y algún carnívoro sedentario (tope de cadena) y con abundancia suficiente para la realización de aquellos estudios que permitieran detectar elementos indicadores de eventual afectación.

Dentro de los resultados obtenidos se identificaron por la numerosidad en la zona y hábitos bentófagos, dos especies de vieja de agua pertenecientes a la subfamilia Loricariinae, *Loricariichthys anus* y *Paraloricaria vetula* y el bagre trompudo *Iheringichthys labrosus*. Respecto al predador tope si bien se identificó la tararira *Hoplias malabaricus*, no se pudo obtener suficiente presencia en número espacial y temporalmente.

UPM seleccionó en 2005 un carnívoro, el Dientudo jorobado *Cynopotamus argenteus* y al bagre trompudo, prosiguiendo en el tiempo sólo con el segundo como especie centinela. Por tanto la DINARA y UPM centralizaron sus estudios en el bagre trompudo *Iheringichthys labrosus* (Fig. 2) como especie testigo.



Fig. 2. Foto extraída del libro “Peces de agua dulce de Uruguay”. (Cita 2011 Teixeira de Mello, F; González-Bergonzoni, I. & Loureiro, *Peces de agua dulce del Uruguay*. PPR-MGAP. 188 pp.).

2.3.4.1 Captura (kg) y número de individuos (N) de bagre trompudo

Durante la Línea de Base (2005 – 2007) la captura en peso de la especie reportada por UPM presentó valores promedio entre 11,4 y 15,5 kg. A partir de 2008 (19,5 kg) se observaron valores decrecientes alcanzando 5,4 kg al final de este período (2013). En cuanto al número de ejemplares 2007 y 2008 presentaron los valores más altos (538 y 532) y en el resto del período existieron oscilaciones del valor entre los 400 y 200 ejemplares (Fig. 4 a y b).

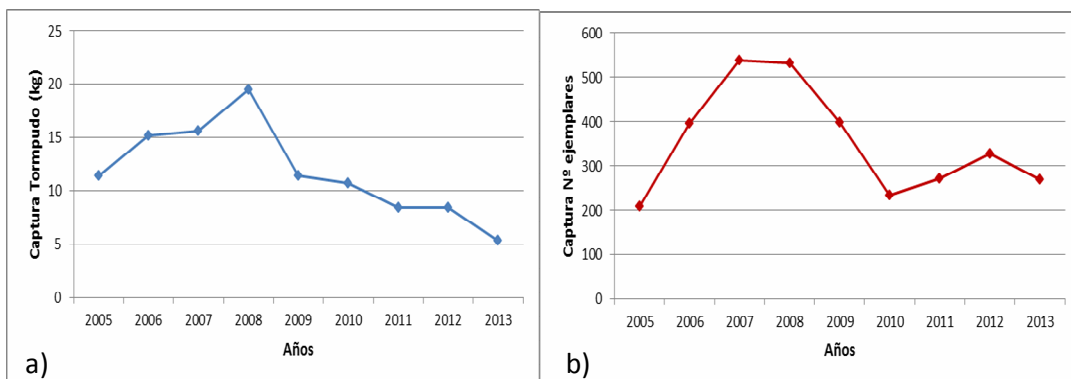


Fig. 4 a y b. Variación del promedio anual de la captura en peso y en número de ejemplares de la especie testigo reportada por UPM en el período 2005 – 2014.

Los resultados de la DINARA para el período 2006 – 2009 sobre la captura en peso y número de la especie testigo revelaron que en el año 2007 se registraron los valores máximos (23,6 kg y 404 ejemplares) y en 2008 los mínimos de todo el período (9,7 kg y 113 individuos), mientras que al comienzo y final de este intervalo la captura en peso osciló entre 14 kg y 18 kg y en número varió entre 236 y 246 respectivamente. Estos resultados acompañan lo mencionado en el análisis de la captura total (que incluye todas las especies).

2.3.4.2 Talla media (Longitud total en cm) y peso medio (g) del bagre trompudo

A efectos de realizar el análisis comparativo (UPM – DINARA) sobre las tallas medias de la especie testigo, se asumió que los datos informados por UPM corresponden a la longitud total (en los informes no se especifica la unidad de los valores medios aportados).

La talla media del bagre trompudo estuvo comprendida en los dos monitoreos (UPM y DINARA) entre 9 -10 cm (mínima) y 32-34 cm (máxima). Durante el período de estudio de la Línea de Base se observó en ambos casos cierto incremento en el número de individuos pero decremento en la talla media. Las clases de longitud predominante en número en las 3 áreas de estudio fue la compuesta por ejemplares de entre 9 y 12 cm (UPM) y entre 20 y 23 cm (DINARA). Si bien la amplitud del rango de tallas fue similar en ambos monitoreos, se observaron diferencias en las clases de longitud más numerosas debido esencialmente al tamaño de malla utilizado en ambas capturas.

En la Línea de Base de UPM se registraron los mayores valores de talla media del bagre trompudo principalmente en abril en la zona C, mientras que en noviembre de 2005 se aprecia el valor más alto de todo el período de análisis en la misma zona. Durante los ciclos de operación en 2008, 2010 y 2011 los monitoreos de abril y noviembre presentaron los registros más altos, mientras que en 2012 y 2013 se advierte una tendencia al decrecimiento y una cierta recuperación hacia la campaña de abril de 2014, similar a lo encontrado durante 2009 (Fig. 5 a y b). Comparando entre ambientes los valores máximos mencionados correspondieron en noviembre a las zonas B y C, mientras que en abril a las zonas A y B.

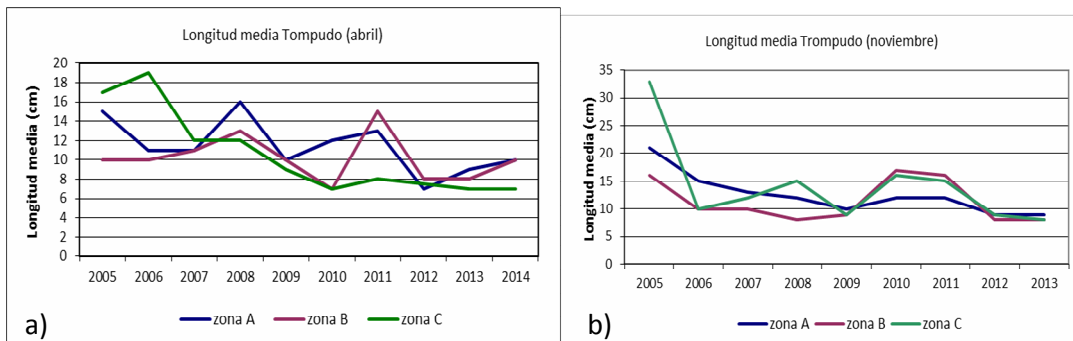


Fig. 5 a y b. Variación de la longitud media individual del bagre trompudo registrada por UPM en los monitoreos de abril y noviembre durante el periodo 2005 – 2014.

Respecto al peso medio individual de la especie testigo de acuerdo a los datos de UPM se observa una tendencia decreciente a lo largo de todo el período de estudio. El valor máximo registrado (81 g) fue en la zona C en 2005 y nuevamente en 2010 durante los monitoreos de noviembre (Fig. 6). Asimismo en la misma zona tanto en abril como noviembre se registraron las mayores fluctuaciones del peso medio. En noviembre de 2010 se aprecia en las tres zonas los registros más altos, pudiendo responder a la buena disponibilidad de alimento en toda el área y una mayor actividad fisiológica en primavera. El peso medio más bajo se registró en abril de 2011 (6.7 g) recuperándose hacia 2014 pero sin alcanzar los registros iniciales.

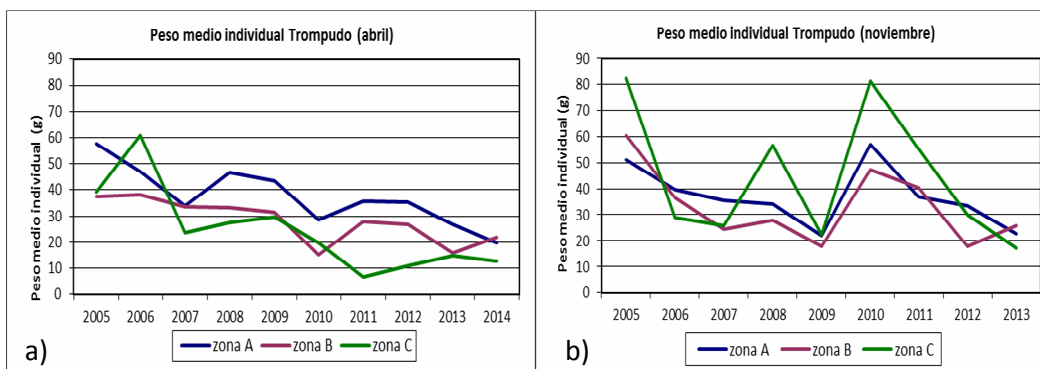


Fig. 6 a y b. Variación del peso medio individual del bagre trompudo registrada por UPM en los monitoreos de abril y noviembre durante el periodo 2005 – 2014.

