



# CALIDAD DE AGUAS DEL RÍO URUGUAY

2019



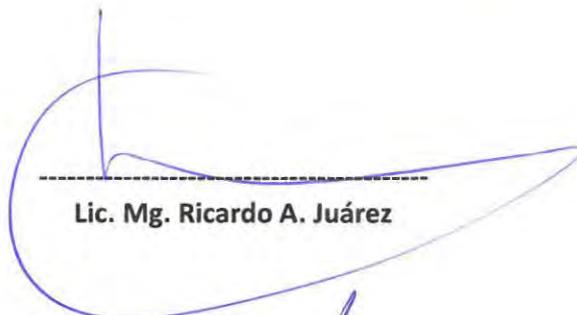


Plan de Monitoreo Integral del Río Uruguay para todo el tramo compartido.  
Subprograma 1: Monitoreo de la calidad de agua, sedimento y biota en el río Uruguay.  
Informe diciembre de 2018 a diciembre de 2019.

El presente informe ha sido elaborado por los actuales integrantes del Comité Científico (Iván González, Ricardo Juárez, Eugenio Lorenzo y Emilio Menvielle). De todo el proceso previo que se desarrolló (incluidas la preparación y la ejecución de los monitoreos, el acondicionamiento y procesamiento de las muestras, y la compilación y almacenamiento de resultados) ha participado activamente personal de diversas áreas de CARU, incluidas las Secretarías Técnica y Administrativa, los órganos subsidiarios Puente Gral. Artigas y Puente Libertador General San Martín, y especialmente, el Equipo de Apoyo del Comité Científico.



Dr. Iván González Bergonzoni



Lic. Mg. Ricardo A. Juárez



Ing. Eugenio Lorenzo



M.Sc. Emilio Menvielle

**Citar como:**

**Comité Científico CARU. 2021. Plan de Monitoreo Integral del Río Uruguay para todo el tramo compartido. Subprograma 1: Monitoreo de la calidad de agua, sedimento y biota en el río Uruguay. Informe diciembre de 2018 a diciembre de 2019. 441 páginas. Comisión Administradora del Río Uruguay.**

[www.caru.org.uy](http://www.caru.org.uy)





## Resumen Ejecutivo

El presente informe se enfoca principalmente en los resultados obtenidos durante los muestreos realizados desde diciembre de 2018 a diciembre de 2019 en el marco del subprograma 1 del Plan de Monitoreo Integral del Río Uruguay para todo el tramo compartido, e incluye 7 muestreos de agua, dos muestreos de sedimento y fitoplancton y tres muestreos de bentos en el río Uruguay. Adicionalmente, en varios análisis específicos el presente informe recopila información obtenida desde el inicio del subprograma en el mes de junio del año 2018.

Este subprograma ha permitido caracterizar la calidad de agua del río Uruguay en nueve sectores distribuidos a lo largo del río desde el ingreso al tramo compartido en el sector Monte Caseros–Bella Unión al norte hasta La Concordia en el sur. En cada sector se ha tomado muestras en el centro del río y sobre ambas márgenes para la matriz agua, y únicamente sobre ambas márgenes para las matrices biota y sedimento, relevando hasta un total de 28 sitios de muestreo en cada campaña de monitoreo.

El monitoreo de la matriz agua se realizó con frecuencia bimestral, tomando mediciones in situ y muestras de agua, mientras que la toma de muestras de sedimento y de fitoplancton fueron de frecuencia semestral y el muestreo de bentos se realizó en tres instancias distribuidas en el lapso informado. Se relevaron un total de 181 parámetros de calidad de agua, de los cuales 125 han sido detectados en alguna ocasión, mientras que los restantes 56 parámetros no registraron niveles detectables en agua. En el caso de la matriz sedimento se relevaron 95 parámetros, de los cuales 47 han sido detectados en alguna ocasión y los restantes 48 parámetros no fueron nunca detectados. En biota, los parámetros relevados estuvieron orientados a la determinación de la diversidad taxonómica, abundancia y biomasa de fitoplancton, y a la riqueza, equitatividad, dominancia y diversidad de especies tolerantes y sensibles de macroinvertebrados bentónicos.

Para cada parámetro relevado en la matriz agua se reportaron y cotejaron los valores obtenidos con los niveles de cumplimiento de la normativa establecida el Digesto de CARU. Se realizaron además análisis estadísticos univariados (ANOVA) y multivariados (PERMANOVA), comparando diferencias entre sitios y entre meses de muestreo, utilizando para ello los parámetros con frecuencia de detección superior al 10%, a los fines de establecer posibles patrones espacio-temporales. Adicionalmente se elaboraron análisis específicos sobre la presencia de plaguicidas en agua, combinando análisis univariados y multivariados para establecer patrones espacio-temporales de las concentraciones de estos compuestos, estableciendo también la evolución temporal de sus frecuencias de detección, y cotejando las concentraciones halladas con niveles de riesgo toxicológicos reportados en bases de datos internacionales. Se cuantificó además el flujo másico, es decir las cargas (en toneladas por día) de algunos compuestos transportados por el río. Finalmente, para sintetizar la información sobre el estado del río se elaboró un índice de calidad de agua, a partir de una readecuación del índice



internacional “Water Quality Index” sobre la base de 16 parámetros representativos de diferentes familias de contaminantes presentes en el río, que resume la calidad de agua en categorías que van desde “pobre” a “excelente”.

De forma similar se procedió para el análisis de los resultados en la matriz sedimento, reportando los valores de concentración obtenidos por masa total de la muestra seca y también relativos al porcentaje de material de granulometría fina en la muestra, cotejándolos con los niveles establecidos en normativas de referencia internacionales (debido a que la normativa CARU vigente al momento de estos muestreos no contempla la matriz sedimento).

Para la matriz biota, por ser este el primer año de implementación del muestreo de esta matriz y poseer por ello aún un limitado número de muestras, el informe se limita a reportar la densidad relativa y la riqueza de taxa y grupos taxonómicos identificados en cada sitio de muestreo, tanto para el fitoplancton como para el bentos.

Se encontró que nueve parámetros medidos en agua incumplen la normativa de CARU (hierro, fenoles, cobre, zinc, cromo VI, enterococos, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y aceites y grasas), así como otros cinco parámetros en la matriz sedimento superan valores de referencia internacional (cromo, cobre, fenantreno, fluoreno y furanos). De entre éstos, aquellos característicos de contaminación microbiológica (enterococos, coliformes fecales y *Escherichia coli*) provienen fundamentalmente de los efluentes urbanos de las principales ciudades localizadas en las márgenes del río, presentando incumplimientos en sitios localizados aguas abajo de Concordia, Salto, Paysandú y Concepción del Uruguay. Además, los incumplimientos para cromo VI y zinc son tales que podrían causar consecuencias negativas para la biota, ya que las concentraciones en agua superan los valores de toxicidad reportados para invertebrados y peces.

Algunos sitios destacan por poseer mayor número de incumplimientos normativos en ambas matrices (agua y sedimento), lo que resultaría indicativo de una calidad de agua inferior a la hallada en el resto del río. Esto puede ser atribuido a factores como el vertido de efluentes de ciudades localizadas inmediatamente aguas arriba (por ejemplo en los sitios localizados aguas abajo de Concordia y de Paysandú), o bien al hecho de estar localizados aguas abajo de tributarios de porte que descargan al río Uruguay, como son los casos por ejemplo del sitio Punta las Rosas margen derecha (localizado aguas abajo de la desembocadura del río Gualeguaychú) o del sitio La Concordia margen izquierda (localizado aguas debajo de la desembocadura del río Negro).

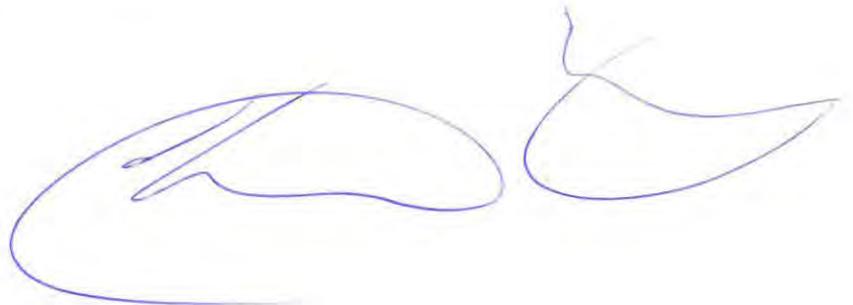
Notoriamente se detectan en el río compuestos a concentraciones tales que degradan la calidad de las aguas, siendo los mismos tanto de origen puntual (originados en vertidos industriales y urbanos, como los contaminantes microbiológicos antes mencionados) como de origen difuso (originados en actividades agropecuarias dispersas en toda la cuenca, como por ejemplo los plaguicidas o el fósforo). De los compuestos de origen difuso los plaguicidas son determinantes críticos de la calidad de agua, ya que de los 52 compuestos detectados en el río Uruguay 12 de ellos son detectados

frecuentemente, y a su vez existen 11 compuestos que son detectados con frecuencia variable, pero en concentraciones mayores a límites de toxicidad reportados, pudiendo causar mortandades o generar zonas en el río que resulten evitadas por la biota.

A partir de la cuantificación realizada de las cargas que atraviesan cada sector de muestreo, se pudo tener -para algunos de los compuestos de mayor interés- el valor de masa diaria que ingresa al tramo compartido y su evolución aguas abajo, notando en algunos casos una elevada cantidad de sólidos en suspensión y de metales (como hierro y aluminio) en los sitios localizados al norte del tramo, y un leve aumento en la carga de nutrientes (como el fósforo) y de metales (como el bario) en los sectores ubicados en los tramos inferiores del río.

De la aplicación del índice de calidad de agua elaborado surge que para el año 2019 la mayoría de los sitios muestreados presentan un estado de calidad “buena”, a excepción de los sitios Belén centro, Puerto Yerúa centro y Puerto Yerúa margen derecha (con un estado de calidad “aceptable”), y Monte Caseros-Bella Unión centro, donde el estado de calidad de agua resultó “marginal”. Igualmente se observa la alta dependencia que tienen los resultados del índice respecto de los parámetros adoptados para su conformación y de los niveles empleados como referencia normativa. En tal sentido, la interpretación de los resultados del índice nunca debe realizarse desacoplada del análisis más general que involucra a la totalidad de los parámetros objeto de esta actividad de monitoreo.

Mantener la continuidad de una actividad como la aquí informada resulta clave para la vigilancia continua del estado general de calidad del río, en tanto la información obtenida permitirá además diseñar acciones puntuales de remediación o mitigación de situaciones problemáticas, así como evaluar el efecto de la implementación de medidas de manejo ambiental por parte de los Estados Parte.





## ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	5
GLOSARIO DE SIGLAS:.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	15
CAPÍTULO II: GENERALIDADES.....	17
2.1. OBJETIVOS DEL PROGRAMA.....	17
2.2. ÁREA DE ESTUDIO .....	18
2.3. METODOLOGÍA GENERAL .....	25
CAPÍTULO III: AGUA .....	31
3.1. METODOLOGÍA ESPECÍFICA .....	31
3.2. RESULTADOS .....	40
3.2.1. Parámetros de detección frecuente.....	41
3.2.2. Parámetros normados con baja frecuencia de detección.....	213
3.2.3. Otros parámetros con baja frecuencia de detección .....	234
3.2.4. Parámetros no detectados .....	245
3.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO.....	246
3.3.1. ACP aplicado a todo el conjunto de parámetros muestreados.....	246
3.3.2. ACP aplicado un subconjunto de parámetros que maximiza la varianza explicada....	247
3.3.3. Aplicado a otros subconjuntos de parámetros.....	252
3.3.4. Correlaciones entre parámetros.....	254
3.3.5. Conclusiones específicas respecto al análisis multivariado.....	256
3.4. PRESENCIA DE PLAGUICIDAS .....	258
3.4.1. Variación en la concentración de plaguicidas de frecuente detección .....	258
3.4.2. Análisis multivariado .....	270
3.4.3. Evolución de las frecuencias de detección de plaguicidas en el periodo junio 2018 a diciembre 2019 .....	275
3.4.4. Evolución de plaguicidas con niveles de concentración de riesgo para la biota del tramo compartido del río Uruguay en el periodo junio 2018 a diciembre 2019 .....	277
3.4.5. Conclusiones específicas de plaguicidas.....	283
3.5. FLUJO MÁSIICO DE COMPUESTOS SELECCIONADOS .....	285
3.5.1. Metodología para el cálculo .....	285
3.5.2. Resultados por parámetro.....	289
3.5.3. Comentarios finales.....	301



<b>3.6. APLICACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA EL RÍO URUGUAY EN EL TRAMO COMPARTIDO ENTRE ARGENTINA Y URUGUAY</b> .....	304
3.6.1. Resultados anuales 2018 y 2019 .....	306
3.6.2. Resultados para el periodo 06-18 al 12-19.....	308
<b>3.7. CONCLUSIONES FINALES DE LA MATRIZ AGUA</b> .....	317
<b>CAPÍTULO IV: SEDIMENTO</b> .....	327
<b>4.1. METODOLOGÍA ESPECÍFICA</b> .....	327
4.1.1. Parámetros (C/LD y LC).....	328
4.1.2. Normativa de aplicación.....	330
4.1.3. Presentación de resultados .....	330
<b>4.2. RESULTADOS POR PARÁMETRO</b> .....	333
4.2.1. Parámetros de detección frecuente.....	334
4.2.2. Parámetros con baja frecuencia de detección .....	366
4.2.3. Parámetros no detectados .....	375
<b>4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO Y MULTIVARIADO (2018-2019)</b> .....	376
<b>4.4. ANÁLISIS MULTIVARIADO</b> .....	387
<b>4.5. CONCLUSIONES FINALES DE LA MATRIZ</b> .....	390
<b>CAPÍTULO V: BIOTA</b> .....	393
<b>5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS COMUNES</b> .....	394
5.1.1. Parámetros y laboratorios .....	394
5.1.2. Normativa de aplicación.....	394
<b>5.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS</b> .....	396
5.2.1. Metodología específica.....	396
5.2.2. Resultados .....	399
5.2.3. Conclusiones específicas sobre invertebrados bentónicos .....	408
<b>5.3. FITOPLANCTON</b> .....	410
5.3.1. Metodología específica.....	410
5.3.2. Resultados .....	410
5.3.3. Conclusiones específicas sobre fitoplancton.....	427
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES</b> .....	429
<b>6.1. CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL RÍO URUGUAY</b> .....	429
<b>6.2. RECOMENDACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD DE MONITOREO</b> .....	434
<b>�ndice de parámetros</b> .....	437



## GLOSARIO DE SIGLAS:

### Del Organismo:

- CARU: Comisión Administradora del Río Uruguay.
- Digesto: Digesto sobre usos y aprovechamiento del río Uruguay.
- SET: Secretaría Técnica de CARU.
- CC: Comité Científico de CARU.
- RA: República Argentina.
- ROU: República Oriental del Uruguay.

### Analíticas:

- LC: Límite de cuantificación.
- LD: Límite de detección.
- ND: No detectado.
- NA: No analizado.
- NTK: Nitrógeno total de Kjeldahl.
- DBO<sub>5</sub>: Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días.
- DQO: Demanda química de oxígeno.
- SAAM: Sustancias activas al azul de metileno.
- COT: Carbono orgánico total.
- COD: Carbono orgánico disuelto
- µg: microgramo.
- mg: miligramo.
- ng: nanogramo.
- L: litro.
- Kg: kilogramo.
- m<sup>3</sup>: metro cúbico.
- s: segundo.
- Bq: Becquerel.
- FNU: Unidad Nefelométrica de Formacina.
- PtCO.: Platino/Cobalto.



- UFC: Unidades formadoras de colonias.
- WHO-TEQs: Equivalentes tóxicos.

Tratamiento estadístico:

- ANOVA: Análisis de varianza.
- ACP: Análisis de componentes principales.
- PERMANOVA: Análisis de varianza multivariante permutacional.
- CCMEWQI: Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index.

Sitios y sectores de monitoreo:

- MCBU: Monte Caseros – Bella Unión.
- BE: Belén.
- VR: Aguas abajo del vertedero de la represa Salto Grande.
- PY: Puerto Yerúa.
- LI: Liebig.
- CB: Casablanca.
- NB: Nuevo Berlín.
- PR: Punta las Rosas.
- LC: La Concordia.
- MD: Margen derecha.
- MI: Margen izquierda.
- C: Centro.
- CI: Centro izquierda.
- CD: Centro derecha.



### **Aclaraciones sobre la presentación de resultados**

En las tablas de datos se destacan en color naranja aquellos parámetros que incumplen la normativa del Digesto de CARU.

Los resultados de las determinaciones realizadas sobre parámetros de calidad de agua y sedimento se presentan tal como fueron enviados por el correspondiente laboratorio analítico, con sus respectivos símbolos y valores de detección y cuantificación. Se hace notar que para algunos parámetros los límites de detección y cuantificación variaron en el tiempo. Para aquellos parámetros en lo que se dispone de análisis de parte de más de un laboratorio, se reportan en este informe los resultados analíticos que permiten conformar una serie temporal continua más completa y con los límites de detección más bajos.

Sólo se representaron gráficamente y fueron incluidos en los análisis estadísticos aquellos parámetros que fueron detectados en más del 10% de las muestras. Sin embargo, fueron explorados todos los parámetros que fueron detectados, ya que muchos de ellos (especialmente los plaguicidas) aparecen en pocos sitios o en pocas muestras, pero su aparición y sus valores de concentración representan un riesgo para la biota del río.

Para el cálculo de los estadísticos de cada parámetro de calidad de agua se ha utilizado el siguiente criterio: para todos aquellos casos en los que el valor informado por el laboratorio -debido a la técnica analítica utilizada- resulta ser "menor que" un cierto límite de detección o cuantificación (según sea el caso), se ha tomado un valor numérico igual a dicho límite (a modo de ejemplo cuando se informó menor que 0,02 mg/L, se ha tomado 0,02 mg/L como valor a los efectos del cálculo). A los fines de la representación gráfica se ha seguido el mismo criterio.

Para el caso de los sedimentos, en las tablas se presentan los valores promedio de las muestras y sus respectivas réplicas, incluyendo una corrección granulométrica para determinados parámetros.



## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) es un organismo internacional integrado por la República Argentina y la República Oriental del Uruguay, concebido como concreción de la voluntad de ambos Estados de institucionalizar un sistema de administración global del río Uruguay en el tramo que comparten.

El Comité Científico de la CARU (CC) es un órgano subsidiario de la Comisión creado a partir del Acuerdo Presidencial de Olivos suscripto en julio de 2010 y las Notas Reversales intercambiadas por los Cancilleres en Montevideo en agosto de 2010, que tiene por cometido monitorear el río Uruguay y todos los establecimientos industriales, agrícolas y centros urbanos que vuelcan sus efluentes al río Uruguay y sus áreas de influencia y para lo cual se le ha asignado la Dirección Técnica de los monitoreos que CARU realiza.

El Comité está integrado por cuatro miembros (dos argentinos y dos uruguayos) que son los autores del presente reporte, y cuenta para el desarrollo de sus cometidos con un equipo de apoyo (EAC) conformado por 8 técnicos y otros 4 funcionarios de soporte a los que se suman becarios que realizan pasantías de 6 meses a medio tiempo en el Comité. También se dispone del apoyo de las Secretarías Técnica y Administrativa de CARU para aspectos específicos de la ejecución de campañas de monitoreo, de la logística de traslados de personal y de muestras y para apoyo en actividades administrativas y de gestión de los servicios analíticos y de otros proveedores del CC.

El Programa de Monitoreo Integral del Río Uruguay que CARU tiene definido para Control y Prevención de la Contaminación implica un trabajo combinado de evaluaciones del estado de situación del ecosistema, la determinación de las cantidades y evolución a lo largo del curso de los principales materiales alóctonos que acceden al río, el estudio de la acumulación de sustancias tóxicas en los sedimentos del río y el seguimiento de organismos o grupos de organismos que representen grupos conocidos y establecidos como bioindicadores de calidad de agua. En ese contexto el CC viene implementando el denominado Subprograma 1 que comprende el monitoreo de la calidad del agua, sedimento y biota en el tramo compartido del río Uruguay.

El presente reporte compendia los resultados de las acciones de monitoreo desarrolladas en las tres matrices antedichas durante el año 2019 en el marco de ese Subprograma 1 (más una campaña realizada en diciembre de 2018), y analiza la información obtenida en conjunto con la ya disponible de los primeros seis meses de monitoreo ejecutados durante 2018 (que fueron informadas en el reporte emitido en noviembre de 2019).

La actividad de monitoreo de calidad de agua ha implicado el relevamiento de 181 parámetros diferentes en el transcurso de siete campañas de monitoreo desarrolladas con frecuencia bimestral, sobre la base del cual se ha realizado la comparación contra la normativa establecida en el Digesto de CARU, análisis estadísticos univariados y multivariados (incluidos análisis de correlación y de componentes principales), y un análisis de riesgo toxicológico para los plaguicidas detectados en el río. Como síntesis de





información para esta matriz se calculó un índice de calidad de agua, a partir de una readecuación del índice WQI ya utilizado en el informe del período 2018.

En cuanto a sedimentos, se han relevado 95 parámetros de calidad en dos campañas de monitoreo de periodicidad semestral y comparado los resultados obtenidos con normativa de referencia internacional, así como también se han efectuado análisis estadísticos univariados y multivariados similares a los de la matriz agua. Para los compuestos orgánicos se ha realizado además una corrección granulométrica de los resultados analíticos, a fin de cuantificar la presencia de estos compuestos en la fracción fina.

Para el caso de la matriz biota los parámetros relevados estuvieron orientados a la determinación de la diversidad y biomasa de fitoplancton (a partir de dos campañas con frecuencia semestral), y a la riqueza, equitatividad, dominancia, diversidad y presencia/ausencia de especies tolerantes y sensibles de macroinvertebrados bentónicos (con datos resultantes de tres campañas de monitoreo en este período).

El informe se encuentra estructurado en seis capítulos, iniciando con este capítulo introductorio y un capítulo donde se abordan aspectos generales acerca de las actividades de monitoreo desarrolladas, luego tres capítulos dedicados a la presentación de resultados de los monitoreos de las matrices específicas (agua, sedimento y biota) utilizando herramientas de representación gráfica y de análisis estadístico, y por último un capítulo final en el que se integran las conclusiones de la actividad para todo el período reportado y en comparación con los resultados del período anterior (junio a noviembre de 2018).

## CAPÍTULO II: GENERALIDADES

### 2.1. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El Subprograma 1 del Plan de Monitoreo Integral del río Uruguay, que se denomina "Monitoreo de la calidad del agua, sedimento y biota en el río Uruguay", tiene según el documento aprobado por CARU que lo define un objetivo general y cuatro objetivos específicos; a saber:

#### Objetivo general

Realizar un diagnóstico continuo del estado dinámico de calidad de agua del río Uruguay, a través del seguimiento de las matrices agua, sedimento y biota, relevando la respuesta del río a medida que recibe los distintos aportes desde las márgenes, en su evolución desde el inicio del tramo compartido hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

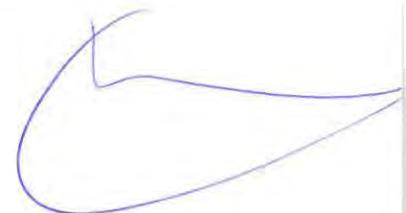
#### Objetivos específicos

Caracterizar la calidad de las aguas del río Uruguay en todo el tramo compartido por Argentina y Uruguay, identificando similitudes y diferencias entre cada uno de los sectores objeto de estudio.

Relevar la evolución, a lo largo del río, del flujo másico de distintos compuestos de relevancia ambiental.

Caracterizar la calidad del sedimento que se deposita sobre los laterales del río Uruguay.

Caracterizar la matriz biota a lo largo de todo el tramo compartido, utilizando inicialmente como indicadores organismos del bentos y del fitoplancton.





## 2.2. ÁREA DE ESTUDIO

El Subprograma 1 contempla la caracterización del río en nueve sectores de muestreo (se entiende por sector a una transecta transversal al flujo que comprende tres sitios de muestreo, dos sobre los laterales o márgenes y uno en la zona del canal principal) de forma aproximadamente equidistribuida a lo largo de todo el tramo compartido, atendiendo además a particularidades tales como la presencia de la represa Salto Grande y de los grandes centros urbanos que descargan efluentes en el río, y también las desembocaduras de los mayores afluentes de cada margen. La selección de cada sector de muestreo se ha realizado de forma tal que la sección (y por ende el muestreo a realizar) no se vea significativamente afectada por descargas próximas situadas aguas arriba y que la muestra que se colecte resulte representativa de las condiciones de calidad del río Uruguay en ese sector.

Por cuestiones operativas, a los efectos de la implementación del monitoreo, los sectores de muestreo se dividieron en tres zonas. La zona Norte, desde el ingreso al tramo compartido hasta la zona de Puerto Yerúa; la zona centro, correspondiente al tramo comprendido entre las localidades de Liebig y Nuevo Berlín; y la zona Sur, correspondiente al tramo final hasta la descarga en el Río de La Plata. Los sectores relevados son:

- Sector 1 – Monte Caseros-Bella Unión (MCBU)
- Sector 2 – Belén (BE)
- Sector 3 – Aguas abajo del vertedero de la represa de Salto Grande (VR)
- Sector 4 – Puerto Yerúa (PY)
- Sector 5 – Liebig (LI)
- Sector 6 – Casablanca (CB)
- Sector 7 – Nuevo Berlín (NB)
- Sector 8 – Punta las Rosas (PR)
- Sector 9 – La Concordia (LC)

Quedan de tal forma cuatro sectores incluidos en la zona Norte del tramo compartido (MCBU, BE, VR y PY), tres en la zona centro (LI, CB, NB) y otros dos en la zona Sur (PR, LC). Se tiene la particularidad de que en el sector Nuevo Berlín se ha relevado los dos brazos principales del curso mediante dos sitios de muestreo en cada uno de ellos, uno sobre la margen y otro hacia el centro del brazo.

En cada sector de muestreo sobre los laterales se determinaron variables en las matrices sedimentos y biota, mientras que la matriz agua se caracterizó a partir de muestras extraídas tanto del centro del canal como de ambos laterales. De este modo resulta que cada instancia de monitoreo de agua implica la extracción de muestras de 28 sitios diferentes distribuidos a lo largo del río. A continuación, se presenta una tabla que resume la ubicación de los distintos sectores de muestreo y una figura que muestra la localización de cada sector a lo largo de todo el tramo compartido.



Corresponde hacer notar que para el caso de los monitoreos de sedimentos y de biota los sitios de muestreo se han desplazado levemente de los de muestreo de agua, en razón de poder ubicar un sustrato adecuado para la toma de muestras o la fijación de los dispositivos muestreadores y también por razones de seguridad a efectos de reducir el riesgo de vandalismo.



Tabla 1: Sectores de muestreo.

ZONA	SECTOR	COORDENADA UTM 21 mE	COORDENADA UTM 21 mS	
Norte	1. MCBU	439150	6655350	
		439550	6655650	
		440000	6655950	
	2. BE	422150	6596100	
		422800	6596300	
		423500	6596500	
	3. VR	409150	6538000	
		409450	6537800	
		409700	6537600	
	4. PY	399250	6514250	
		399350	6514500	
		399400	6514750	
Centro	5. LI	388650	6444650	
		389100	6444600	
		389600	6444600	
	6. CB	386850	6410950	
		387400	6410900	
		387900	6410850	
	7. NB	B. izq.	395800	6361500
			396100	6361500
		B. der.	394000	6361300
394200			6361300	
Sur	8. PR	367500	6324700	
		368400	6324700	
		371900	6324750	
	9. LC	360500	6286300	
		364600	6286200	
		366800	6286300	

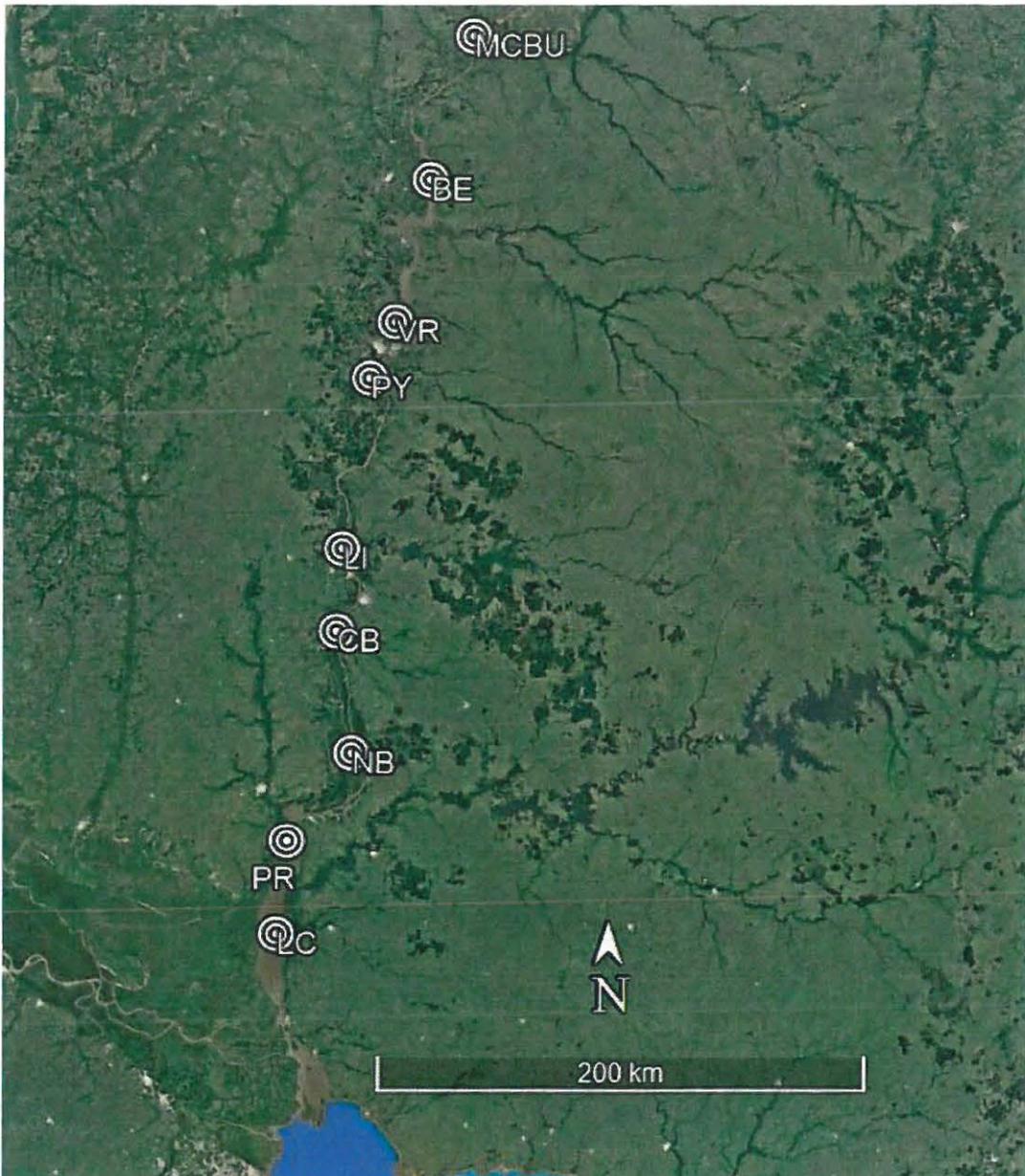


Ilustración 1: Sectores de muestreo (imagen obtenida de Google Earth®).