Durante la Línea de Base (2006-2007) la talla media registrada por la DINARA fue de 21,1cm y 20,4 cm respectivamente, mientras que en el primer ciclo de operación (2008 - 2010) la talla media fue: en 2008= 20,2cm, en 2009= 21,5cm y en 2010= 22,6 cm no reflejando diferencias anuales pronunciadas en el total del período.

Los valores de peso medio alcanzados por la DINARA fluctuaron entre 61 g en 2006 y 59 g en 2007 y se mantuvieron relativamente constantes entre 2008 y 2010 con valores de 86 g y 81 g respectivamente.

Al analizar las tallas medias obtenidas por DINARA en la LB y el primer ciclo (2006- 2010) se observa que las mismas se mantuvieron relativamente similares mientras que el peso medio individual aumentó en relación a la LB. Respecto al análisis de tallas y pesos medios reportados por UPM para el período 2005-2014 ambos muestran un decrecimiento a partir de 2011.

Como ya fuera mencionado los valores de la talla media y el peso medio alcanzado por ambos operadores (UPM-DINARA) responden a la utilización de artes de pesca con tamaño de luz de malla diferentes.

2.3.4.3 Parámetros poblacionales

Ambos monitoreos permitieron describir la distribución espacial y estimar la abundancia relativa del bagre trompudo. Los informes de UPM no proporcionan información para el análisis de parámetros poblacionales, no obstante, la DINARA realizó estudios sobre la especie testigo que aportaron las siguientes observaciones:

- a) *Crecimiento (lectura de otolitos)*. Se observaron entre 1 y 5 marcas de crecimiento en ejemplares entre 9 y 25 cm de longitud estándar.
- b) *Proporción de sexos*. Se observó amplia dominancia de hembras respecto a los machos. No se registró presencia de machos en los monitoreos de invierno y verano. Estos resultados podrían evidenciar que esta especie presenta segregación de sexos salvo en el período reproductivo.
- c) *Proceso de maduración gonadal*. Se observaron machos y hembras inmaduros en las campañas de invierno y primavera principalmente, apareciendo un 25% de machos en maduración en verano, sin constatar la presencia de hembras maduras en dicha época del año. Esta observación coincide con estudios llevados a cabo en Brasil, donde identificaron el período de puesta entre febrero y mayo.

2.3.5 Índices morfológicos

2.3.5.1 Factor de condición (K)

Por medio de este coeficiente es posible definir los cambios de condición de los peces en relación a la edad, sexo y ciclo estacional y puede emplearse como un índice de productividad de las masas de agua (Nikolsky, 1963).

Los valores obtenidos por UPM para este índice considerando todo el período (2005 – 2013) y ambas épocas del año indican similitud entre los ambientes monitoreados así como un incremento del índice posterior a la entrada en operación de la planta (Fig 7 a y b).

En primavera, durante el período de generación de la Línea de Base, se observa un incremento, prácticamente el doble entre 2005 (valor medio 0.66) y 2008 (valor medio de 1.36), manteniéndose en otoño y primavera con valores superiores a 1 hasta el final del período.

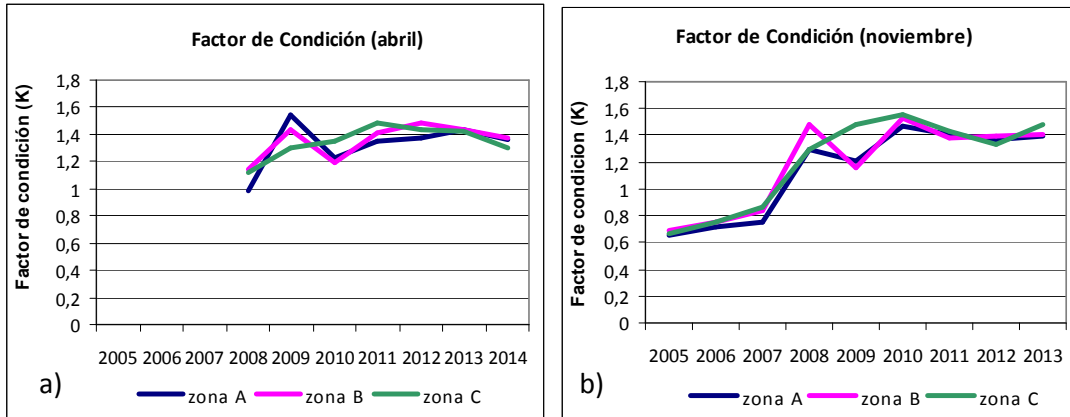


Fig. 7 a y b. Variación del Factor de condición (K) del bagre trompudo registrada por UPM en los monitoreos de abril y noviembre en los tres sitios de estudio durante el periodo 2005 – 2014.

Previo a la entrada en operación de la planta (2007) el valor medio del índice de condición estimado por la DINARA durante el invierno presentó valores de 0.6 y 0.7, similares a los reportados por UPM en noviembre (Fig. 8).

Los valores obtenidos por la DINARA en 2008 y 2009, luego del inicio de operaciones de UPM, también fueron similares entre ambientes en los inviernos de los mencionados años (época no relevada por UPM) con valores de 0,6 y 0,7 respectivamente. En la primavera de 2010 la DINARA observó un valor medio de 1.2 que duplicó el índice obtenido en años anteriores.

En ambos monitoreos (UPM-DINARA) se observó un incremento del índice en todo el período de estudio.

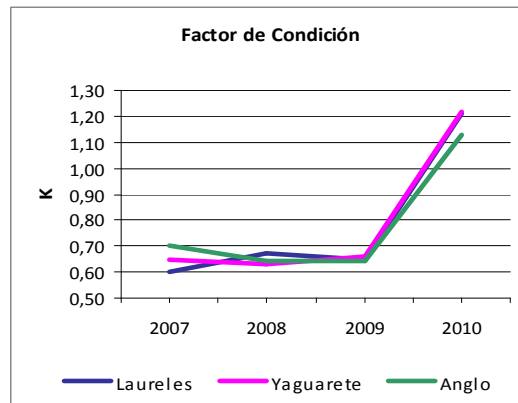


Fig. 8. Variación del Factor de condición (K) del bagre trompudo registrada por DINARA en los tres sitios de estudio durante el periodo 2007 – 2010.

Diferentes autores señalan que este índice está íntimamente relacionado con el ciclo reproductivo de los peces. Tiende a ser mínimo durante la época de desove. Pero también valores bajos coinciden con la presencia de ejemplares de tallas grandes y valores altos concuerdan con el reclutamiento de individuos juveniles y subsiguiente maduración de la

población. Esta observación coincidiría con la disminución de la talla media de captura del bagre trompudo, indicando el ingreso de individuos jóvenes de menor porte.

Los resultados obtenidos sobre el factor de condición estarían señalando que el estado de la especie elegida como centinela en el área de estudio no se vio alterado en forma negativa si se lo compara con el período previo a la entrada en operación de la pastera.

2.3.5.2 Índice hepatosomático (IHS)

El índice hepatosomático mide la relación entre el peso del hígado y el peso del cuerpo; es utilizado para evaluar las condiciones energéticas y de desarrollo de los peces. Está asociado al metabolismo y eliminación de los desechos orgánicos del individuo y de la acumulación de las reservas energéticas en forma de glicógeno. La variación en el peso del hígado refleja procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo.

Este índice presentó en los monitoreos de UPM valores promedio relativamente similares anualmente, no importando la época del año, pero con cierta tendencia a la disminución si comparamos el período de la Línea de Base (sólo medido en los monitoreos de primavera) con los ciclos de operación y a su vez entre los mismos ciclos (Fig. 9 a y b). Ciertos años UPM registró homogeneidad entre ambientes y en otros no.

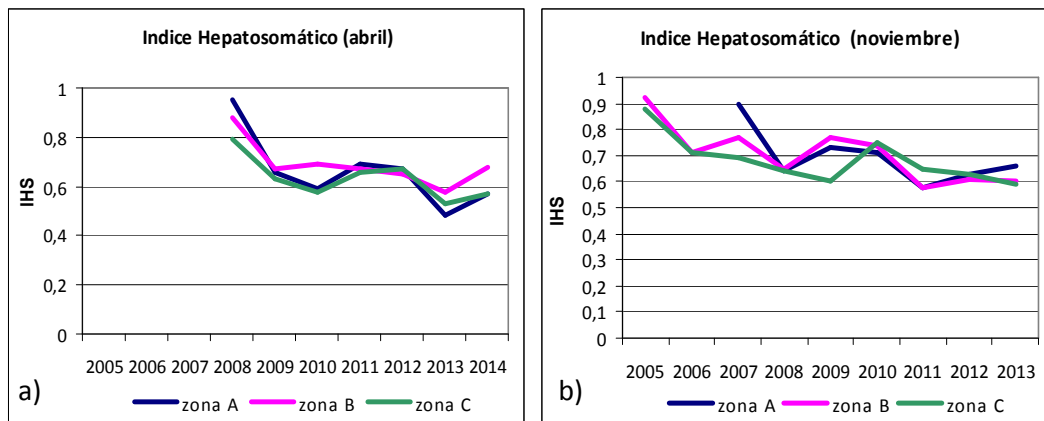


Fig. 9 a y b. Variación del Índice Hepatosomático (IHS) del bagre trompudo registrada por UPM en los monitoreos de abril y noviembre en los tres sitios de estudio durante el periodo 2005 – 2014.

Los valores promedio del IHS estimados en los monitoreos de DINARA entre los años 2008 – 2010 (Fig. 10) se ubicaron con valores similares a los reportados por UPM. Los máximos observados en la campaña de invierno de 2009 responderían a la tendencia esperada para esta época del año en la que se acentúa una mayor reserva energética en el hígado.

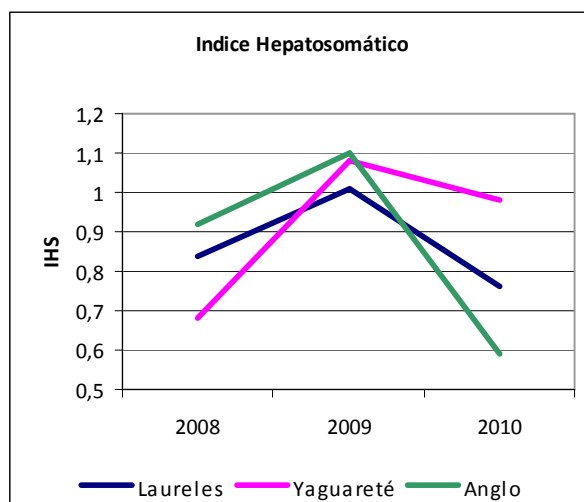


Fig. 10. Variación del Índice Hepatosomático (IHS) del bagre trompudo registrada por DINARA en los tres sitios de estudio durante el periodo 2008 – 2010.

Varios autores (Kime 1998, Porter y Janz 2003, Toft et al. 2003, 2004), han observado un incremento del IHS como consecuencia de la exposición de los organismos a agentes estresantes. Se ha demostrado que el hígado puede aumentar su tamaño en presencia de determinado estrés, particularmente después que el pez ha sido expuesto a la contaminación o a tóxicos específicos (Arcand-Hoy y Metcalfe 1999). El incremento de este órgano puede deberse a la hiperplasia o a la hipertrofia como una respuesta adaptativa para ampliar la capacidad del hígado de desintoxicarse de compuestos extraños (Addison 1984). Tricklebank et al. (2002), por el contrario, han encontrado que algunas fuentes de contaminación pueden conllevar a una reducción de este índice.

Como se puede deducir del párrafo anterior, la tendencia a la disminución del valor observado en el total del período de estudio parecería indicar la ausencia de factores estresantes, aunque no se puede determinar su alcance hasta no disponer de valores de referencia para el bagre trompudo y una profundización sobre el conocimiento de la biología de la especie. Ello implicaría realizar muestreos mensuales a fin de poder obtener la variación anual y luego interanual de este índice con el objetivo de interpretar si dichos valores responden a la propia especie o a la acción del medio.

2.3.5.3 Índice gonadosomático (IGS)

El índice gonadosomático es utilizado para interpretar las variaciones en el desarrollo gonadal a lo largo del ciclo anual e indica la relación porcentual entre el peso del pez y el peso de las gónadas. La expresión se basa en el incremento del tamaño de la gónada a medida que se acerca el momento de la freza y varía con el estado de desarrollo de los ovocitos (Granado, 1996). Se encuentra influenciado por factores ambientales como son los cambios de fotoperíodo, temperatura, concentración de oxígeno disuelto, niveles de agua, estimulación acústica por la lluvia, disponibilidad de comida y densidad de la población (Burns, 1985).

A partir del primer ciclo de operación UPM reportó valores máximos en abril de 2008 (otoño) con una tendencia decreciente en años sucesivos hasta 2011, año en que revierte en primavera los valores presentando máximos en noviembre de 2013 correspondiente al segundo ciclo de operación (Fig. 11 a y b). Comparando los tres sitios de monitoreo se observó que generalmente en la zona A de UPM (Nuevo Berlín) existió cierta inclinación a presentar valores más altos de este índice en primavera. Probablemente podría existir una distribución espacial que responda a características propias del lugar como la geomorfología costera, dinámica del río, disponibilidad de alimento, entre otras que favorezcan tempranamente el proceso reproductivo.

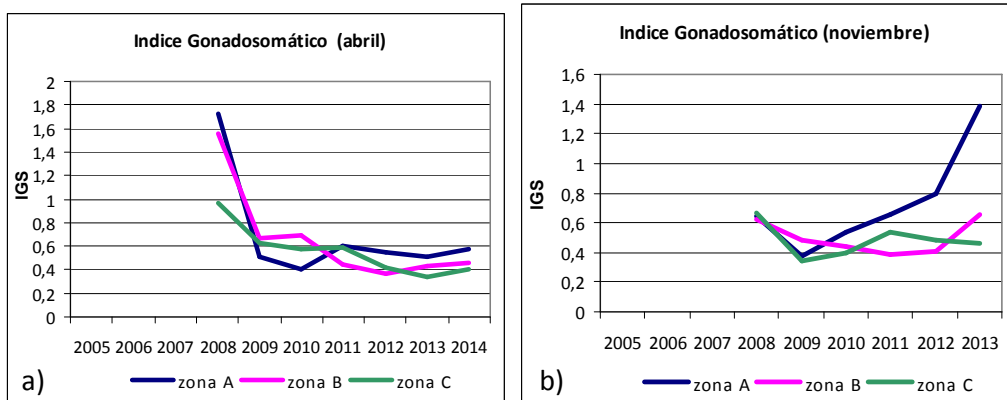


Fig. 11 a y b. Variación del Índice gonadosomático (IGS) del bagre trompudo registrada por UPM en los monitoreos de abril y noviembre en los tres sitios de estudio durante el periodo 2008 – 2014.

La DINARA observó valores promedio en el invierno de 2008 inferiores a los reportados por UPM en abril y en invierno de 2009 los valores fueron similares en los dos estudios (Fig. 12). En relación a la primavera de 2010 los registros de DINARA indicaron para las tres zonas valores inferiores a los de UPM en la misma época del año. Esta diferencia podría responder al acotado número de muestras obtenidas que imposibilitaron arribar a valores medios más ajustados para dicha estación del año.

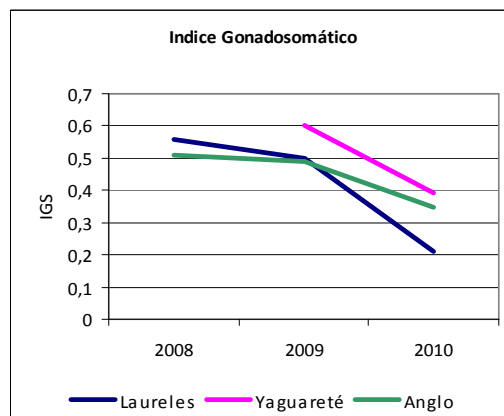


Fig. 12. Variación del Índice Gonadosomático (IGS) del bagre trompudo registrada por DINARA en los tres sitios de estudio durante el periodo 2008 – 2010.

De los resultados alcanzados no se ha podido establecer si el bagre trompudo es una especie de desove total o parcial. El IGS se torna impreciso en especies con desove parcial por lo que sería necesario realizar monitoreos mensuales (Duponchelle et al. 1999) tendientes a identificar los estadios de madurez de las gónadas y el tipo de desove. Según estudios realizados en Brasil se pudo observar que esta especie presenta un desove parcial asincrónico, con pico de maduración avanzada/maduro entre octubre y enero y desovado/espermiado en febrero-mayo. En evaluaciones de la ictiofauna realizadas por la DINARA en el embalse de Palmar entre 2007 y 2008 (DINARA, 2008), se obtuvieron observaciones que coinciden con estadios de maduración avanzada en otoño.