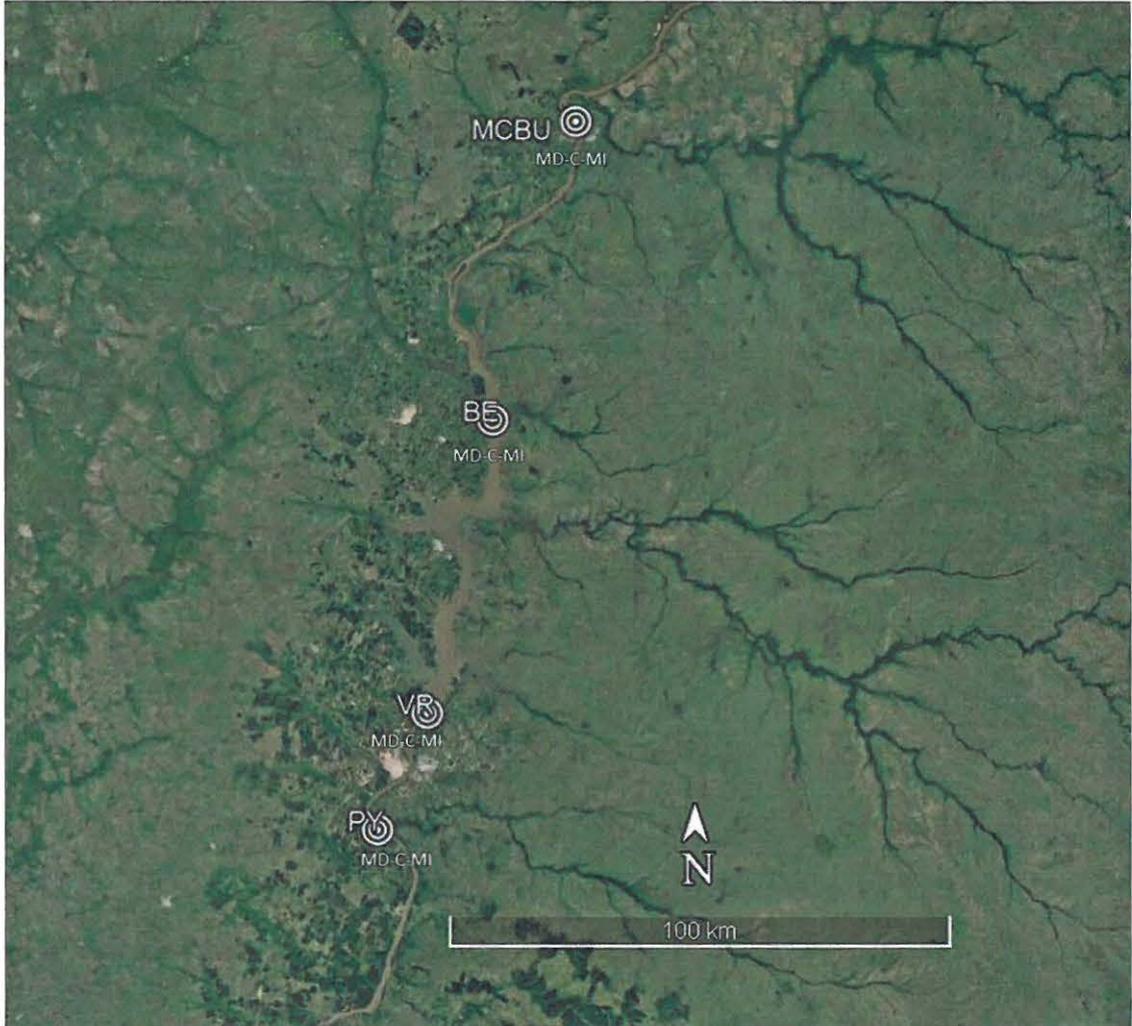


Ilustración 2: Zona Norte (imagen obtenida de Google Earth®).

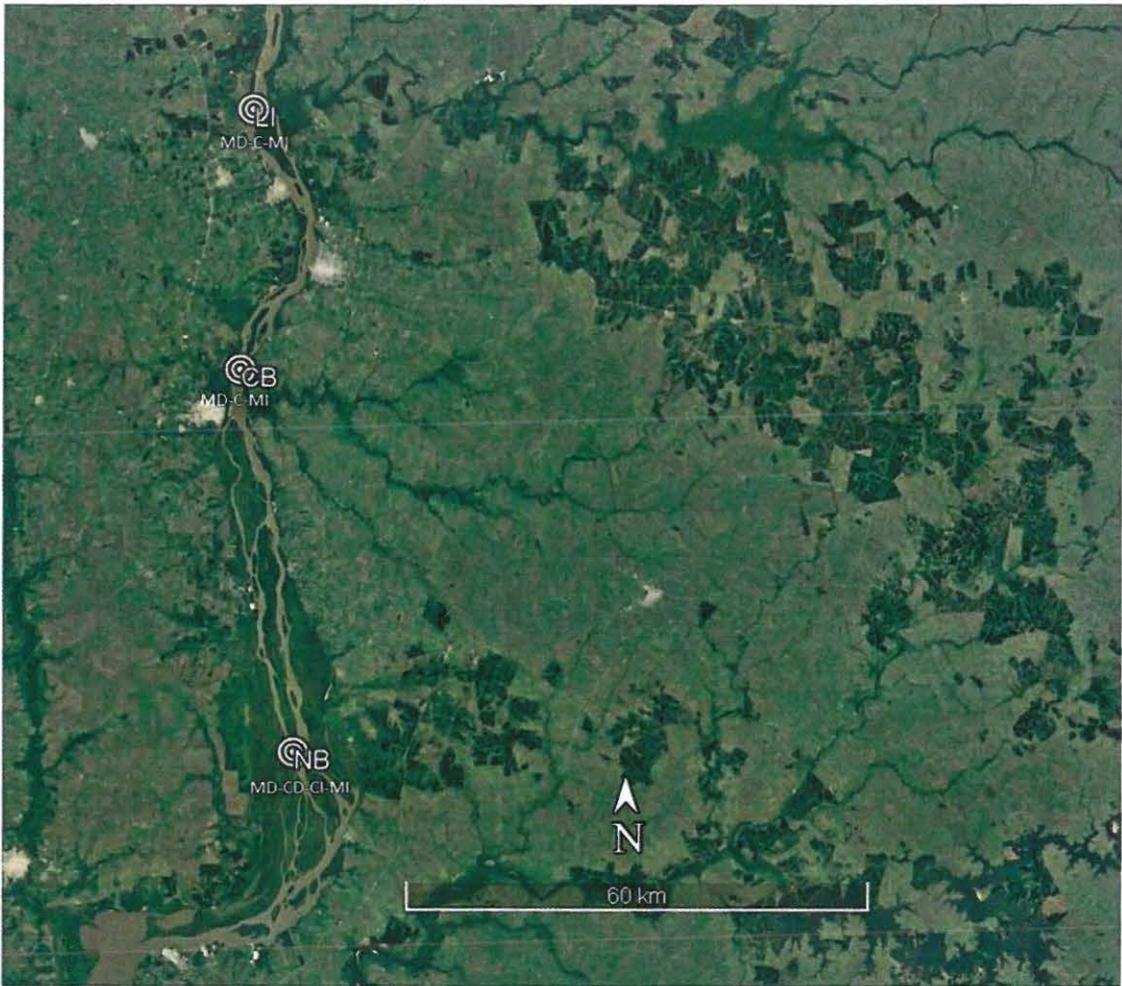


Ilustración 3: Zona Centro (imagen obtenida de Google Earth®).

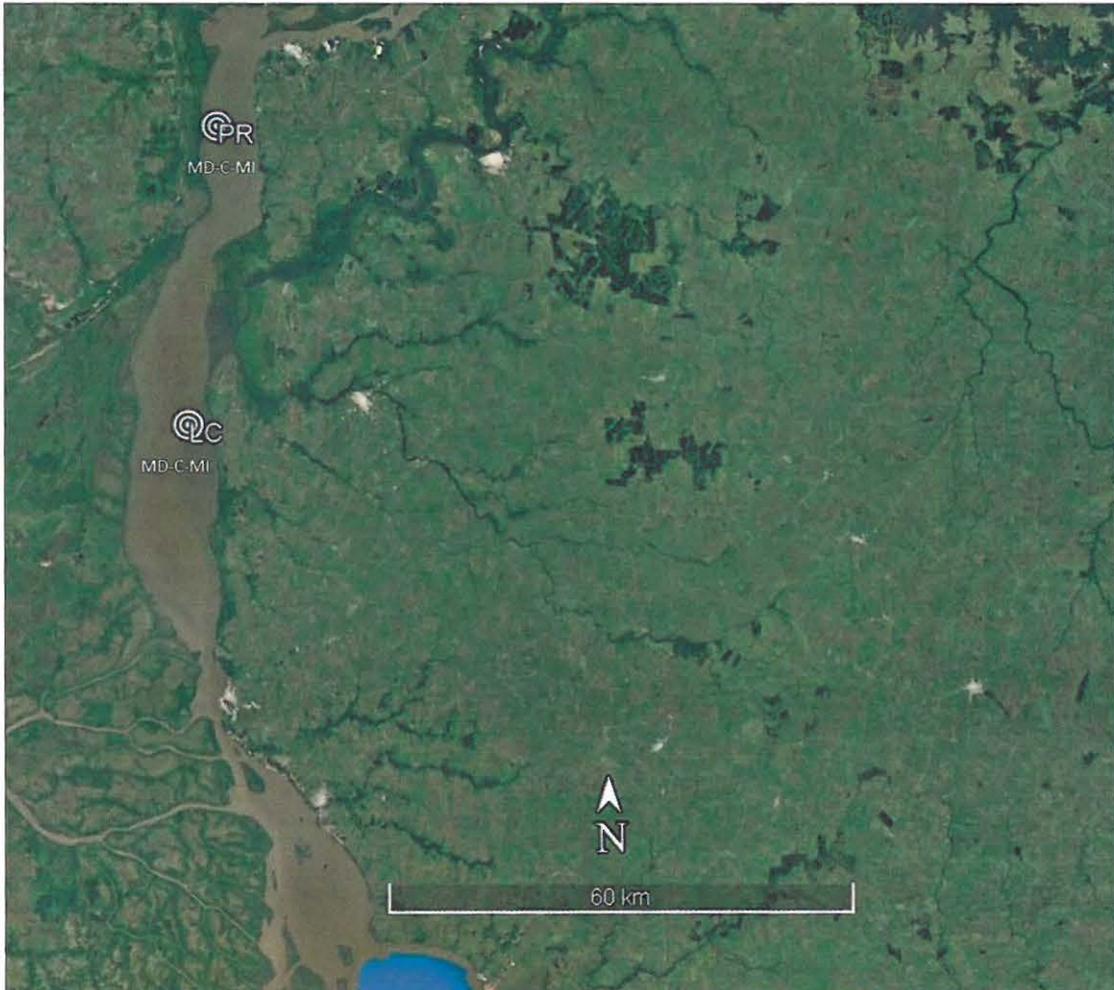


Ilustración 4: Zona Sur (imagen obtenida de Google Earth®).



### **2.3. METODOLOGÍA GENERAL**

Se detalla a continuación características metodológicas generales aplicadas para la ejecución de las distintas campañas de monitoreo y para el análisis de los resultados obtenidos, dejando para desarrollar en los capítulos relativos a las distintas matrices los detalles específicos según el caso.

#### **Sobre la obtención de las muestras**

En todos los casos las determinaciones realizadas en sitio y las muestras posteriormente analizadas en laboratorio fueron tomadas por el personal del CC encomendado a cada campaña desde embarcaciones de CARU. Se empleó para ello sondas multiparamétricas de calidad de agua previamente calibradas y la toma directa mediante bomba peristáltica, redes u otros dispositivos muestreadores especialmente diseñados a esos efectos.

Las muestras fueron refrigeradas en campo mientras se realizaba el muestreo, y una vez en la costa fueron fraccionadas según la metodología establecida por el CC y acordada con los laboratorios analíticos correspondientes siguiendo normativas de referencia internacional. Las conservadoras con muestras fraccionadas y refrigeradas fueron precintadas, dando origen a la correspondiente Cadena de Custodia de muestras hasta los laboratorios analíticos de destino.

#### **Matrices contempladas**

En el presente informe se han relevado las tres matrices propuestas originalmente en el diseño del monitoreo: agua, sedimento y biota.

En el caso de las matrices agua y sedimento, cuyo relevamiento comenzó ya en los primeros monitoreos del año 2018, se ha logrado completar el esquema de monitoreo inicialmente propuesto, lo que permite disponer para este informe de un primer paquete anual completo de resultados con los cuales determinar el estado de la calidad de agua del río.

Para el caso de la matriz biota se ha podido implementar parcialmente todo el monitoreo previsto. Por una parte, para fitoplancton se determinaron diversidad y densidad relativa, pero no biomasa debido a un error en la toma de las muestras. Por otra parte, para bentos el vandalismo experimentado en los primeros muestreos, con el robo de la mayor parte de los dispositivos muestreadores colocados en el río, obligó a modificar tanto la localización de los sitios de muestreo como el sistema de colocación de dispositivos en el río; por ello la información obtenida para bentos es aún parcial y debe interpretarse como una primera aproximación para la caracterización de la diversidad de organismos presentes en el río.

#### **Frecuencias**



Las frecuencias con las que se realizaron las diferentes campañas de monitoreo han sido las previstas en el documento de formulación del Subprograma 1, con los ajustes definidos a partir de las conclusiones del primer informe de este subprograma (de noviembre de 2019) y que fueron oportunamente convalidadas por CARU.

Resulta así que el monitoreo de la matriz agua se realizó con una frecuencia bimestral, en los meses de diciembre de 2018 y febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre de 2019, mientras que para el caso de la matriz sedimento los muestreos fueron semestrales y se realizaron en febrero y agosto de 2019.

En el caso de la matriz biota, el muestreo de fitoplancton se realizó semestralmente en conjunto con el muestreo de sedimento, por lo que este informe comprende las determinaciones realizadas en los meses de febrero y agosto de 2019. Para el caso del muestreo de bentos estaba originalmente prevista la colocación de dispositivos pasivos de acumulación que serían retirados para análisis cada 60 días con la colocación de dispositivos nuevos, pero debido al vandalismo experimentado sólo se pudo obtener datos parciales de bentos para los meses de agosto, octubre y diciembre de 2019.

#### **Laboratorios que realizaron determinaciones analíticas**

Diversos laboratorios han aportado servicios analíticos para las determinaciones realizadas sobre las muestras tomadas por el CC, respetando esencialmente las asignaciones previstas en el documento de formulación del Subprograma y con los ajustes que resultaron necesarios según las disponibilidades de cada laboratorio proveedor de servicios.

En el desarrollo de esta actividad de monitoreo se priorizó que los análisis sean desarrollados en laboratorios locales y en el propio laboratorio del CC (LCC). Durante el año reportado y en determinadas ocasiones se obtuvieron resultados analíticos en más de un laboratorio. Esto fue debido tanto a procesos de comparación y validación de resultados analíticos, como así también a reportes por parte de laboratorios incluyendo resultados complementarios a los requeridos.

Los laboratorios a los que se ha recurrido son: Pacific Rim Laboratories (Canadá) para determinaciones de dioxinas y furanos en agua y sedimento, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU, Uruguay) para determinaciones varias (nutrientes, materia orgánica, fenoles, detergentes, AOX, cianobacterias, granulometría, diversidad y densidad de fitoplancton y diversidad de bentos) en agua, sedimento y biota; Instituto Nacional del Agua (INA, Argentina) para determinaciones varias (metales y metaloides, cationes, aniones, sólidos, grasas, hidrocarburos, PCBs y sulfuros) en agua y sedimento, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) para determinación de plaguicidas en agua y sedimento; Universidad de la República-Regional Norte (UdelaR, Uruguay) para determinaciones de plaguicidas en agua; Universidad Nacional de Entre Ríos-Facultad de Bromatología (UNER, Argentina) para determinaciones de parámetros microbiológicos en agua; y el LCC para determinaciones varias (nutrientes, materia orgánica y aniones) en agua.

Posteriormente en los capítulos relativos a cada una de las matrices contempladas en este subprograma se detallan los parámetros que han informado cada uno de los distintos laboratorios.

### Normativa aplicada

A los fines de la comparación de los resultados analíticos de los monitoreos efectuados con la normativa de aplicación, se han empleado la versión vigente a la fecha de ejecución de los muestreos del Digesto sobre usos y aprovechamientos del río Uruguay (hasta comienzos de diciembre de 2019). Ello implica que la única matriz que tiene normativa de CARU contra la cual comparar los resultados obtenidos es agua. En tal sentido los estándares de calidad reglamentados en el Tema E3, Título 2, Cap. 4, Sección 2, Art 1° a 4° del Digesto de CARU vigente a comienzos de diciembre de 2019 fueron:

USO 4: Aguas destinadas a la conservación y desarrollo de la vida acuática.

Parámetro	Estándar
Oxígeno Disuelto	mín 5,6 mg/L
pH	entre 6,5-9,0
DBO5 5 días a 20°C	máx 5 mg/L
Temperatura	Se deberán mantener condiciones naturales
Aceites y grasas (extractables en n-Hexano)	Virtualmente ausentes
Amoníaco no ionizable (NH3)	máx 19 microg/L de N
Arsénico	15 microg/L
Cadmio	0,84 microg/L
Cianuro	5 microg/L
Cobre	10 microg/L
Cromo	10 microg/L <sup>1</sup>
Fenoles	1 microg/L de C6H5OH
Hierro	1000 microg/L
Mercurio	0,2 microg/L
Níquel	116,3 microg/L
Plomo	7 microg/L
Selenio	5 microg/L
Zinc	37 microg/L
Aldrin	5 ng/L
Clordano	5 ng/L
DDT	2 ng/L
Dieldrin	5 ng/L
Endosulfán	20 ng/L
Endrín	4 ng/L
Heptacoloro	10 ng/L
Heptacoloro epóxido	10 ng/L

<sup>1</sup> La concentración de Cromo total no podrá contener más de 2 microgramos/L de Cromo hexavalente.