2.4 Conclusiones del análisis individual y comparativo de los informes de DINARA y los realizados por UPM sobre el componente ictiofauna

1. Después de analizar conjuntamente los informes de DINARA, realizados durante los años 2006 al 2010, y los de UPM (ex Botnia) entre los años 2005 al 2014 se verificó lo importante que hubiera sido un mayor grado de intercambio entre los técnicos que intervinieron por UPM y los que lo hicieron por DINARA y DINAMA. Esto hubiera permitido realizar las correcciones de manera de lograr un mejor aprovechamiento de la información recabada¹.
2. Las estaciones de pesca tuvieron un lugar en común definido como punto B (UPM) o ensenada del Aº Yaguareté (DINARA), los dos puntos restantes se realizaron dentro del área de no influencia de la planta, al Norte, frente a Nuevo Berlín (UPM) y ensenada del Aº Laureles (DINARA) y al Sur, frente al balneario Las Cañas (UPM) y desembocadura del Aº Caracoles Chico (DINARA).
3. UPM y DINARA utilizaron métodos de evaluación pesquera similares (pesca exploratoria con artes pasivos), no obstante estructuralmente los artes de pesca fueron diferentes en cuanto a material de construcción y dimensiones, así como el diseño de muestreo en cuanto a la época del año, días de operación y localización de los artes de pesca en el río.
4. El número de especies capturadas por UPM en toda el área de estudio durante el período 2005-2014 alcanzó 94, la DINARA entre 2006 y 2010 registró 30. Las diferencias de número encontradas respondería a varias razones: marcada presencia de especies migratorias en determinadas épocas del año, pequeños desplazamientos de especies sedentarias hacia los arroyos en épocas invernales, época del año de los monitoreos, duración de los mismos, ubicación del arte de pesca respecto a la costa (zona somera) y diferencias en los tamaños de luz de malla. El 50% de las campañas realizadas por DINARA fueron en invierno, época que en general expresa menor diversidad y número de individuos.

¹ DINARA analizó los "Informes" generados por UPM sin contar con la base de datos que dio origen a los mismos. Esto hubiera permitido un análisis más profundo y con mayor certidumbre que el que permite utilizar los valores medios publicados.

5. La especie más común, coincidente para ambos monitoreos (UPM y DINARA) en todos los sitios de muestreo y épocas del año fue el bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*). Asimismo se compartieron un grupo de alrededor de 16 especies, incluyendo migratorias y sedentarias, que fue capturado en al menos dos de los tres sitios de muestreo durante todo el período de estudio.
6. No se observó una disminución en la diversidad de especies presentes en el área durante todo el período considerado y se mantuvieron las diferencias entre los sitios de muestreo, presentando la zona C o Caracoles Chico el menor registro de especies y número de individuos.
7. Tanto los valores medios anuales de la captura total en peso como el índice de abundancia relativa expresado como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en peso, obtenidos en cada uno de los períodos monitoreados por UPM y DINARA, fueron relativamente similares incluyendo un máximo observado en 2010. La CPUE reportada por UPM en número de individuos casi duplicó el valor entre 2007 y 2012, pudiendo responder a la presencia de ejemplares juveniles en la zona. A partir de 2012 la CPUE en peso presentó una declinación comparada con los valores obtenidos al inicio del monitoreo, sin embargo la abundancia en número fue similar al valor inicial.
8. DINARA y UPM centralizaron sus estudios en el bagre trompudo como especie testigo. Esta especie de pequeño porte presenta hábitos bentófagos, cortos desplazamientos y alta numerosidad.
9. Los resultados de la captura en peso de ejemplares de bagre trompudo, tomando todas las evaluaciones de UPM, acompañaron lo mencionado en el análisis de la captura para el total de especies, observándose una disminución hacia el final del período de estudio. Es posible atribuir esta tendencia mostrada por la especie testigo, de característica sedentaria, a la constante presión de pesca ejercida en la zona durante una década. Los resultados de DINARA no reflejaron la tendencia señalada dado que el período de estudio fue más acotado.
10. El rango de tallas de los individuos capturados fue similar en ambos monitoreos (UPM y DINARA) observándose diferencias en las clases de longitud más numerosas reportadas, debido esencialmente a los tamaños de malla utilizados. La talla media de la especie testigo, en los monitoreos de UPM, presentó oscilaciones en cada período de estudio. Se observó un valor máximo en noviembre de 2005 (33 cm) y mínimos de todo el período en 2012 y 2013 (entre 7 y 9 cm), identificándose una cierta recuperación (10 cm) en al menos dos zonas (A y B) en abril de 2014. Los resultados de DINARA mostraron similitud (entre 20 y 22 cm) en todo el período de estudio (2006-2010).
11. Los registros de UPM respecto al peso medio individual evidenciaron un máximo en 2005 y 2010 (82 y 81 g respectivamente, zona C) decreciendo paulatinamente hasta 2013 (entre 14 g zona C y 26 g zona A). DINARA registró un aumento del peso medio entre 2008 y 2010 comparado con los dos años previos de su monitoreo.

12. Según los monitoreos de UPM y referido a los puntos anteriores (10 y 11) se observó una disminución del peso medio y la talla media de la especie testigo sin existir una disminución en el número de ejemplares capturados, lo que podría interpretarse como mayor presencia de juveniles en la población residente en el área de estudio durante los últimos años (2011 – 2013).
13. Los resultados presentados por ambos monitoreos apuntarían a señalar que el valor del factor de condición (K), el cual es un indicador del estado de bienestar de los peces, se incrementó entre el período de la línea de base y los ciclos de operación. Valores altos concuerdan con el reclutamiento de individuos juveniles y subsiguiente maduración de la población.
14. El índice hepatosomático (IHS) utilizado para evaluar las condiciones energéticas y de desarrollo de los peces refleja procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo. Estacionalmente se observaron valores más altos en primavera y una recuperación en invierno. Los valores anuales promedio reflejaron una tendencia a la disminución durante el transcurso del período de estudio, no observándose a nivel macroscópico evidencia de una alteración hepática.
15. El índice gonadosomático (IGS) explica la proximidad al momento de la freza y varía con el estado de desarrollo de los ovocitos. Se observaron valores altos en primavera pero más aún en otoño (abril de 2008) en toda el área de estudio. Existirían variaciones significativas del valor del índice entre los sitios de muestreo identificándose la zona A (de referencia, Nuevo Berlín) con el mayor valor. El no haber constatado el momento preciso de desove de la especie impide emitir un juicio respecto al comportamiento de este índice.
16. En general se observaron tendencias similares y valores coincidentes en la mayoría de los atributos biológicos registrados por UPM comparados con los obtenidos por la DINARA a pesar de las diferencias cuantitativas referidas a los años relevados, días de pesca y cantidad de ejemplares capturados.

2.5 Recomendaciones

Se considera apropiado sugerir se continúe generando información que complemente la precedente, con un diseño de monitoreo que aborde los requerimientos necesarios para cubrir los vacíos de información detallados. Si bien UPM generó un caudal de información importante en relación a la especie testigo, de los resultados presentados no surgen estimaciones de parámetros poblacionales tales como crecimiento, talla de primera madurez, fecundidad, tamaño de los ovocitos, etc. que permitan contrastar e inferir sobre una posible afectación de dicha especie en el área de estudio. Asimismo, con el objetivo de corroborar la tendencia del IHS y del IGS se estima necesario contar con valores de referencia para la especie a partir de un plan de muestreo que señale las oscilaciones mensuales de ambos índices.

3 FAUNA BENTÓNICA (DINARA)²

3.1 Estaciones de monitoreo de bentos, periodicidad del monitoreo y metodología de captura

Entre 2008 y 2010 (primer ciclo de operación de UPM) se llevaron a cabo 6 campañas de relevamiento de la fauna bentónica en la zona de estudio. Las mismas comprendieron la zona costera durante la primavera de 2008; verano e invierno de 2009; otoño, invierno y primavera de 2010 y se complementaron con 4 campañas de embarque realizadas en la primavera de 2009 y otoño, invierno y primavera de 2010. El objetivo general fue contribuir a la descripción de la estructura de las comunidades de diferentes hábitats del área, así como determinar aspectos de variabilidad temporal y espacial de dichas comunidades.

Los sitios de muestreo comprendieron las ensenadas de los Arroyos Laureles y Yaguareté y desembocadura del Arroyo Caracoles chico. En el invierno de 2009 se incluyó otra estación en Nuevo Berlín (Tabla 1 y Fig.1).

Para la realización del muestreo se distinguieron los siguientes hábitats: sustrato consolidado; playa (0.3 m - 1.5 m) y zona profunda (mayor a 1.5 m) en cada sitio de muestreo. En cada hábitat se ubicaron tres transectas. Cada transecta estuvo conformada por 3 Unidades de Muestreo (UM) en el sustrato consolidado, 10 UM en la playa y 3 UM en la zona profunda.

El análisis de los datos recabados consistió en la estimación de indicadores ecológicos referidos a: riqueza, diversidad (índice Shannon – Weaver), equidad (índice de Pielou), dominancia (índice de Simpson) y densidad media (ind/m²).

3.2 Resultados

3.2.1 Índices ecológicos en el área de estudio

Se identificaron 81 especies de macroinvertebrados bentónicos siendo el Phylum Mollusca el de mayor cantidad de especies (44.4%), seguido por Arthropoda (32.1%) y Annelida (9.9%). El hecho que en las últimas campañas continuaron registrándose nuevas especies estaría indicando que el relevamiento del área no estaría concluido.