Lindano (gama BHC)	16 ng/L
Metoxicloro	30 ng/L
Organofosforados	65 ng/L como Paratión
2,4-D	4 microg/L
2,4,5-T	10 microg/L
2,4,5-TP	2 microg/L
Bifenilos policlorados	1 ng/L

USO 3: Aguas destinadas a actividades agropecuarias.

Boro	0,5 mg/L
Sólidos Totales Disueltos (STD)	700 mg/L
Absorción de Sodio (RAS)	10
Calidad Bacteriológica	Para los cultivos de hortalizas o alimentos a ser consumidos crudos el contenido de coliformes fecales determinados mediante la técnica de membrana filtrante, no deberá exceder una media logarítmica de 1000/100 mL.

USO 2: Aguas destinadas a actividades de recreación con contacto directo.

Coliformes fecales	Determinados mediante la técnica de la membrana filtrante y basados en un mínimo de cinco muestras igualmente espaciadas tomadas en un período de treinta días durante la temporada balnearia no deberán exceder una media logarítmica de 200 UFC/100 mL ni superar los 500 UFC/100 mL en más del 20 por ciento de las muestras.
pH	Entre 6,5 y 8,3
Esquistosomiasis	Deberá verificarse la ausencia de caracoles del género Planorbis en las zonas de aguas quietas. En especial en áreas de embalse.
Detergentes (SAAM)	Máximo 1,0 mg/L (LAS)
<i>Escherichia Coli</i>	La media geométrica de al menos cinco muestras en treinta días no debe exceder los 126 <i>E. Coli</i> /100 mL.
Enterococos	La media geométrica de al menos cinco muestras en treinta días no debe exceder los 33 Enterococos/100 mL.

USO 1: Aguas Crudas o brutas destinadas al abastecimiento público con tratamiento convencional.

Color	Máximo 300 PtCo. No se admitirá por efectos de efluentes, una coloración artificial que no sea eliminable por tratamiento convencional.
Fluoruros	1,5 mg/L
Nitratos	10 mg/L de N
Alcalinidad	500 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Cloruros	250 mg/L de Cl



Dureza total	200 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Detergentes (SAAM)	0,5 mg/L de LAS
Manganeso	0,1 mg/L con contenido de Amonio menor a 0,5 mg/L en NH <sub>3</sub>
Sólidos totales disueltos (STD)	500 mg/L
Sulfatos	250 mg/L de SO <sub>4</sub>
DBO5 5 días a 20°C	Máximo 6 mg/L
Coliformes fecales	Determinados mediante la técnica de la membrana filtrante, no deberá exceder una media logarítmica de 2.000/10 mL en al menos cinco muestras consecutivas y no podrán superar los 5.000/100 mL en más del 20 por ciento de las muestras.
Calidad hidrobiológica	Concentración de algas, máximo 100 UPA/mL (Unidad Patrón de Área). Concentración de algas en áreas de embalse, máximo 300 UPA/mL. Se deberán identificar las especies de fitoplancton a los efectos de prevenir la aparición de algas que puedan dar sabor u olor desagradable al agua.
Radiactividad ALFA total	0,1 Bq/L
Radiactividad BETA total	1,0 Bq/L

El criterio adoptado por el CC a los fines de las comparaciones contra normativa incluidas en el presente informe ha sido el de utilizar los estándares correspondientes al Uso 4 arriba detallados, complementando los parámetros no incluidos en aquél uso con los estándares que resulten más exigentes de los restantes usos previstos en el Digesto.

### **Sobre la presentación y el procesamiento de los resultados**

Los resultados de las determinaciones realizadas en sitio en ocasión de cada campaña de muestreo y los informados por los distintos laboratorios sobre las muestras extraídas por el CC han sido incorporados en la base de datos de CARU luego de un exhaustivo proceso de carga, revisión y validación de datos.

A los efectos de la elaboración de este reporte se ha excluido a aquellos resultados que habiendo sido informados por los laboratorios fueron obtenidos sobre muestras analizadas más allá del tiempo máximo de conservación que fuera indicado en la correspondiente orden de servicios analíticos.

Las tablas con los resultados de las determinaciones realizadas se presentan tal como fueron enviados por el correspondiente laboratorio analítico, con sus respectivos símbolos y valores de detección y cuantificación. Se hace notar que para algunos parámetros los límites de detección y cuantificación variaron en el tiempo.



A los efectos de la presentación gráfica de los resultados y de la elaboración de los análisis estadísticos realizados, cuando el valor del parámetro informado por el laboratorio ha sido inferior al límite de cuantificación o al límite de detección se ha optado por considerar el valor como igual al límite informado.

## CAPÍTULO III: AGUA

### 3.1. METODOLOGÍA ESPECÍFICA

Las características metodológicas generales descritas en el capítulo anterior han requerido un ajuste específico de ciertos detalles para las actividades realizadas con relación a la matriz agua, que a continuación se exponen.

La caracterización de los sectores se realizó mediante la obtención de tres muestras simples, una en cada una de las márgenes y una en el centro del canal, tomadas en campo a profundidad de 0,50 m desde la superficie utilizando una bomba peristáltica.

Las muestras fueron refrigeradas en campo mientras se realizaba el muestreo, y una vez en la costa fueron fraccionadas según la metodología establecida por el CC y acordada con los laboratorios analíticos correspondientes. Las conservadoras con muestras fraccionadas y refrigeradas fueron precintadas, dando origen a la correspondiente Cadena de Custodia de muestras hasta los laboratorios analíticos de destino.

Las determinaciones y caracterización de muestras de agua se realizaron con una frecuencia bimestral.

En cada sitio de muestreo además de la toma de muestras simples se procedió a la medición de parámetros in situ con sonda multiparamétrica, determinación de transparencia con disco de Secchi y profundidad total con ecosonda y a la determinación del caudal mediante un equipo Doppler.

#### **Sobre los parámetros relevados y los laboratorios analíticos intervinientes**

Para las determinaciones analíticas se ha recurrido a los servicios de los siguientes laboratorios externos: Instituto Nacional del Agua (INA), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Laboratorio de la Universidad de la República (UdelaR) y Laboratorio de la Facultad de Bromatología de la UNER (FB-UNER), además de las determinaciones efectuadas en el propio LCC. El caso particular del laboratorio CITSA (Argentina) es una subcontratación que realiza el proveedor de la orden de servicio que CARU envía al INA, de forma similar a lo que realizan el proveedor LATU para el caso del laboratorio PRL (Pacific Rim de Canadá).

Como ha sido previamente comentado para algunos parámetros se tiene la situación de que se dispone de resultados informados por dos laboratorios diferentes. En tales casos, más allá de que en la base de datos de CARU se han almacenado todos los resultados informados, en el presente reporte se informan únicamente los resultados de uno de esos laboratorios, el cual ha sido seleccionado en función de dar continuidad a la serie temporal de datos más completa posible.

En la tabla que se exhibe a continuación consta el detalle de los parámetros relevados en el marco del Subprograma 1 para esta matriz, así como el laboratorio analítico



involucrado en la determinación y los límites de detección y cuantificación que más habitualmente han sido informados (dado que para ciertos parámetros estos límites han tenido algunas variaciones en el tiempo en función del efecto matriz que tuviera la muestra).

Conjunto de parámetros relevados en matriz agua

Laboratorio analítico	Parámetro	Límite de detección*	Límite de cuantificación*
INTA	2,4 – D (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	2,4 – DB (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	2,4,5 – T (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	2,4,5 – TP (µg/L)	0,0010	0,0040
UdelaR	2-Fenilfenol (µg/L)	0,002	-
INA	Aceites y Grasas (mg/L)	1,4	4,5
INTA	Acetocloro (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Alacloro (ng/L)	1,0	4,0
INA	Alcalinidad total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	20	-
INTA	Aldicarb (ng/L)	1,0	4,0
UdelaR	Aldrin (ng/L)	-	5
INA	Aluminio total (mg/L)	0,300	1,00
Cálculo	Amoníaco no ionizable (mg/L)	-	-
LATU	Amoníaco total – N (mg/L)	0,006	0,014
LCC	Amonio (mg N/L)	0,007	0,027
LATU	AOX (µg/L)	10	17
INA	Aroclor 1016 (µg/L)	1,74	-
INA	Aroclor 1221 (µg/L)	2,25	-
INA	Aroclor 1232 (µg/L)	1,74	-
INA	Aroclor 1242 (µg/L)	1,88	-
INA	Aroclor 1248 (µg/L)	1,41	-
INA	Aroclor 1254 (µg/L)	1,72	-
INA	Aroclor 1260 (µg/L)	1,61	-
INA	Arsénico (mg/L)	0,0020	0,0060
INTA	Atrazina (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Azinfos-Metil (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Azoxistrobina (µg/L)	0,0010	0,0040
INA	Bario (mg/L)	0,0100	0,0300
INA/CITSA	Berilio (mg/L)	-	0,001
INTA	Beta ciflutrina (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Bifentrina (µg/L)	0,0010	0,0040
INA/CITSA	Boro (mg/L)	-	0,1
INA/CITSA	Bromuro (mg/L)	0,02	0,06
INA	Cadmio (mg/L)	0,003	0,010

INA	Calcio (mg/L)	0,5	-
INTA	Captan (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Carbaril (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Carbendazim (Benomil) (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Carbofurán (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Carbono Orgánico Disuelto (mg/L)	0,4	1,0
LATU	Carbono Orgánico Total (mg/L)	0,4	1,0
INTA	Carbosulfan (µg/L)	0,001	0,004
In Situ	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	-	-
INTA	Cialotrina (gamma y lambda) (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Cianobacterias potencialmente tóxicas (cél./mL)	0,04	-
INA	Cianuro (mg/L)	0,003	0,009
INTA	Cipermetrina (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Ciproconazol (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Clethodim (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Clomazone (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Clopivalida (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Clorantniliprole (µg/L)	0,0010	0,0040
INA	Clorato (mg/L)	0,02	0,06
INTA	Clordano (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Clorofila (µg/L)	-	0,1
In Situ	Clorofila (µg/L)		0,01
INTA	Clorotalonil (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Clorpirifos (µg/L)	0,0010	0,0040
INA	Cloruro (mg/L)	1,0	4,0
INA	Cobalto (mg/L)	0,00500	0,0150
INA	Cobre (mg/L)	0,010	0,030
FB-UNER	Coliformes fecales (UFC/100 mL)	6	10
LATU	Color Aparente (como Pt) (mg/L)	-	5
In Situ	Conductividad (mS/cm)	-	0,01
INA	Cromo Total (mg/L)	0,017	0,050
LCC	Cromo VI (mg/L)	0,0007	0,0037
LATU	DBO5 (mg O <sub>2</sub> /L)	0,5	-
INTA	DDT (ng/L)	0,5	2,0
INTA	Deltametrina (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Diazinon (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Dicamba (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Diclorvos (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Diclosulam (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Dieldrin (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Diflubenzuron (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Dimetoato (ng/L)	1,0	4,0
LATU/PRL	Dioxinas Totales (WHO-TEQspg/L)	3,63	-



INTA	Diuron (µg/L)	0,0010	0,0040
LCC	DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	2,81	5,63
INA	Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	4,0	-
INTA	Emamectina (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Endosulfan (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Endrin (ng/L)	1,0	4,0
FB-UNER	Enterococos (UFC/100 mL)	1,0	10,0
INTA	Epoxiconazol (ng/L)	1,0	4,0
FB-UNER	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	6,0	10,0
INA/CITSA	Estaño (mg/L)	-	0,001
INTA	Etion (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Fenitrotión (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Fenvalerato (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Feofitina (µg/L)	-	0,1
INTA	Fipronil (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Fludioxonil (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Flumetsulam (µg/L)	0,0010	0,0040
INA	Fluoruro (mg/L)	0,10	0,30
INTA	Folpet (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Fósforo Total (mg/L)	0,0200	0,0500
LATU/PRL	Furanos Totales (WHO-TEQspg/L)	1,62	-
INTA	Glifosato/AMPA (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Glufosinato (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Haloxifop R metil (ng/L)	1,0	4,0
UdelaR	Heptacloro (ng/L)	-	5
UdelaR	Heptacloro (heptacloro epóxido) (µg/L)	-	5
INTA	Hexaclorociclohexano total (HCH) (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Hexitiazox (ng/L)	1,0	4,0
INA	Hidrocarburos totales de petróleo (µg/L)	2100	6800
INA	Hierro (mg/L)	0,025	0,070
INTA	Imazalil (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Imazapyr (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Imazethapyr (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Imidacloprid (ng/L)	1,0	4,0
FB-UNER	<i>Klebsiella sp.</i> (UFC/100 mL)	10	100
INTA	Kresoximmetil (ng/L)	1,0	4,0
UdelaR	Lindano (ng/L)	-	5
INA	Magnesio (mg/L)	-	-
INTA	Malation (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Mancozeb (ng/L)	1,0	4,0
INA	Manganeso (mg/L)	0,010	0,030
INA	Mercurio Total (mg/L)	0,00030	0,00100
INTA	Metalaxil (ng/L)	1,0	4,0

INTA	Metamidofós (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Metidation (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Metolacloro (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Metoxiclor (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Metoxifenicida (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Metsulfurón metil (ng/L)	1,0	4,0
UdelaR	Mirex (ng/L)	1,5/5	5/8
INTA	Monocrotofos (ng/L)	1,0	4,0
INA	Níquel (mg/L)	0,00300	0,00900
LATU	Nitrato-N (mg/L)	0,014	0,034
LATU	Nitrito-N (mg/L)	0,007	0,017
LATU	Nitrógeno Total de Kjeldahl (TNK) (mg/L)	0,06	0,14
INTA	Nonachlor (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Novaluron (ng/L)	1,0	4,0
LATU	Ortofosfato-P (mg/L)	0,005	0,012
In Situ	Oxígeno Disuelto (mg/L)	-	0,01
INTA	Oxyfluorfen (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Paraquat (ng/L)	1,0	4,0
UdelaR	Paration (ng/L)	-	5
INTA	Permetrina (µg/L)	0,0010	0,0040
In Situ	pH (unidades pH)	-	0,01
INTA	Picloram (µg/L)	0,0010	0,0040
INTA	Piraclostrobina (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Pirimifosmetil (ng/L)	1,0	4,0
INA	Plomo (mg/L)	0,00700	0,0200
INA	Potasio (mg/L)	1,0	3,0
INTA	Profenofos (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Propiconazol (ng/L)	1,0	4,0
INA/CITSA	Selenio (mg/L)	-	0,005
INTA	Simazina (ng/L)	1,0	4,0
INA	Sodio (mg/L)	5,0	15,0
INA	Sólidos Fijos Suspendidos (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sólidos Suspendidos Volátiles (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sólidos Totales (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sólidos Totales Fijos (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sólidos Totales Suspendidos (mg/L)	3,0	10,0
INA	Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L)	2,0	6,0
INA	Sulfuro (mg/L)	0,015	0,045
LATU	Sustancias Activas al Azul de metileno (SAAM) (mg/L)	0,0150	0,0370
LATU	Sustancias Fenólicas Totales (µg/L)	0,5	1,3
INTA	Tebuconazol (ng/L)	1,0	4,0
In Situ	Temperatura (°C)	-	0,001



INTA	Tiabendazol (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Tiametoxam (ng/L)	1,0	4,0
LATU/PRL	Total de HpCDD (pg/L)	3,0	-
LATU/PRL	Total de HpCDF (pg/L)	3,0	-
LATU/PRL	Total de HxCDD (pg/L)	2,0	-
LATU/PRL	Total de HxCDF (pg/L)	2,0	-
LATU/PRL	Total de OCDD (pg/L)	4,0	-
LATU/PRL	Total de OCDF (pg/L)	4,0	-
LATU/PRL	Total de PeCDD (pg/L)	2,0	-
LATU/PRL	Total de PeCDF (pg/L)	2,0	-
LATU/PRL	Total de TCDD (pg/L)	1,0	-
LATU/PRL	Total de TCDF (pg/L)	1,0	-
In Situ	Transparencia (cm)	-	1,0
INTA	Trifloxystrobina (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Triflumuron (ng/L)	1,0	4,0
INTA	Trifluralina (ng/L)	1,0	4,0
In Situ	Turbidez (FNU)	-	0,01
INA	Zinc (mg/L)	0,007	0,020

\*Los límites de detección y cuantificación de los laboratorios pueden cambiar en el tiempo.

La periodicidad de los muestreos en la matriz agua que se informan en este reporte cambió de una frecuencia mensual (que había sido la aplicada durante los primeros seis meses de implementación del Subprograma 1, según lo ya informado en noviembre de 2019) a una frecuencia bimestral. Esto resultó de sopesar una multiplicidad de variables entre las que se encuentran el análisis de los datos previamente obtenidos y las posibilidades reales de ejecución del monitoreo desde el punto de vista presupuestario, de personal y de restricciones logísticas.