Los moluscos fueron el grupo más diverso, identificándose 36 especies, seguido por los insectos con 26 especies. Todos los ambientes y estaciones analizadas estuvieron dominados en abundancia y biomasa por especies de moluscos bivalvos invasores (*Limnoperna fortunei* y *Corbicula fluminea*).

² La información sobre la fauna bentónica utilizada en este documento fue obtenida de los Informes de monitoreo realizados por la DINARA a cargo de los investigadores Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabricio Scarabino.

El sitio que presentó mayor diversidad fue la ensenada del Aº Yaguareté (60 especies) seguida por la ensenada del Aº Laureles (58 especies) y la estación Nuevo Berlín y el Aº Caracoles chico presentaron 45 especies. Se observaron variaciones en el índice de diversidad durante todo el período de estudio.

Luego del primer monitoreo (primavera de 2008), los resultados de diversidad, densidad, equidad y dominancia estarían mostrando que no han existido cambios significativos si los comparamos en el mismo sitio de monitoreo en el transcurso de los 3 años de estudio (2008 – 2010).

3.2.2 Caracterización de la fauna bentónica según los hábitats

3.2.2.1 Sustrato consolidado

El hábitat que presentó mayor riqueza específica fue el sustrato consolidado del Aº Laureles (36 taxones) descendiendo a 29 especies en la estación Aº Caracoles Chico. Las comunidades de sustrato consolidado se caracterizaron por la dominancia del mejillón *L. fortunei* constituyendo en ocasiones alrededor del 90%. El número de individuos varió entre 6121 (Nvo. Berlín, invierno 2009) y 206 (Aº Caracoles chico, invierno de 2010). No se identificó un patrón claro de distribución entre estaciones ni ambientes.

La variación temporal en los índices estimados (riqueza y diversidad específica) de la comunidad del sustrato consolidado estuvo dada por el desfase entre los ciclos de vida de los organismos que la integran.

3.2.2.2 Playas

Las comunidades de playas también estuvieron dominadas por moluscos bivalvos y fueron los ambientes más variables entre los sitios de muestreo. La playa del Aº Caracoles chico fue la más pobre (4 especies) con la presencia de *C. fluminea* y otras nativas. La playa del Aº Yaguareté fue la más rica en especies de toda el área y las restantes estaciones presentaron una estructura similar al sitio anterior pero con menor riqueza. El índice de riqueza presentó un comportamiento análogo entre todas las estaciones y campañas. Probablemente las variaciones observadas en la comunidad de playa se deban a la presencia de especies con escaso número de individuos.

3.2.2.3 Zona profunda

La comunidad de la zona profunda estuvo conformada principalmente por especies representantes del grupo de los quironómidos, oligoquetos y en menor cantidad moluscos. La estación Aº Caracoles Chico fue la que presentó mayor riqueza específica (14 especies) y la menor la ubicada en Nvo. Berlín (13 especies). La estación del Aº Yaguareté fue la que alcanzó el mayor índice de diversidad comparada con los otros puntos de monitoreo.

La principal causa de la variación de los índices ecológicos de la zona profunda podría atribuirse a la presencia heterogénea de microcrustáceos consolidados que favorecen el asentamiento de *L. fortunei*.

3.3 Conclusiones del análisis de los informes de DINARA sobre el componente de fauna bentónica

1. Los resultados de los distintos índices analizados por DINARA sobre la fauna bentónica señalaron una riqueza y diversidad de organismos significativa, lo que podría indicar un ambiente propicio para el desarrollo de dichas comunidades.
2. Los cambios constantes en el nivel del río, en parte provocados por los pulsos de evacuación del agua del embalse de Salto Grande y las mareas (principalmente las eólicas) del Río de la Plata, son factores determinantes en las migraciones de la fauna (impiden o favorecen el acceso a profundidades mayores en los muestreos) lo que redundó en las variaciones advertidas durante el período de estudio.
3. Los índices ecológicos (diversidad, densidad, equidad y dominancia) sugieren la no existencia de cambios significativos en el transcurso de los 3 años de estudio (2008 – 2010).

4 ANÁLISIS DE CONTAMINANTES EN TEJIDO DE PECES Y BIVALVOS (DINARA - UPM)

Alfredo Pereira

4.1 Análisis de contaminantes informados por DINARA desde el 2005 al 2009

El área de estudio y la frecuencia del muestreo para el análisis de contaminantes estuvo de acuerdo a lo convenido con DINAMA en el Plan de Monitoreo de la Ictiofauna y Bentos, incluido en el “Plan de Seguimiento DINAMA Planta de Celulosa en Fray Bentos” (mayo 2007). El estudio de la línea de base (LB) se realizó durante el período 2005-2006 y el monitoreo incluyó los años 2008 y 2009, posterior a la puesta en operación de la Planta.

En el primer informe técnico, como fuera mencionado, se definieron las áreas de pesca, metodología de trabajo y se identificaron las especies “testigo” ó “centinelas” que serían estudiadas durante los ciclos subsiguientes. Para los análisis de contaminantes en músculo las especies elegidas fueron; el bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*) y la vieja de agua (*Paraloricaria vetula*) dentro de la categoría de peces y la almeja asiática (*Corbicula fluminea*) y mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) representativos de la fauna bentónica (Fig. 13).

La técnica utilizada para la detección de los metales pesados fue mediante la espectrofotometría de absorción atómica con llama para cadmio (LOD 0.07 y LOC 0.013 mg/kg) y plomo (LOD 0.028 y LOC 0.056 mg/kg) y por vapores fríos para mercurio (LOD 0.035 y LOC 0.070 mg/kg)³.

³ Los análisis de metales pesados realizados en los Laboratorios de DINARA estuvieron a cargo del QF Horacio Giudice quien también participó en la interpretación de los resultados de todos los contaminantes investigados en los tejidos de peces y moluscos reportados en los informes de DINARA. En los últimos años del ciclo de seguimiento también se contó con la participación de la Dra. María Salhi.

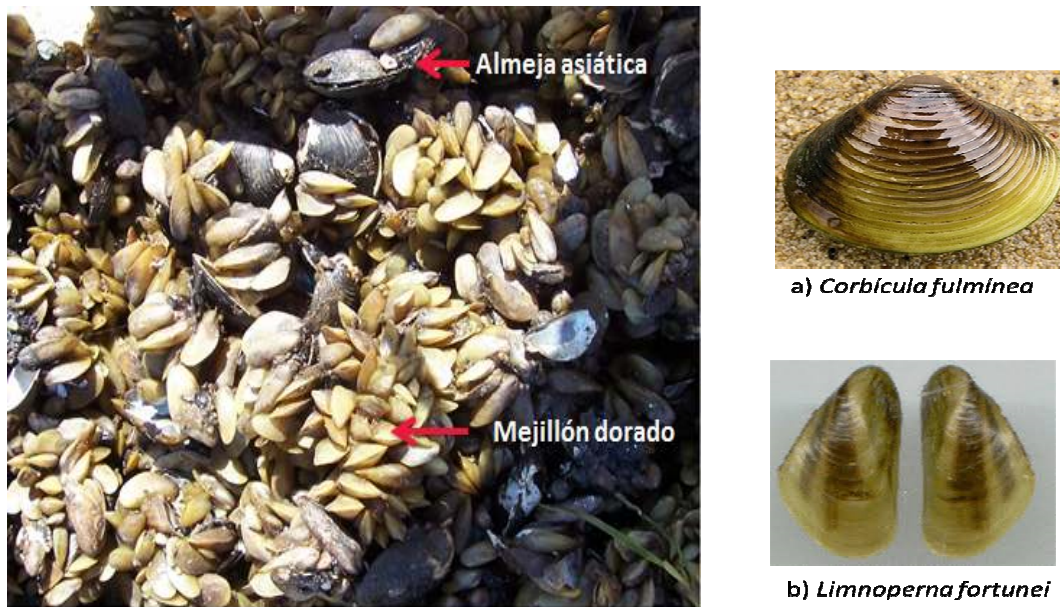


Fig. 13. Izq. Almeja asiática y Mejillón dorado obtenidos durante las actividades de campo. Der. a) *Corbicula fulminea* (almeja asiática). Foto extraída de <https://www.google.com/search?q=Corbicula+fulminea&tbm=isch> b) *Limnoperna fortunei* (mejillón dorado). Foto extraída de https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&q=limnoperna+fortunei&oq=limnoperna+fortunei&gs_l=psy-ab

Las muestras de tejido de peces y bivalvos fueron obtenidas en las campañas de ictiofauna y fauna bentónica de acuerdo a las localidades definidas en dicho monitoreo.

El objetivo de esta actividad fue evaluar en la zona de estudio a corto y mediano plazo la existencia de posibles cambios en la comunidad íctica y bentónica como resultado del funcionamiento de dicha industria a través del monitoreo de contaminantes orgánicos y metales pesados en tejidos de peces y moluscos.