### **Sobre la presentación de resultados**

Los resultados de las determinaciones realizadas sobre parámetros de calidad de agua se presentan tal como fueran enviados por el correspondiente laboratorio analítico, con sus respectivos símbolos y valores de detección y cuantificación. Se hace notar que para algunos parámetros los límites de detección y cuantificación variaron en el tiempo y que los valores para estos límites no están disponibles en todos los casos. En las tablas de resultados se destacan en color naranja aquellos valores que incumplen con la normativa dispuesta a través del Digesto de CARU.

Para el caso de poseer datos de un parámetro correspondiente a dos laboratorios diferentes, como ya fuera comentado se priorizó la serie temporal de datos más completa posible, la continuidad temporal de los análisis y los menores límites de detección posibles. De este modo para los análisis realizados por más de un laboratorio sólo se informan los resultados producidos por uno de ellos. En concreto en el caso de los parámetros alcalinidad y dureza, que fueran analizados por INA y por LCC, se priorizan en este periodo los datos del laboratorio INA. En el caso de los parámetros



amonio, ortofosfato, cromo VI y DQO, que fueran analizados por LATU y LCC, se priorizan en este periodo los datos del laboratorio LATU. Asimismo, en el caso de los análisis de plaguicidas, analizados por el laboratorio INTA y por UdelaR, se priorizan para los análisis estadísticos realizados los datos del laboratorio INTA, que tiene límites de detección inferiores y continuidad en los análisis más allá de este periodo informado.

Corresponde hacer notar que a partir del segundo semestre de 2019 el LCC comenzó a realizar análisis en seis parámetros y a comparar sus resultados con los obtenidos por otros laboratorios analíticos a los fines de validar las técnicas analíticas. Por ello es que, aun teniendo la serie temporal más completa, no se han utilizado en esta instancia los resultados del LCC para los análisis estadísticos.

Sólo aquellos parámetros que fueron detectados en más del 10% de las muestras se representan gráficamente (el total de análisis realizados para cada parámetro fue de 196) y son los que se consideran a los efectos de los análisis estadísticos. No obstante, fueron igualmente explorados todos los parámetros detectados, ya que muchos de ellos (especialmente los plaguicidas) son detectados en pocos sitios o en pocas muestras, pero su aparición con ciertos valores de concentración puede representar un riesgo para la biota del río. Es por este motivo que también se reportan las detecciones de plaguicidas exclusivamente informadas por UdelaR.

Para el cálculo de los estadísticos de cada parámetro de calidad de agua se ha utilizado el siguiente criterio: para todos aquellos casos en los que el valor informado por el laboratorio -debido a la técnica analítica utilizada- resulta ser "menor que" un cierto límite de detección o de cuantificación, se ha tomado un valor numérico igual a dicho límite (a modo de ejemplo cuando se informó menor que 0,02 mg/L, se ha tomado 0,02 mg/L como valor a los efectos del cálculo).

### **Aspectos metodológicos del análisis realizado**

El objetivo central de este reporte es evaluar la evolución espacio-temporal de parámetros indicadores de calidad de agua en el tramo compartido entre Argentina y Uruguay, para lo cual se aplican diversas herramientas de representación gráficas y de análisis estadístico (paquete Excel®, software libre PAST y software libre R).

Sin perjuicio de ello, otros de los objetivos buscados a través de este reporte es dar continuidad a la evaluación metodológica ya iniciada con el mencionado informe de noviembre de 2019, a fin de maximizar la eficiencia del monitoreo en término del número de parámetros analizados, periodicidades y sitios de toma de muestras. En tal sentido se mantiene la intención de evaluar el diseño de muestreo a fin de determinar la relevancia de cada uno de los diferentes parámetros relevados, la necesidad o no de su inclusión para el estudio de la calidad de agua del río, la frecuencia de monitoreo que correspondería a cada uno de ellos y la pertinencia de los sitios relevados en cada uno de los sectores del río objeto de estudio.



A los fines antedichos se calcula por una parte la frecuencia de detección de cada parámetro analizado a lo largo de todo el período de estudio y por otra parte se toma en consideración si el parámetro está o no normado a través del Digesto de CARU y la frecuencia que tuviere de incumplimiento con la normativa. Resultan así cuatro subconjuntos de parámetros que se presentan agrupados a los fines de los distintos análisis realizados: el subconjunto de parámetros que resultan detectados en más del 10% de las muestras (parámetros de detección frecuente), el subconjunto de parámetros que resultan detectados en menos del 10% de los muestreos pero que están normados a través del Digesto de CARU (parámetros normados con baja frecuencia de detección), un tercer subconjunto conformado por aquellos otros parámetros no normados y con baja frecuencia de detección en los muestreos realizados (otros parámetros de baja frecuencia de detección) y un último subconjunto integrado por todos aquellos parámetros que han sido relevados pero que no han sido detectados en las muestras extraídas (parámetros no detectados) .

A los efectos de caracterizar las variaciones espacio-temporales de parámetros que por su frecuencia de detección pudieran resultar indicadores de calidad ambiental en la matriz agua se realizan diferentes tratamientos y análisis de la información obtenida. Se compara mediante un análisis de la varianza (ANOVA,  $\alpha=0,05$ ) los valores de cada parámetro entre los distintos sitios de estudio, utilizando los resultados de cada uno de los meses de muestreo a modo de réplicas, y se realiza también un análisis similar para los valores de cada parámetro entre cada uno de los meses de muestreo, utilizando los resultados obtenidos en cada sitio de estudio a modo de réplicas. En ambos casos cuando se identifican diferencias significativas se realiza el test de comparaciones múltiples de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), corregido por Bonferroni.

Con aquel subconjunto de parámetros detectados en más del 10% de las muestras se realiza un análisis de correlaciones entre pares de variables, utilizando correlaciones de Pearson y reportando el coeficiente de determinación de cada correlación en caso de ser estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ). A partir de ese análisis se selecciona el subconjunto de las variables menos correlacionadas entre sí e indicadoras de cada gran "familia de parámetros", con el cual se efectúa posteriormente un análisis de componentes principales (ACP) que permite el análisis exploratorio de la composición de parámetros que define a cada sitio de estudio y además la observación de la distribución en el espacio multivariado de estos sitios monitoreados. Con el fin de determinar si existe una estructura espacial o temporal en la composición del conjunto de variables seleccionadas se realiza un análisis de la varianza multivariado con permutaciones (PERMANOVA,  $\alpha=0,05$ ), primeramente, utilizando meses de muestreo como réplicas para la comparación estadística entre sectores de estudio, y seguidamente utilizando los sitios como réplicas para comparar la composición de variables entre los meses de estudio.

Este ACP y PERMANOVA se repite aplicado únicamente al subconjunto de parámetros que maximiza la varianza, así como también sobre el subconjunto de parámetros normados a través del Digesto de CARU y por último sobre el subconjunto de



parámetros seleccionados para la elaboración de un índice de calidad de aguas según el diseño del Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME Water Quality Index) similar al ya empleado en ocasión del anterior informe presentado en noviembre 2019.

Se reitera también en este reporte un análisis similar al ya efectuado en ocasión del anterior informe relativo a este Subprograma (informado en noviembre 2019) en cuanto a la detección de compuestos plaguicidas. En tal sentido se consideran todos los compuestos medidos, con independencia de cuál haya sido su frecuencia de detección, dado que su aparición aún en valores de concentración cercanos al límite de detección puede representar un riesgo potencial para la biota del río, y se cotejan las concentraciones halladas en el río con los valores de toxicidad aguda y crónica para la biota acuática utilizando como referencia la base de datos online de propiedades de plaguicidas “PPDB” de la Universidad de Hertfordshire, Inglaterra, la cual recopila datos regulatorios, de propiedades y resultados de bioensayos de ecotoxicidad de gran diversidad de plaguicidas ( <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm> ). Para poder apreciar una evolución de la potencial problemática más a largo plazo, este análisis se realiza incluyendo todo el periodo desde el inicio de la actividad (de junio de 2018 a diciembre de 2019).

En todos los casos los análisis estadísticos reportados en este informe se han realizado con el software libre R, utilizando los paquetes de análisis estadísticos “vegan”, “corplot” y “multicomp”, entre otros.

A los fines de atender a otro de los objetivos específicos del subprograma se presenta también el flujo másico o la carga que transporta el río para un subconjunto de parámetros que se ha considerado de interés para un estudio general del estado de la calidad de las aguas del río, inferidos a partir de las mediciones simultáneas de concentración y caudal realizadas en cada uno de los sectores de monitoreo a lo largo del curso.

Por último, se reitera el cálculo del índice de calidad de agua ya empleado anteriormente en el informe de noviembre 2019 para caracterizar la evolución de la calidad del agua a lo largo del río, aplicado ahora sobre el conjunto de resultados obtenidos en el período anual (2019) que aquí se reporta e incorporando también los resultados de los muestreos anteriores realizados en el marco de este subprograma durante 2018.



### 3.2. RESULTADOS

Para la determinación de la calidad del agua del río Uruguay se midieron un total de 181 parámetros en la matriz agua. De los parámetros medidos 56 fueron no detectables, resultando 125 parámetros con algún nivel de detección.

Cabe destacar que, de esos 181 parámetros analizados, 93 corresponden al grupo de los plaguicidas, incluyendo aquí insecticidas, fungicidas, herbicidas y biocidas en general. De los 93 biocidas analizados 52 fueron detectados en el río (12 de ellos en más del 10% de las muestras), mientras que 41 de ellos no resultaron detectables.

Los parámetros fueron graficados cuando aparecieron al menos en el 10% de las muestras. A los fines de la elaboración de los gráficos, cuando el valor del parámetro resultó menor al límite de detección o menor al límite de cuantificación se reemplazó por el correspondiente límite.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los distintos parámetros, con la siguiente estructura general:

- a. La tabla de resultados obtenidos en las siete instancias de monitoreo reportadas (diciembre 2018, y los meses de febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre de 2019). La notación s/d (sin dato) responde a situaciones en las que, por problemas en el muestreo, en el envío de las muestras o en el procesamiento analítico, no fue posible completar la determinación.
- b. Un gráfico tipo panel, con la evolución temporal de los resultados para los veintiocho sitios muestreados, agrupando la información para cada uno de los nueve sectores de muestreo.
- c. Un gráfico de tipo caja o “boxplot” con los rangos obtenidos en los distintos sitios de muestreo y con el correspondiente análisis de varianza (ANOVA), considerando los resultados de cada campaña como réplicas e identificando las diferencias significativas entre los sitios cuando resultan detectables.
- d. Un gráfico de tipo caja o “boxplot” con los rangos obtenidos en las distintas campañas de muestreo y con el correspondiente análisis de varianza (ANOVA), considerando los resultados de cada sitio como réplicas e identificando las diferencias significativas entre las campañas cuando resultan detectables.

En las gráficas c) y d) se han identificado mediante letras, los grupos o clases que presentan diferencias significativas (ANOVA,  $p < 0,05$ ) con otros grupos, ya sea por sitios o por campañas de muestreo según corresponda. Cada sitio o campaña caracterizado con una letra presenta diferencias significativas con todos aquellos otros que no estén caracterizados con esa misma letra. Los sitios o campañas que comparten una o más letras en su caracterización en principio no se puede descartar que no sean de una misma clase o grupo.

Al momento de analizar los resultados obtenidos, particularmente para ciertos parámetros, debe tenerse presente que por razones operativas y logísticas no todos los sectores han sido relevados en un mismo día en cada campaña de muestreo. El detalle de las fechas en las que se realizó el muestreo en cada sector se expone en la siguiente tabla:

PUNTOS DE MUESTREO	FECHAS DE MUESTREO						
	Dic-18	Feb-19	Abr-19	Jun-19	Ago-19	Oct-19	Dic-19
MCBU-C	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
MCBU-MD	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
MCBU-MI	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
BE-C	04-12-18	13-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
BE-MD	04-12-18	13-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
BE-MI	04-12-18	13-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	03-12-19
VR-C	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
VR-MD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
VR-MI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
PY-C	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	03-12-19
PY-MD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	03-12-19
PY-MI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	03-12-19
LI-C	04-12-18	12-02-19	09-04-19	12-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
LI-MD	04-12-18	12-02-19	09-04-19	12-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
LI-MI	04-12-18	12-02-19	09-04-19	12-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
CB-C	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
CB-MD	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
CB-MI	04-12-18	12-02-19	09-04-19	11-06-19	06-08-19	08-10-19	04-12-19
NB-CD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
NB-CI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
NB-MD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
NB-MI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	09-10-19	04-12-19
PR-C	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	04-12-19
PR-MD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	04-12-19
PR-MI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	04-12-19
LC-C	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	03-12-19
LC-MD	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	03-12-19
LC-MI	05-12-18	13-02-19	10-04-19	12-06-19	07-08-19	08-10-19	03-12-19

### 3.2.1. Parámetros de detección frecuente

#### Caudal

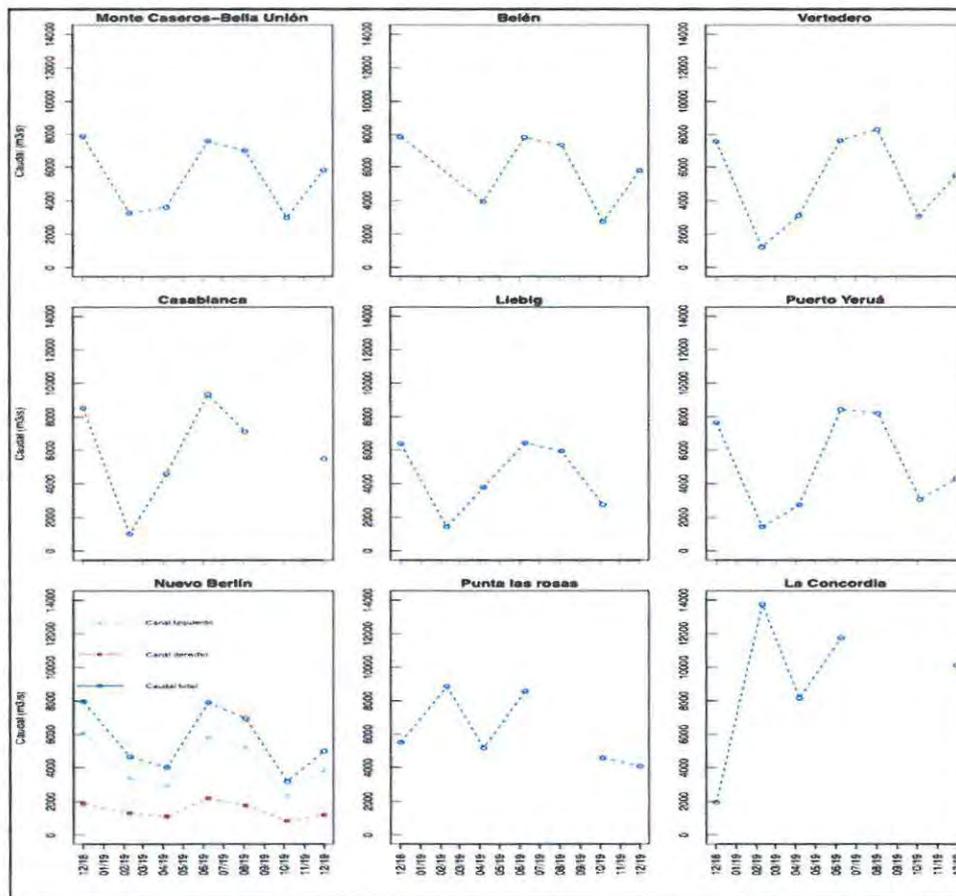
El máximo caudal registrado fue en el sector La Concordia en el mes de febrero de 2019 con 13,747 m<sup>3</sup>/s. El mínimo caudal fue registrado en el sector Casablanca en el mes de febrero de 2019 y fue de 1,025 m<sup>3</sup>/s

Las determinaciones de caudal en el sector Nuevo Berlín resultan de la suma del caudal medido individualmente en cada uno de los dos brazos en la zona de estudio.