En las especies testigos mencionadas, se realizaron análisis obteniendo resultados de Dioxinas, Furanos, Bifenilos policlorados (PCB's), organoclorados extraíbles (EOX) y de metales pesados (mercurio, plomo y cadmio). Analizados

4.1.1 Dioxinas, Furanos, Bifenilos policlorados (PCB's) y organoclorados extraíbles (EOX)

Los resultados de contaminantes orgánicos relativos a Dioxinas, Furanos, Bifenilos policlorados (PCB's) y organoclorados extraíbles (EOX) (Tabla 2), en tejido muscular de peces en el área de influencia de la Planta de pasta de celulosa (UPM) no presentaron evidencia

alguna de impacto sobre la biota acuática si se compara con valores alcanzados entre la línea de base (2007) y los años posteriores (2008 – 2009) a la entrada en funcionamiento de dicha industria. De igual forma, los resultados de muestras analizadas en el último año de monitoreo del 1er. Ciclo de operación (2010) se presentan alineados con los años anteriores, no evidenciando presencia significativa de los contaminantes mencionados.

Tabla 2 - Análisis de contaminantes ⁴ efectuados durante los años 2007 (LB), 2008, 2009 y 2010: Dioxinas, Furanos, Bifenilos policlorados (PCB'S) y EOX realizados en muestras de músculo en bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*), vieja de agua (*Paraloricaria vetula*), mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) y almeja asiática (*Corbicula fluminea*) como especies centinelas según localidades (Anglo, Aº Laureles y Aº Yaguareté).

Muestra	Localidad	Especie	Análisis		
			Dioxinas+Furanos TEQ ng/kg (*)	PCB's TEQ ug/kg (*)	EOX TEQ mg/kg
1TL01/0702	Aº Laureles	Bagre trompudo	0.30	-	2.5
2TL01/0701	Aº Laureles	Bagre trompudo	0.31	-	2.3
2TL02/0702	Aº Laureles	Bagre trompudo	0.29	-	< 1.5
2TY01/0702	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0.30	1.87	3.0
2TY02/0702	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0.29	2.74	< 1.5
2TY03/0702	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0.12	2.31	< 1.5
2VL01/0702	Aº Laureles	Vieja de agua	0.28	0.79	2.2
2VL02/0702	Aº Laureles	Vieja de agua	0.28	1.14	< 1.5
2VL03/0702	Aº Laureles	Vieja de agua	0.29	0.89	1.5
1VY01/0701	Aº Yaguareté	Vieja de agua	0.30	2.05	2.2
1VY02/0701	Aº Yaguareté	Vieja de agua	0.32	5.14	2.4
1VY03/0701	Aº Yaguareté	Vieja de agua	0.29	2.17	< 1.5
1VL01/0701 ⁵	Aº Laureles	Vieja de agua	-	-	< 1.5
2TY04/0702 ⁶	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	-	3.44	-
2VY01/0702 ⁷	Aº Yaguareté	Vieja de agua	-	-	< 1.5
1YM/0701	Aº Yaguareté	Mejillón dorado	0,19	1,05	4,2

⁴ Análisis enviados a Pacific Rim Laboratories (Canadá)

⁵ Solo se analizó EOX

⁶ Solo se analizó PCBs

⁷ Solo se analizó EOX

1TY/0801	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0,18	1,96	4,5
1TY/0802	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0,18	2,13	4,1
1TY/0803	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0,18	2,50	<1.5
1LT/0801	Aº Laureles	Bagre trompudo	0,18	1,56	2,0
1LT/0802	Aº Laureles	Bagre trompudo	0,21	1,75	4,1
1LT/0803	Aº Laureles	Bagre trompudo	0,20	1,61	<1.5
1VA/10M1	Anglo	Vieja de agua	0.23	0.13	< 20
1TL/09M1	Aº Laureles	Bagre trompudo	0,27	0,46	<1.5
1TY/09M2	Aº Yaguareté	Bagre trompudo	0,24	0,38	<1.5
1CORF/09	Aº Yaguareté	Almeja asiática	0,24	0,42	<1.5
1VY/10M2	Aº Yaguareté	Vieja de agua	0.32	0.21	< 20
1VL/10M3	Aº Laureles	Vieja de agua	0.22	0.14	< 20
1VA/10H1 ⁸	Anglo	Vieja de agua	0.33	12.29	< 20
1VY/10H2 ⁹	Aº Yaguareté	Vieja de agua	0.23	0.15	< 20
1VL/10H3 ¹⁰	Aº Laureles	Vieja de agua	0.26	0.22	< 20
2CORY/1001	Aº Yaguareté	Almeja asiática	0.22	0.14	< 20
2CORY/1002	Aº Yaguareté	Almeja asiática	0.22	0.13	< 20

(*)*Valor máximo del intervalo analítico*

En la Directiva de la Unión Europea Directiva 90/415/CEE del Consejo de 27 de julio de 1990 se hace referencia a AOX y EOX, se modifica el Anexo II de la Directiva 86/280/CEE relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los residuos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE. Los valores serán fijados por cada estado parte pero lo que si establece es que en ningún caso los valores pueden aumentar con el tiempo. En ese sentido al comparar los valores históricos obtenidos en las especies testigo en el área de influencia de la pastera podemos indicar que los valores permanecen hasta ahora en todos los casos menores a 20 mg/Kg, desde la línea de base del 2007 hasta la última medición en el 2010.

⁸ Tejido usado hígado

⁹ Tejido utilizado hígado

¹⁰ Tejido utilizado hígado

4.1.2 Metales pesados en tejidos de las especies de peces y bivalvos: mercurio, plomo y cadmio

Para analizar una posible contaminación por metales pesados se realizaron análisis de mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd) en músculo de peces y en cuerpo entero de almejas (Tabla 3). El resultado de los estudios de mercurio y plomo correspondientes a los dos años posteriores al inicio de la operativa de la planta (2008 y 2009) comparados con los valores registrados en la línea de base (2007) fueron muy inferiores a los límites establecidos y alineados con los históricos de la LB lo que estaría indicando que no existió afectación alguna en las comunidades de las especies referidas. Respecto al cadmio sólo se realizaron análisis en el último año, por lo que no existen valores comparativos con años anteriores. Considerando los resultados alcanzados de los tres metales mencionados se obtuvieron valores por debajo de los máximos permitidos para productos pesqueros para consumo humano según la reglamentación de la UE.

Tabla 3 - Análisis de mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd) en mix de músculo de las especies centinelas (bagre trompudo y vieja de agua) según localidades (Aº Laureles y Aº Yaguareté) - departamento de Río Negro- expresado en ppm¹¹, entre los años 2007 a 2010. Se incluye una muestra almeja asiática (bivalvo).

Año	Muestra	Hg mg/Kg	Pb mg/Kg)	Cd mg/Kg	Lugar	Especie
2007	2TY0705	0.014	- ¹²	- ¹³	Aº Yaguareté	Bagre Trompudo
	2VY0702	0.020	-	-	Aº Yaguareté	Vieja de agua
	2VL0704	< 0.010	-	-	Aº Laureles	Vieja de agua
	2TL0703	0.028	-	-	Aº Laureles	Bagre Trompudo
	1VY0704	0.021	-	-	Aº Yaguareté	Vieja de agua
	1TL0702	0.025	-	-	Aº Laureles	Bagre Trompudo
	1VL0702	0.013	-	-	Aº Laureles	Vieja de agua
2008	1TY/08M1	< 0,049	< 0,06	-	Aº Yaguareté	Bagre trompudo
	1VL/08M2	0,090	< 0,06	-	Aº Laureles	Vieja de agua
2009	1TL/09M1	0,063	< 0,09	-	Aº Laureles	Bagre trompudo
	1TY/09M1	0,045	< 0,09	-	Aº Yaguareté	Bagre trompudo

¹¹ Partes por millón

¹² Las condiciones climáticas existentes durante el desarrollo de la actividad impidieron tomar suficiente cantidad de muestras que permitiera realizar el análisis de plomo para el año 2007

¹³ Inicialmente en el Plan de monitoreo no estuvo acordado el análisis de Cd, el mismo se incluye para el año 2010

	1VL/09M2	0,090	< 0,09	-	Aº Laureles	Vieja de agua
	1VY/09M2	0,071	(¹⁴)	-	Aº Yaguareté	Vieja de agua
2010	1TA/10M2	< 0,070	0,083	<0,017	Anglo	Bagre trompudo
	1TY10M1	< 0,070	Nd (*)	Nd (*)	Aº Yaguareté	Bagre trompudo
	2CORY/10 03	< 0,070	Nd (*)	0,123	Aº Laureles	Almeja asiática ¹⁵
(*) Nd = no detectable (no se detectan concentraciones por debajo de los valores límites de detección del equipo)				Límite de detección Hg = 0,070 mg/Kg ¹⁶		
Limite de detección Cd = 0,009 mg/Kg (Concentración mínima en la cual se puede determinar el metal analizado)				Límite de detección Pb = 0,039 mg/Kg ¹⁷		

4.2 Análisis de contaminantes informados por UPM desde el 2005 al 2014

Se realizó el análisis de 14 informes producidos por UPM (A-Consult Ltd) resultado del monitoreo sobre la posible afectación en peces después de iniciada la operativa de la planta. Durante los años 2005, 2006 y 2007 se realizaron los estudios que conformaron la LB. El estudio en peces forma parte del programa de monitoreo ambiental que lleva a cabo UPM desde sus comienzos y que fuera aceptado por DINAMA. El plan de trabajo incluyó tres áreas geográficas, una río arriba (upstream) (Nuevo Berlín) identificada como A (zona de no afectación), otra en las inmediaciones de descarga del efluente (Aº Yaguareté) identificada como B (zona de posible afectación) y una tercera, aguas abajo de la Planta (downstream) (Balneario Las Cañas) identificada como C (zona de no afectación), todas ellas en relación al sitio de emplazamiento de la pastera. Durante el monitoreo la metodología utilizada fue similar a la aplicada en la definición de la LB.