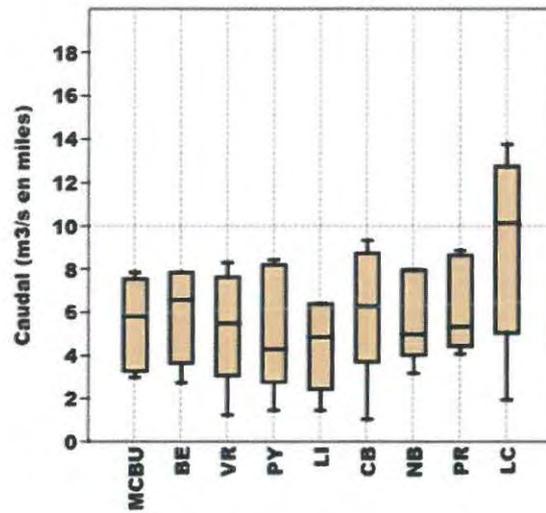
Nótese que la evolución del caudal a lo largo del curso en cada jornada de muestreo tiene en términos generales una tendencia que acompaña la creciente área de cuenca que resulta comprendida, con la salvedad de aquellos sectores ubicados más hacia aguas abajo donde se puede apreciar el efecto que introduce la variación de niveles del Río de la Plata, que fuerza o frena el flujo por el río Uruguay según la ocasión.

Valores de caudal registrados (m<sup>3</sup>/s):

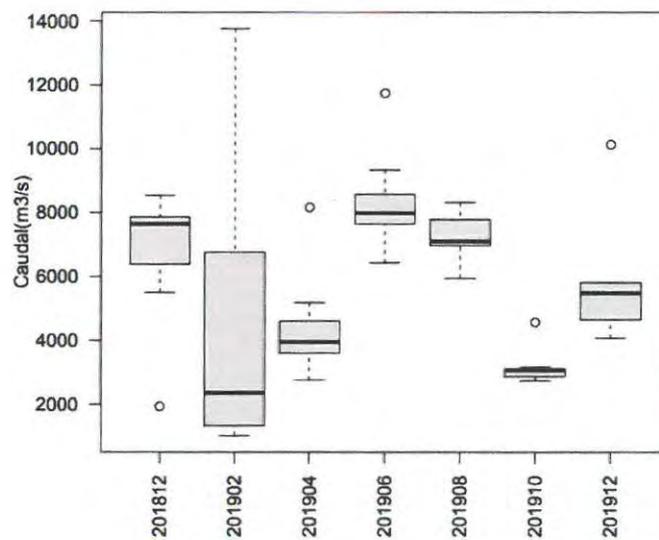
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU	7.851	3.267	3.605	7.546	6.981	2.976	5.816
BE	7.855	s/d	3.946	7.826	7.355	2.737	5.793
VR	7.596	1.224	3.104	7.641	8.306	3.069	5.497
PY	7.642	1.447	2.757	8.425	8.195	3.064	4.302
LI	6.381	1.442	3.792	6.421	5.933	2.755	s/d
CB	8.526	1.025	4.602	9.329	7.106	s/d	5.481
NB	7.958	4.656	4.019	7.981	6.948	3.173	4.991
PR	5.505	8.860	5.182	8.566	s/d	4.568	4.072
LC	1.934	13.747	8.160	11.741	s/d	s/d	10.123



Variación temporal de Caudal.



*Análisis de Varianza espacial de caudal. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de caudal. No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



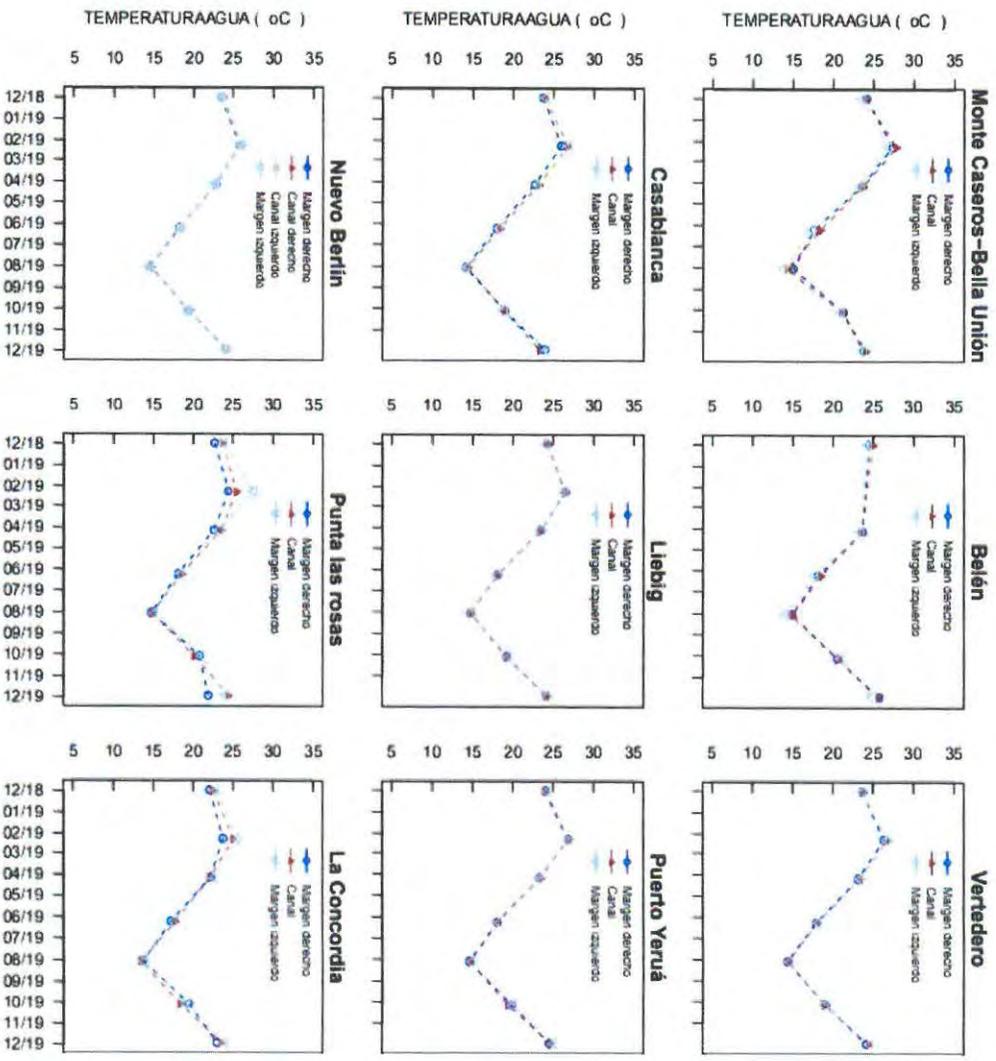
## Temperatura

La media de la temperatura para el período analizado es de 21,29 °C; registrándose la temperatura máxima en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro durante el mes de febrero de 2019 con 27,82 °C, mientras que la mínima se registró en el sitio La Concordia centro durante el mes de agosto de 2019 con 13,47 °C.

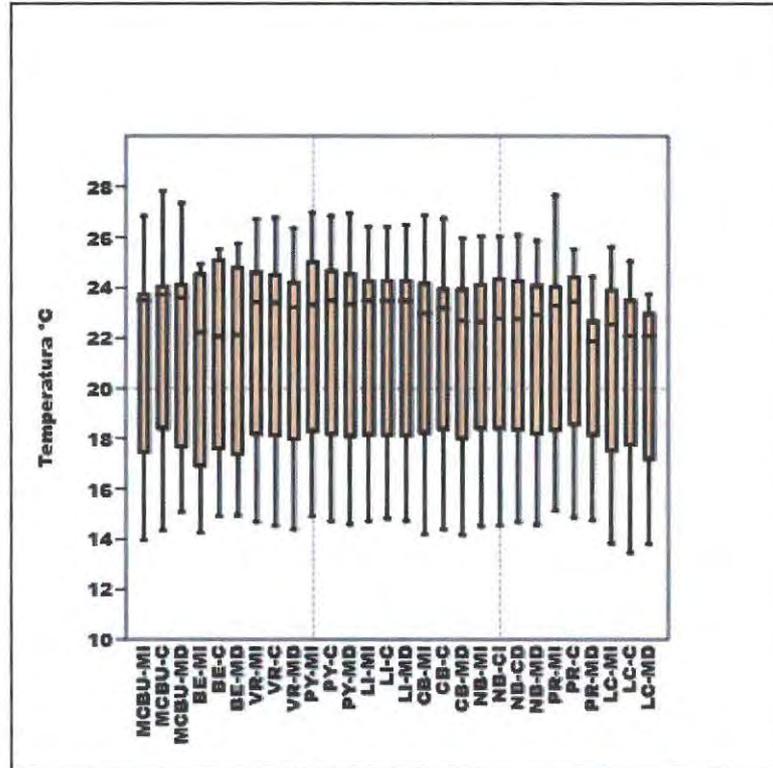
Para este parámetro el Digesto de CARU indica que se deberán mantener las condiciones naturales.

Valores de temperatura registrados (°C):

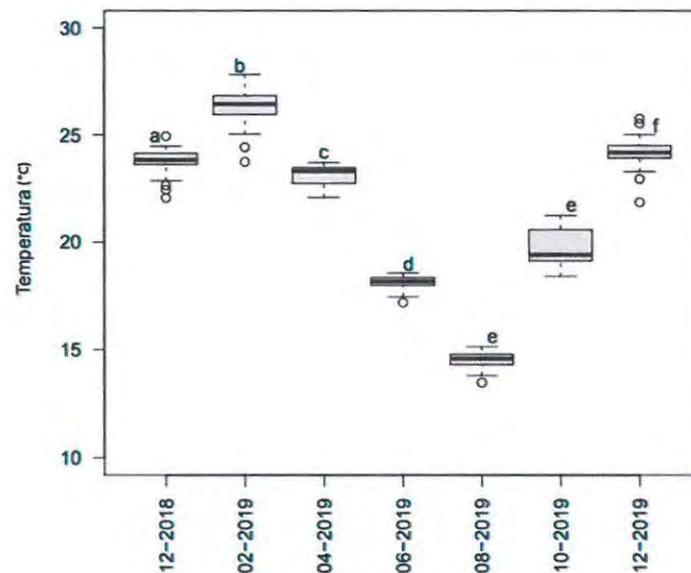
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	23,65	26,83	23,49	17,46	13,96	20,94	23,74
MCBU-C	24,01	27,82	23,72	18,40	14,36	21,20	24,05
MCBU-MD	24,11	27,35	23,60	17,68	15,10	21,25	23,79
BE-MI	24,40	s/d	23,44	17,80	14,26	20,98	24,94
BE-C	24,94	s/d	23,49	18,51	14,92	20,62	25,53
BE-MD	24,47	s/d	23,68	18,20	14,95	20,55	25,76
VR-MI	23,71	26,72	23,41	18,18	14,68	19,07	24,60
VR-C	23,63	26,77	23,40	18,13	14,53	19,03	24,50
VR-MD	23,74	26,36	23,21	17,98	14,38	19,12	24,20
PY-MI	24,30	26,97	23,32	18,30	14,92	20,03	25,02
PY-C	23,94	26,83	23,48	18,18	14,72	19,41	24,66
PY-MD	24,11	26,95	23,33	13,09	14,60	19,87	24,53
LI-MI	24,18	26,43	23,48	18,15	14,73	19,40	24,24
LI-C	24,26	26,40	23,48	18,14	14,82	19,28	24,24
LI-MD	24,26	26,49	23,47	18,12	14,74	19,25	24,17
CB-MI	24,01	26,86	22,97	18,24	14,21	18,90	24,16
CB-C	23,94	26,74	23,17	18,38	14,38	18,98	23,30
CB-MD	23,72	25,95	22,67	18,00	14,16	18,97	23,93
NB-MI	23,56	26,04	22,64	18,40	14,52	19,44	24,11
NB-CI	23,63	26,02	22,76	18,40	14,55	19,20	24,34
NB-CD	23,76	26,09	22,74	18,35	14,68	19,30	24,25
NB-MD	23,46	25,87	22,91	18,20	14,57	19,41	24,08
PR-MI	23,91	27,65	23,27	18,34	15,14	21,06	24,04
PR-C	23,69	25,53	23,45	18,56	14,88	20,17	24,40
PR-MD	22,66	24,43	22,57	18,15	14,76	20,78	21,87
LC-MI	22,87	25,62	22,55	17,52	13,83	19,13	23,91
LC-C	22,45	25,04	22,09	17,76	13,47	18,41	23,49
LC-MD	22,07	23,75	22,22	17,19	13,80	19,43	22,96



Variación temporal de Temperatura.



Análisis de Varianza espacial de Temperatura. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Temperatura. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## Transparencia

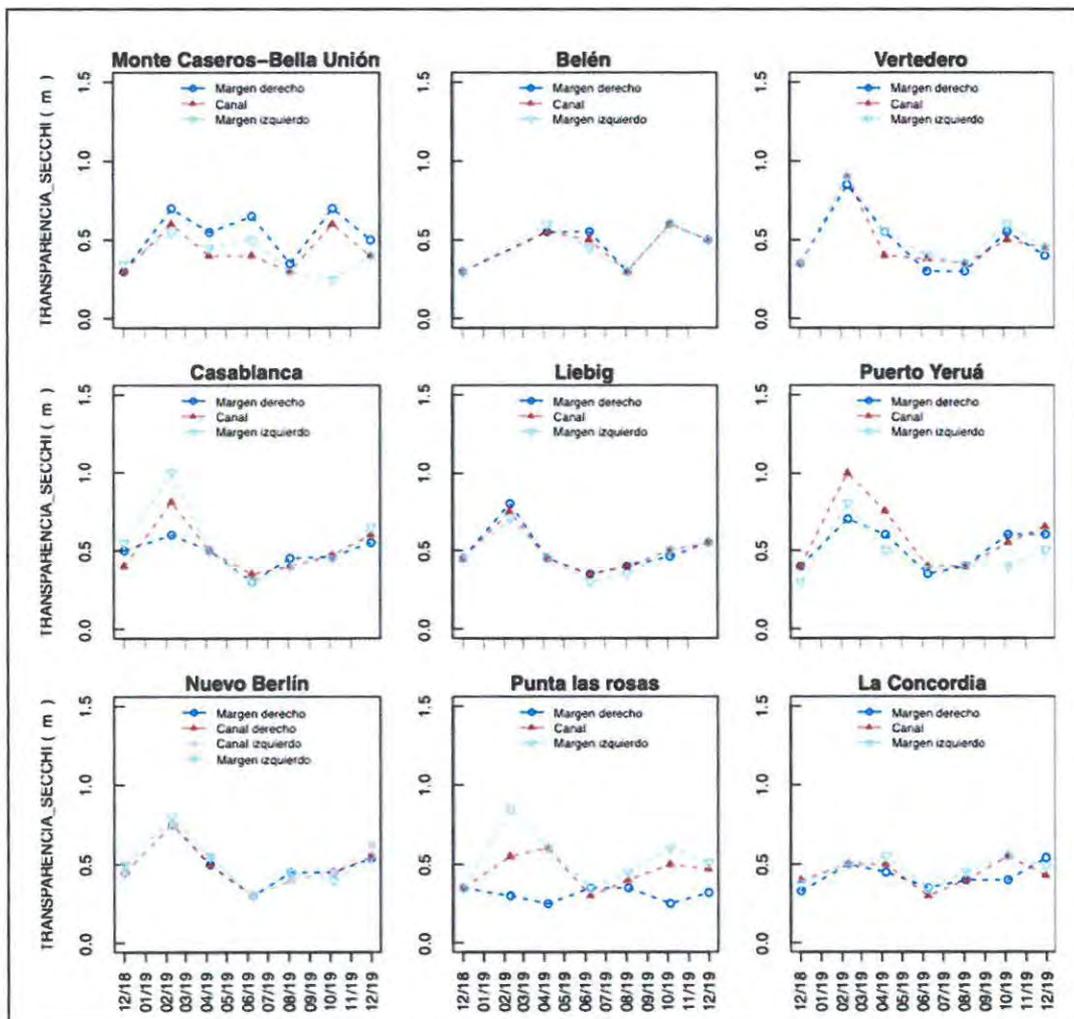
La media de la transparencia para el período analizado es de 0,48 m; registrándose la transparencia máxima los sitios Puerto Yeruá centro y Casablanca margen izquierda durante el mes de febrero de 2019 con 1,00 m, mientras que las mínimas registradas fueron 0,25 m en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (en octubre de 2019) y Punta las Rosas margen derecha (en abril y octubre de 2019).

Nótese que el sector Punta las rosas es que el presenta mayor heterogeneidad entre los distintos sitios de muestreo, acompañado en menor medida también por los sectores Monte Caseros-Bella Unión y Puerto Yeruá. La dispersión que se aprecia en el sector Casablanca puntualmente en el muestreo de febrero 2019 se interpreta que puede estar asociada a la muy baja condición de caudal circulante en esa oportunidad, como ha sido previamente presentado.