¹⁴ No se realizó análisis de plomo en la muestra de Vieja de agua del Aº Yaguareté por no disponer de muestra suficiente.

¹⁵ Cuerpo entero de almeja

¹⁶ Límite de detección a partir de 2010

¹⁷ Límite de detección a partir de 2010

4.2.1 Compuestos ácidos resinosos, clorofenoles y fitoesteroles en bilis de bagre trompudo

Se estableció que los niveles de exposición de la biota al efluente de la fábrica de pasta de celulosa se analizarían en relación a compuestos conjugados tóxicos como compuestos fenólicos y ácidos resinosos en el líquido biliar de peces. Estos compuestos de bajo peso molecular, presentes en el agua, ingresarían a los peces a través de sus agallas o con el alimento.

Respecto a los ácidos resinosos, los mayores valores encontrados por encima de los observados durante la LB se registraron en diciembre de 2009, en las tres estaciones de monitoreo, incluyendo el área aguas arriba de la Planta (Nuevo Berlín), fuera del área de influencia de la pastera, manteniéndose posteriormente en el tiempo dentro de las variaciones observadas en la LB. Al parecer las variaciones en las concentraciones de ácido resinoso en bilis de bagre serían independientes a los sitios de monitoreo. Incluso se han encontrado valores altos de ácido resinoso en bilis donde los registros en agua fueron los más bajos.

A modo de ejemplo las concentraciones de los ácidos resinosos han variado dentro de niveles que en masas de agua de Escandinavia son consideradas naturales.

Las concentraciones de clorofenoles en bilis de bagre se mantuvieron dentro de las variaciones observadas en la LB, salvo en cuatro casos que no corresponden a áreas de influencia de la pastera (A y C). Además en el último monitoreo de 2014 los resultados de clorofenoles en bilis del bagre trompudo fueron bajos al igual que en agua.

En este grupo de compuestos los más abundantes fueron 2,4 diclorofenol; 2,4,6 triclorofenol y el 2,3,6 triclorofenol, lo cuales se hallarían en aguas ricas en humus como es el caso del río Uruguay y formados por la acción de microorganismos. No obstante, la concentración media de clorofenoles medidos en abril 2014 fue significativamente alta en referencia al área A (punto más al norte y de no afectación) comparada con los monitoreos previos.

En resumen, el análisis de ácidos resinosos y clorofenoles no presentaron un comportamiento dependiente de las áreas o estaciones de muestreo.

En relación a la determinación de fitoesteroles se encontraron concentraciones altas en bagres provenientes de Nuevo Berlín (A). El principal modo de ingreso de estos compuestos es a través del alimento.

Finalmente, los valores de concentración de los compuestos clorofenoles, ácidos resinosos y fitoesteroles estuvieron dentro de los límites de variación observados en la LB.

4.2.2 Dioxinas, furanos y PCBs en músculo de peces

Los valores encontrados de dioxinas, furanos y PCBs estuvieron por debajo de las recomendaciones internacionales. Las concentraciones de Dioxinas y PCBs expresadas en

concentración como WHO-TEQ pg/g peso fresco¹⁸ en diferentes especies de peces en Finlandia variaron entre 0,061 – 1,68 para dioxinas y 0,051 – 1,46 para PCBs. Los resultados de PCBs informados por UPM presentaron un rango de variación entre 0,080-0,16 pg/g y las dioxinas entre 0,077–0,13 pg/g. Todos los valores se encontraron dentro de los rangos de referencia de Finlandia.

Todas las muestras estudiadas presentaron valores de WHO-PCDD/F TEQ y WHO-PCDD/F-PCB-TEQ por debajo de los valores límite máximos establecidos en el Reglamento de la Unión Europea. La recomendación de la ingesta máxima diaria establecida por la UE es de 4 pg/g peso del cuerpo (4 pg WHO-PCDD/F-TEQ /g peso fresco). Las concentraciones de dioxinas presentaron los mismos bajos niveles, como el observado previamente durante la LB en peces y durante el período 2005 al 2012. En todos los estudios las concentraciones de dioxinas han estado muy por debajo de los valores límites recomendados.

Durante este estudio no fueron halladas diferencias significativas entre las concentraciones de dioxinas en músculo del bagre ni entre las áreas de monitoreo.

Respecto a los PCBs, los valores reportados en las muestras han sido bajos e incluso inferiores a los valores guía de acuerdo al Informe sobre Evaluación Regional sobre Sustancias Tóxicas Persistentes en la región oriental y occidental de América del Sur (UNEP2002). La concentración del PCB más tóxico 2378-TCDD fue de 0,01 pg/g de peso fresco en todas las áreas. La suma de los congéneres de PCBs (PCBs totales) osciló entre 2,3 y 4,2 ng/g de peso fresco, registrándose el valor más bajo en el área B, área de influencia del efluente de UPM. En los estudios de la LB de 2005 a 2007 los niveles de exposición de los peces (concentración de PCBs) en las tres áreas fueron similares.

4.2.3 Organoclorados EOX en bivalvos

Se analizaron compuestos organoclorados medidos a través de halógenos orgánicos extraíbles (Extractable Organic Halogens) (EOX) en el mejillón dorado *Limnoperna fortunei*.

Las concentraciones determinadas en estos compuestos durante el período que se analiza, fueron en general similares en todas las áreas, observándose algún valor algo mayor en la localidad B. Los valores medidos en el mejillón estuvieron siempre por debajo del límite de detección.

4.3 Conclusiones de los análisis comparativos de contaminantes UPM-DINARA

1. Los resultados del monitoreo de contaminantes orgánicos, Dioxinas, Furanos, PCB's y EOX obtenidos en tejido de peces y bivalvos desarrollados por la DINARA entre 2006 y 2010 no evidenciaron valores que indiquen una posible afectación sobre la biota acuática en el área de estudio.
2. Las concentraciones de AOX, compuestos clorofenoles, ácidos resinosos, fitoesteroles y dioxinas en agua pueden considerarse que fueron bajas.

¹⁸ Peso fresco de músculo de pez

3. Los valores de clorofenoles, ácidos resinosos y fitoesteroles en bilis de pez, presentados en los informes de UPM, mostraron gran variación de las concentraciones entre diferentes especies de peces capturados en el mismo momento y lugar. Estas diferencias podrían estar relacionadas con los hábitos alimenticios y de vida de cada especie. No obstante, estos resultados no permiten inferir sobre la afectación en la biota dada la variabilidad observada.
4. En general, para todo el período, las concentraciones de clorofenoles pueden ser consideradas bajas, advirtiéndose correspondencia entre los valores obtenidos durante la LB y los monitoreos posteriores. Las variaciones observadas pueden ser consideradas de origen natural.
5. Los resultados de dioxinas y PCBs analizados en músculo de bagre trompudo indicaron concentraciones significativamente por debajo de las recomendadas en los niveles guía.
6. Los resultados de la concentración de metales pesados como mercurio y plomo fueron bajos y alineados con los obtenidos por DINARA en la LB y durante los tres años de seguimiento luego del inicio de operativa de la planta. Dichos valores estuvieron significativamente por debajo de los recomendados para consumo humano.
7. Los resultados de los análisis de contaminantes orgánicos, Dioxinas, Furanos, PCB's y EOX obtenidos en tejido de peces y bivalvos no presentaron valores significativos que evidencien un posible impacto sobre las comunidades de peces y bivalvos centinelas en la zona de influencia.
8. Las concentraciones de mercurio y plomo encontradas en tejido de peces y en la almeja asiática, durante el período 2007 – 2009, revelaron valores muy inferiores a los límites establecidos, pudiendo interpretarse que no existiría afectación alguna en las especies mencionadas.
9. Los valores de cadmio son los primeros obtenidos por DINARA al final del monitoreo (2009), por lo que no se contó con valores comparativos. Sin embargo, podemos señalar que el valor hallado estuvo por debajo del valor límite establecido por las normativas vigentes en la materia.

5 RECOMENDACIONES GENERALES A TODO EL INFORME

La DINARA entiende que dada la continuidad de los monitoreos por parte de UPM, sería de importancia mantener instancias de intercambio entre técnicos de DINAMA, DINARA y UPM a fin de acordar aspectos metodológicos que permitan completar y mejorar la información recabada hasta la actualidad y cubrir vacíos de información para obtener resultados conforme a los objetivos establecidos.

Asimismo se estima conveniente solicitar a UPM la remisión de los informes producidos de cada monitoreo, de manera de disponer de los resultados actualizados para el seguimiento del estado de la biota acuática en las adyacencias de la planta.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addison, R.F. 1984. Hepatic mixed functions oxidase induction in fish as possible biological monitoring system, p. 51-60. *In* P. Hodson & J. Niragu (eds.). Contaminant effects on fisheries. Wiley, Nueva York, EEUU.

Arcand, L. & C. Metcalfe. 1999. Biomarkers of exposure of brown bullheads to contaminants in the lower great lakes, North America. *Env. Toxicol. Chem.* 18: 740-749.

BOTNIA S.A. 2005. A baseline study on concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay – PART I. June 2005. 18 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2005. Studies on fish community and species diversity in Río Uruguay prior to the planned BOTNIA pulp mill, June 2005. 14 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2005. A baseline study on concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay – PART II. December 2005. 14 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2005. Studies on fish community and species diversity in Río Uruguay prior to the planned BOTNIA pulp mill, Second test fishing period, December 2005. 15 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2006. Studies on fish community and species diversity in Río Uruguay prior to the planned BOTNIA pulp mill, Third test fishing period May 2006. 17 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2006. A baseline study on concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay – PART III. November 2006. 27 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2006. Studies on fish community and species diversity in Río Uruguay prior to the planned BOTNIA pulp mill, Fourth test fishing period, November 2006. 24 pp. Uruguay

BOTNIA S.A. 2007. A baseline study on concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay – PART IV. April 2007. 21 pp. Uruguay

- BOTNIA S.A.** 2007. Analysis of Mercury (Hg) and Lead (Pb) in fish muscle. Complementary studies during the fifth test fishing period in April 2007. 6 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2007. Studies on fish community and species diversity in Río Uruguay prior to the planned BOTNIA pulp mill, Fifth test fishing period, April 2007. 21 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2007. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, December 2007. 26 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2007. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, December 2007. 24 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2008. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, April 2008. 25 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2008. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, April 2008. 26 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2008. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, December 2008. 26 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2008. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, December 2008. 28 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2009. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, April 2009. 29 pp. Uruguay
- BOTNIA S.A.** 2009. fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of BOTNIA pulp mill, April 2009. 28 pp. Uruguay
- Burns, J.R.** 1985 The effect of low latitude photoperiods on the reproduction of female and male *Poeciliopsis gracillis* and *Poecillia sphenops*. *Copeia* 4: 961-965.
- CARU**, 2013. INFORME BIENAL 2012-2013. Áreas de cría de peces en los tramos medio y bajo del río Uruguay: abundancia y diversidad de juveniles (2012-2014), 160-172 pp.
- DINARA**, 2008. Diagnóstico del Estado de los Recursos Pesqueros del Lago Artificial de Palmar. 76 pp.
- DINARA**, 2008. Mónica Spinetti, Rosanna Foti, Martina Viera y Horacio Giudice. Informe de la Línea de Base del monitoreo de la fauna íctica en el área de la planta de celulosa (Fray Bentos – Río Negro). 27 pp.

DINARA, 2008. Mónica Spinetti, Rosanna Foti, Martina Viera y Horacio Giudice. Informe del monitoreo de la fauna íctica en el área de la planta de celulosa (Fray Bentos - Río Negro) correspondiente al año 2008. 15pp.

DINARA, 2008. Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabrizio Scarabino. Relevamiento de fauna bentónica del área de influencia de la planta de celulosa de Botnia: campaña 2008. 19 pp.

DINARA, 2009. Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabrizio Scarabino. Relevamiento de fauna bentónica del área de influencia de la planta de celulosa de Botnia: campaña 2009. 19 pp.

DINARA, 2009. Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabrizio Scarabino. Informe del monitoreo de la fauna bentónica en el área de la planta de celulosa de UPM - BOTNIA: 2do. año de operativa (2009). 17 pp.

DINARA, 2009. Horacio Giudice. Análisis de contaminantes en biota acuática en el área de la planta de celulosa de BOTNIA: dioxinas, furanos, pcb's, eox, mercurio y plomo. 3 pp.

DINARA, 2009. Mónica Spinetti; Rosanna Foti y Martina Viera. Informe del monitoreo de la fauna íctica en el área de la planta de celulosa de Botnia: 2do. año de operativa (2009). 19 pp.

DINARA, 2010. Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabrizio Scarabino. Relevamiento de fauna bentónica del área de influencia de la planta de celulosa de BOTNIA: campaña 2010. 19 pp.

DINARA, 2011. Cristhian Clavijo, Gastón Martínez y Fabrizio Scarabino. Informe conjunto campañas 2008-2010 de relevamiento de fauna bentónica en las adyacencias de la planta de celulosa UPM – BOTNIA. 39 pp.

DINARA, 2011. Mónica Spinetti; Rosanna Foti y Martina Viera. Informe del monitoreo de la fauna íctica en el área de la planta de celulosa de UPM (ex BOTNIA): 3er. año de operativa (2010). 22 pp.

DINARA, 2011. Horacio Giudice y Alfredo Pereira. Informe del monitoreo de contaminantes (dioxinas, furanos, pcb's, eox y metales pesados) en biota acuática en el área de la planta de celulosa de UPM: 3er. año de operativa (2010). 6 pp.

Duponchelle F., Cecchi P., Corbin D., Nuñez J. & M. Legendre, 1999. Spawning season variations of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Env. Biol. Fish.*, 56: 377-389.

Granado, C., 1996. Ecología de peces. Universidad de Sevilla. ISBN 84-472-0242-9. 187-197 pp.

Kime, D.E. 1998. Disruption of liver function, p. 201-246. *In* D. Kime. Endocrine disruption in fish. Kluwer, Boston, Dordrecht, London, Inglaterra.

Nikolsky, G. V. 1963. *The Ecology of Fishes*. Academy press, London and New York. 352 pp.

Porter, C.M & D.M. Janz. 2003. Treated municipal sewage discharge affects multiple levels on biological organization in fish. *Ecotox. Env. Saf.* 54: 109-206.

Toft, G., E. Baatrup & L. Guillette, Jr. 2004. Altered social behavior and sexual characteristics in *Gambusia halbrooki* living downstream of a paper mill. *Aquat. Toxicol.* 70: 213-222.

Toft, G., T. Edwards, E. Baatrup & L. Guillette, Jr. 2003. Disturbed sexual characteristics in male *Gambusia halbrooki* from a lake contaminated with endocrine disruptors. *Env. Health Persp.* 3: 695-701.

Tricklebank, K., M. Kingsford & H. Rose. 2002. Organochloride pesticide and hexachlorobenzene along central coast of New South Wales: multiscale distributions using *Parma microlepis* as an indicator. *Env. Pol.* 116: 319-335.

UPM S.A. 2009 Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2009. 31 pp. Uruguay

UPM S.A. 2009. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2009. 29 pp. Uruguay

UPM S.A. 2010 Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2010. 32 pp. Uruguay

UPM S.A. 2010. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2010. 28 pp. Uruguay

UPM S.A. 2010. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2010. 33 pp. Uruguay

UPM S.A. 2010. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2010. 28 pp. Uruguay

UPM S.A. 2011. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill. April 2011. 33 pp. Uruguay

UPM S.A. 2011. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2011. 30 pp. Uruguay

UPM S.A. 2011. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2011. 33 pp. Uruguay

UPM S.A. 2011. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2011. 30 pp. Uruguay

UPM S.A. 2012. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2012. 33 pp. Uruguay

UPM S.A. 2012. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2012. 31 pp. Uruguay

UPM S.A. 2012. Concentrations of resin acids, chlorinated phenols and plant sterols in fish from Río Uruguay Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2012. 28 pp. Uruguay

UPM S.A. 2012. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, November-December 2012. 28 pp. Uruguay

UPM S.A. 2013. Fish exposure studies Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill. April 2013. 31 pp. Uruguay

UPM S.A. 2013. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2013. 32 pp. Uruguay

UPM S.A. 2013. Fish exposure studies Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2013. 30 pp. Uruguay

UPM S.A. 2013. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, December 2013. 31 pp. Uruguay

UPM S.A.2014. Fish exposure studies Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2014. 30 pp. Uruguay

UPM S.A. 2014. Fish community and species diversity in Río Uruguay. Monitoring studies in the recipient of UPM pulp mill, April 2014. 31 pp. Uruguay