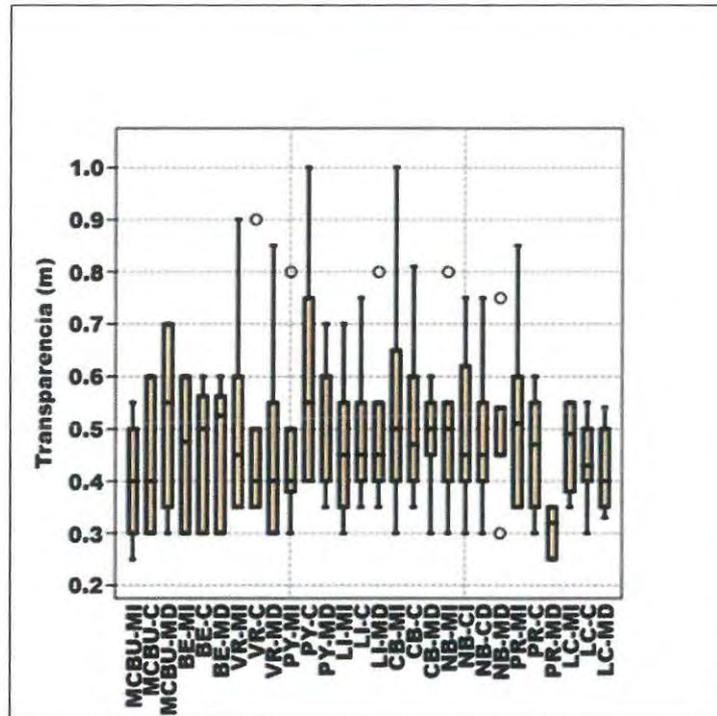
Valores de transparencia registrados (m):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,35	0,55	0,45	0,50	0,30	0,25	0,40
MCBU-C	0,30	0,60	0,40	0,40	0,30	0,60	0,40
MCBU-MD	0,30	0,70	0,55	0,65	0,35	0,70	0,50
BE-MI	0,30	s/d	0,60	0,45	0,30	0,60	0,50
BE-C	0,30	s/d	0,55	0,50	0,30	0,60	0,50
BE-MD	0,30	s/d	0,55	0,55	0,30	0,60	0,50
VR-MI	0,35	0,90	0,55	0,40	0,35	0,60	0,45
VR-C	0,35	0,90	0,40	0,38	0,35	0,50	0,45
VR-MD	0,35	0,85	0,55	0,30	0,30	0,55	0,40
PY-MI	0,30	0,80	0,50	0,38	0,40	0,40	0,50
PY-C	0,40	1,00	0,75	0,40	0,40	0,55	0,65
PY-MD	0,40	0,70	0,60	0,35	0,40	0,60	0,60
LI-MI	0,45	0,70	0,45	0,30	0,35	0,50	0,55
LI-C	0,45	0,75	0,45	0,35	0,40	0,50	0,55
LI-MD	0,45	0,80	0,45	0,35	0,40	0,46	0,55
CB-MI	0,55	1,00	0,50	0,30	0,40	0,45	0,65
CB-C	0,40	0,81	0,50	0,35	0,40	0,47	0,60
CB-MD	0,50	0,60	0,50	0,30	0,45	0,46	0,55
NB-MI	0,50	0,80	0,55	0,30	0,45	0,40	0,55
NB-CI	0,45	0,75	0,55	0,30	0,40	0,45	0,62
NB-CD	0,45	0,75	0,50	0,30	0,40	0,45	0,55
NB-MD	0,45	0,75	0,50	0,30	0,45	0,45	0,54
PR-MI	0,35	0,85	0,60	0,35	0,45	0,60	0,51
PR-C	0,35	0,55	0,60	0,30	0,40	0,50	0,47
PR-MD	0,35	0,30	0,25	0,35	0,35	0,25	0,32

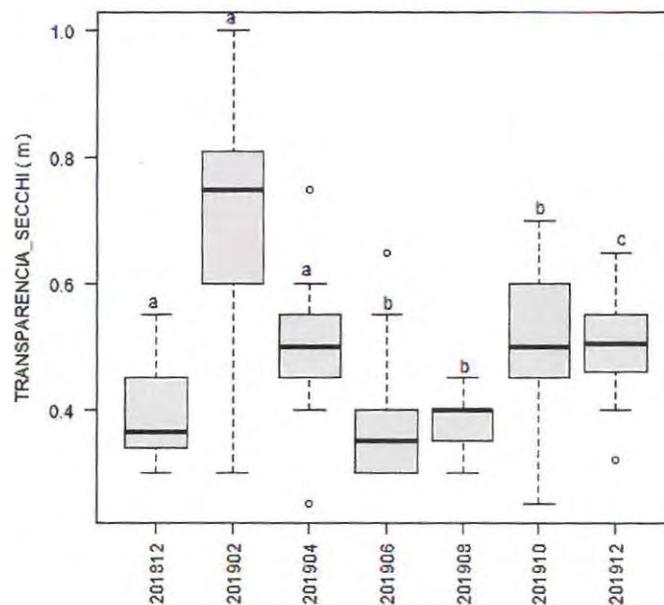
LC-MI	0,38	0,50	0,55	0,35	0,45	0,55	0,49
LC-C	0,40	0,50	0,50	0,30	0,40	0,55	0,43
LC-MD	0,33	0,50	0,45	0,35	0,40	0,40	0,54



Variación temporal de Transparencia.



*Análisis de Varianza espacial de transparencia. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de transparencia. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



## pH

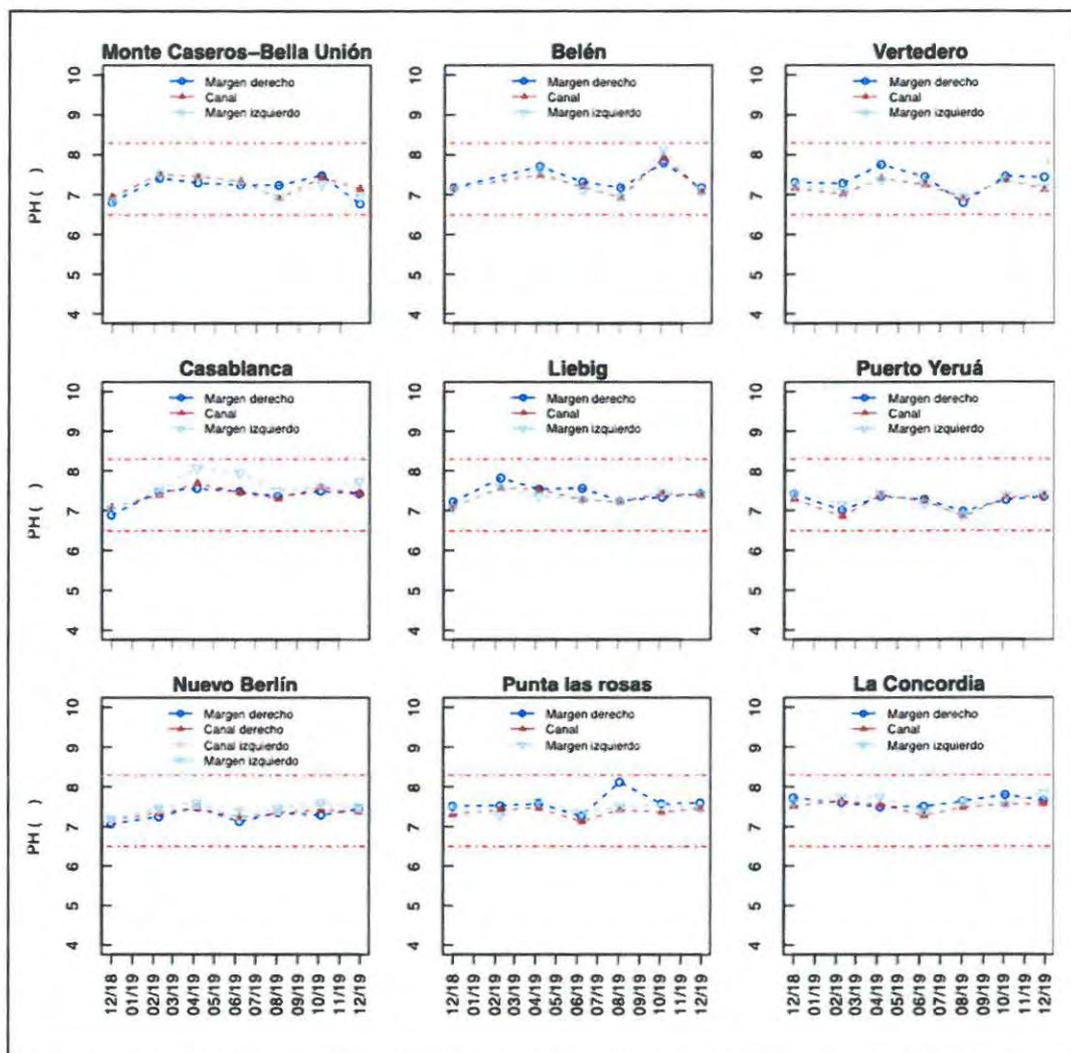
La media de pH para el período analizado es de 7,37; registrándose el pH máximo en el sitio Belén margen izquierda durante el mes de octubre 2019 con 8,13 mientras que se registró un mínimo de 6,77 en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen derecha durante el mes de diciembre de 2019.

No se registraron durante el período informado incumplimientos del estándar de CARU que varía entre 6,5 y 9,0 unidades de pH para el Uso 4.

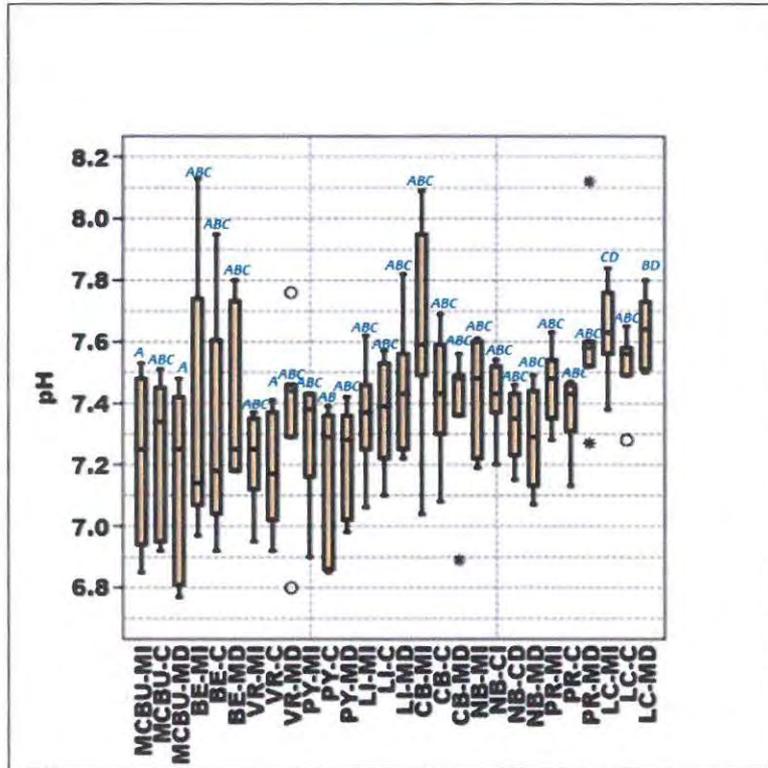
Valores de pH registrados:

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	6,85	7,53	7,48	7,30	6,94	7,25	6,95
MCBU-C	6,95	7,51	7,45	7,34	6,92	7,43	7,14
MCBU-MD	6,81	7,42	7,30	7,25	7,24	7,48	6,77
BE-MI	7,14	s/d	7,61	7,14	6,97	8,13	7,10
BE-C	7,16	s/d	7,49	7,20	6,92	7,95	7,08
BE-MD	7,18	s/d	7,71	7,32	7,18	7,80	7,18
VR-MI	7,25	7,12	7,37	7,32	6,95	7,35	7,20
VR-C	7,17	7,02	7,41	7,25	6,92	7,37	7,13
VR-MD	7,31	7,29	7,76	7,45	6,80	7,46	7,44
PY-MI	7,41	7,16	7,43	7,19	6,90	7,38	7,43
PY-C	7,29	6,86	7,39	7,24	6,85	7,33	7,36
PY-MD	7,42	7,02	7,36	7,28	6,98	7,27	7,35
LI-MI	7,06	7,62	7,37	7,28	7,25	7,46	7,42
LI-C	7,10	7,57	7,53	7,27	7,22	7,42	7,39
LI-MD	7,22	7,82	7,54	7,56	7,25	7,34	7,43
CB-MI	7,04	7,49	8,09	7,95	7,50	7,59	7,74
CB-C	7,08	7,39	7,69	7,45	7,30	7,59	7,43
CB-MD	6,89	7,48	7,56	7,48	7,36	7,49	7,42
NB-MI	7,19	7,48	7,61	7,22	7,46	7,60	7,50
NB-CI	7,20	7,42	7,52	7,43	7,37	7,54	7,45
NB-CD	7,15	7,35	7,46	7,23	7,34	7,43	7,37
NB-MD	7,07	7,25	7,49	7,13	7,35	7,29	7,44
PR-MI	7,46	7,28	7,63	7,35	7,50	7,54	7,48
PR-C	7,31	7,43	7,47	7,13	7,43	7,37	7,46
PR-MD	7,52	7,53	7,58	7,27	8,12	7,58	7,60
LC-MI	7,62	7,74	7,76	7,38	7,63	7,56	7,84
LC-C	7,52	7,65	7,57	7,28	7,49	7,56	7,58

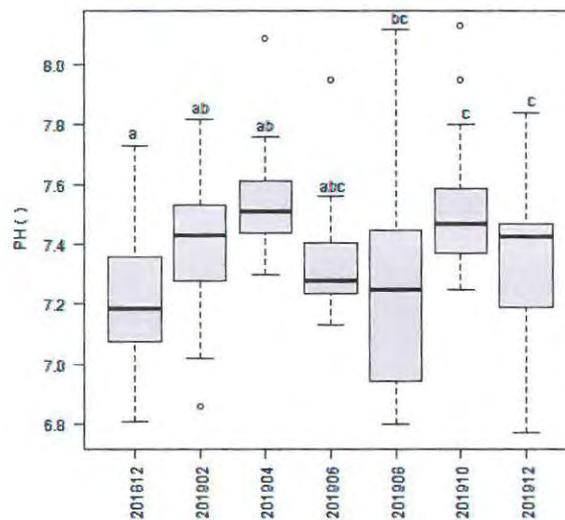
LC-MD	7,73	7,61	7,50	7,51	7,64	7,80	7,66
-------	------	------	------	------	------	------	------



Variación temporal de pH. Las líneas rojas indican el rango normativo.



Análisis de Varianza espacial de pH. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de pH. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## Conductividad

La media de conductividad para el período analizado es de 66,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; registrándose la conductividad máxima en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 239,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que el mínimo se registró en el sitio Monte Caseros–Bella Unión margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 y fue de 40,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

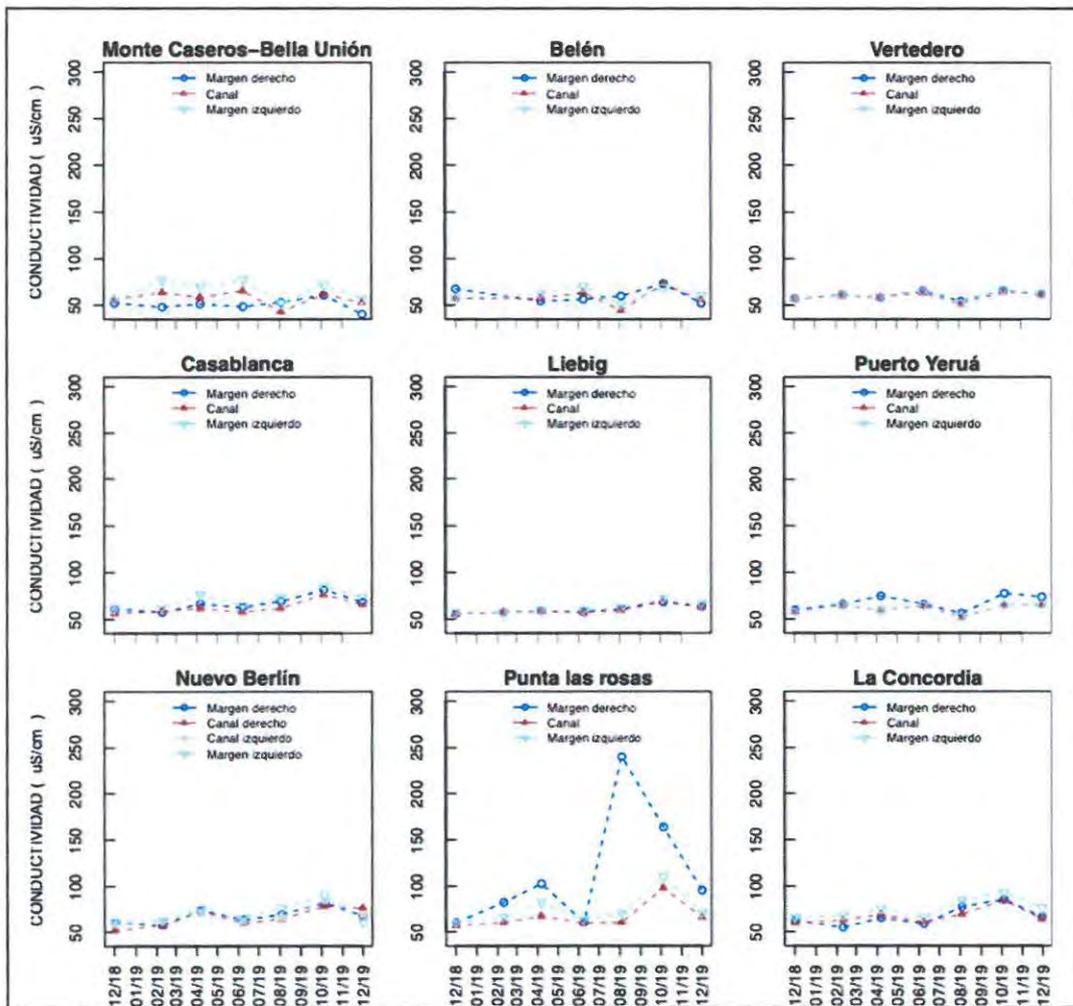
Nótese que el sitio Punta las Rosas margen derecha presenta valores sensiblemente superiores a los del resto del sector y también a los del resto del río. Este comportamiento heterogéneo se observa también en menor medida en el sector Monte Caseros-Bella Unión, donde se puede apreciar un gradiente creciente desde margen izquierda hacia margen derecha.

Valores de conductividad registrados ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ):

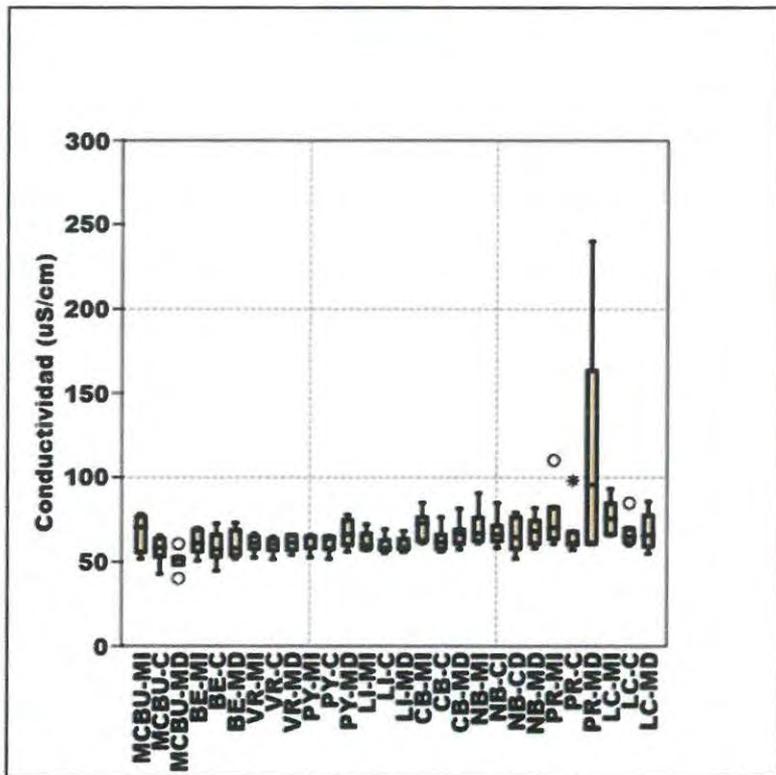
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	55,6	77,0	70,4	78,1	51,9	71,6	56,5
MCBU-C	56,1	63,8	58,5	65,4	42,8	61,7	53,1
MCBU-MD	52,3	48,1	51,4	48,4	52,9	60,7	40,2
BE-MI	58,0	s/d	62,4	69,8	50,7	68,8	59,9
BE-C	57,1	s/d	57,8	63,6	44,6	72,6	55,8
BE-MD	67,4	s/d	54,5	56,2	59,7	73,0	52,1
VR-MI	57,8	61,1	58,6	64,9	52,5	66,6	61,9
VR-C	56,9	60,2	58,4	63,4	51,6	64,7	61,4
VR-MD	57,2	61,4	58,0	65,6	54,3	66,0	62,1
PY-MI	58,4	65,1	59,5	64,7	52,7	64,8	65,7
PY-C	57,6	64,6	59,3	64,0	51,9	65,1	65,2
PY-MD	59,9	66,2	74,7	65,9	56,1	77,6	73,8
LI-MI	56,9	57,5	59,4	59,9	61,5	72,0	66,8
LI-C	55,4	57,6	58,2	57,1	59,2	69,1	62,9
LI-MD	55,8	57,4	58,7	57,5	60,9	68,3	63,5
CB-MI	61,2	62,3	76,4	65,1	72,9	85,0	72,9
CB-C	55,9	58,7	61,7	57,6	61,7	76,4	66,1
CB-MD	60,8	57,6	66,6	62,7	69,1	81,4	68,4
NB-MI	62,3	63,2	75,9	66,7	76,3	90,6	61,2
NB-CI	58,5	63,3	71,3	62,3	66,2	84,8	69,8
NB-CD	52,1	57,8	72,9	60,1	64,5	79,0	76,6
NB-MD	60,8	58,0	74,5	63,8	69,9	81,9	68,3
PR-MI	60,8	66,6	82,3	63,8	70,2	110,2	71,3
PR-C	57,1	60,7	67,8	60,0	61,1	98,1	66,8
PR-MD	60,9	82,6	102,9	60,7	239,9	163,3	95,6



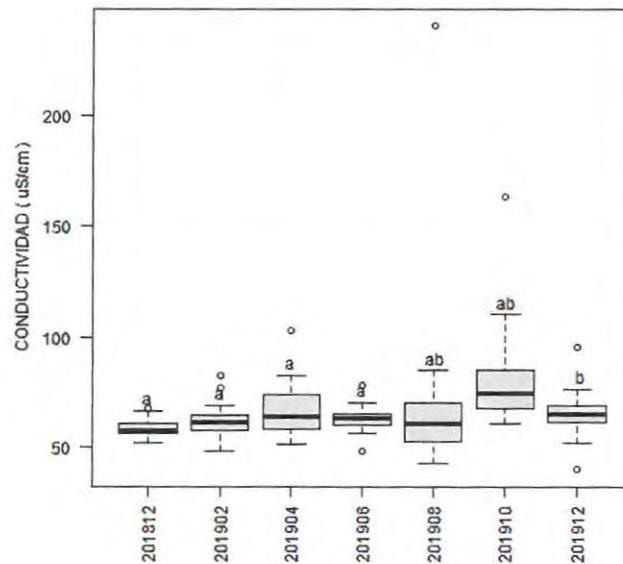
LC-MI	66,2	68,7	75,6	65,8	84,7	93,2	76,6
LC-C	60,0	63,3	69,5	61,3	69,9	84,9	64,6
LC MD	63,0	55,0	65,8	59,0	77,0	85,6	66,7



*Variación temporal de la Conductividad.*



*Análisis de Varianza espacial de Conductividad. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Conductividad. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

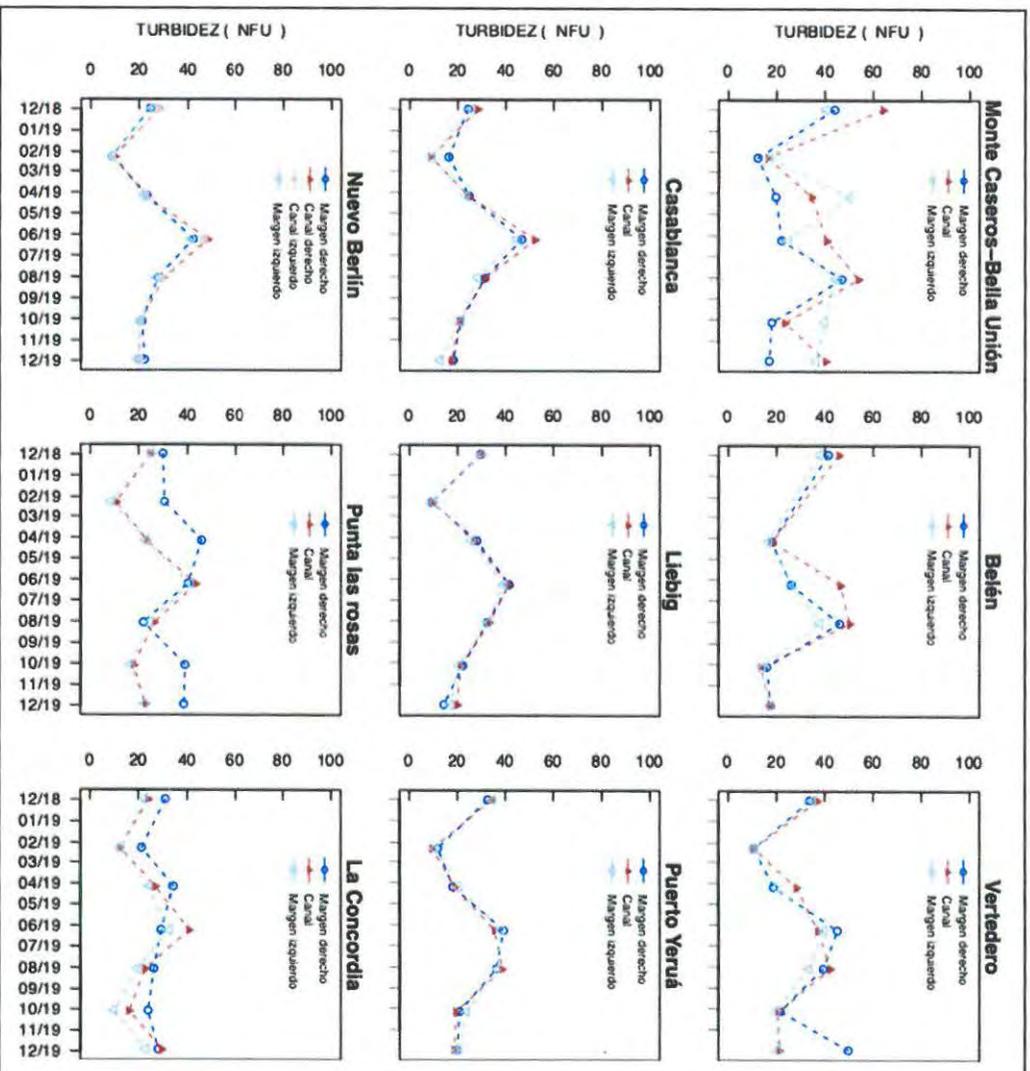


## Turbidez

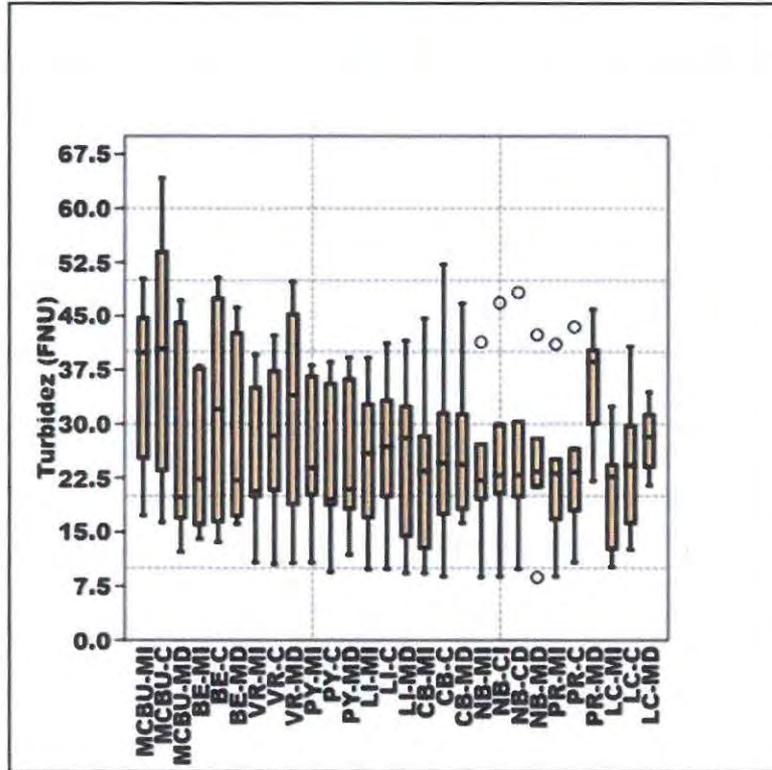
La media de turbidez para el período analizado es de 26,97 NFU; registrándose la turbidez máxima en el sitio Monte Caseros – Bella Unión centro durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 64,15 NFU; mientras que el mínimo se registró en el sitio Nuevo Berlín margen derecha durante el mes de febrero de 2019 y fue de 8,73 NFU.

Valores de turbidez registrados (NFU):

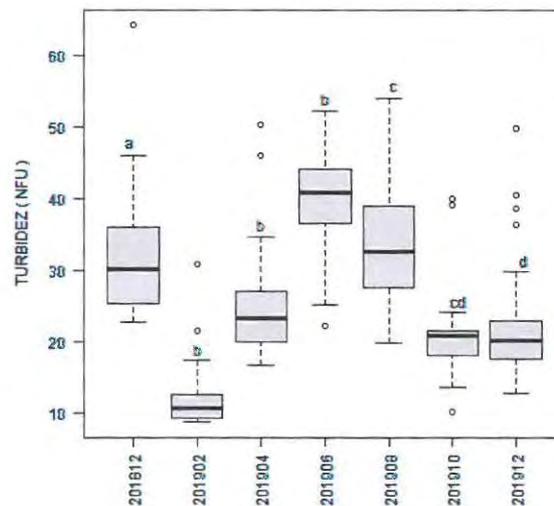
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	40,51	17,30	50,21	25,20	44,76	39,90	36,27
MCBU-C	64,15	16,35	34,60	40,82	53,97	23,53	40,39
MCBU-MD	44,09	12,24	19,78	22,21	47,15	18,03	16,96
BE-MI	37,55	s/d	16,69	27,10	37,99	14,04	17,49
BE-C	45,94	s/d	18,13	46,45	50,35	13,63	17,40
BE-MD	41,47	s/d	18,14	26,13	46,18	16,08	17,61
VR-MI	34,97	10,77	20,30	39,61	33,43	19,95	20,65
VR-C	36,93	10,58	28,32	37,28	42,27	20,78	21,30
VR-MD	33,94	10,66	18,85	45,24	39,40	21,68	49,80
PY-MI	34,71	10,77	20,34	38,10	36,61	23,85	20,17
PY-C	34,50	9,46	18,89	35,56	38,55	19,46	18,73
PY-MD	32,67	11,84	18,18	39,20	36,16	20,88	19,95
LI-MI	29,88	9,84	25,90	39,13	32,73	20,83	17,00
LI-C	30,08	9,85	26,80	41,18	33,24	21,38	19,91
LI-MD	29,54	9,32	28,02	41,57	32,39	22,25	14,44
CB-MI	25,50	9,30	23,43	44,69	28,28	21,34	12,72
CB-C	28,32	8,82	24,53	52,25	31,46	20,49	17,50
CB-MD	24,35	16,27	24,76	46,79	31,35	21,24	18,16
NB-MI	25,24	8,75	22,15	41,37	27,17	20,65	19,56
NB-CI	28,30	8,80	22,82	46,87	29,86	20,54	20,39
NB-CD	28,36	9,86	22,87	48,32	30,29	20,85	19,92
NB-MD	24,65	8,73	23,33	42,38	27,96	21,29	22,29
PR-MI	25,06	8,82	23,08	41,08	24,59	16,75	22,49
PR-C	25,03	10,81	23,30	43,51	26,51	17,99	22,92
PR-MD	30,04	30,74	45,89	40,21	22,08	39,09	38,60
LC-MI	22,63	12,68	24,29	32,43	19,70	10,16	22,97
LC-C	24,19	12,57	27,09	40,73	22,82	16,22	29,72
LC-MD	31,27	21,45	34,38	29,38	26,34	24,01	28,19



Variación temporal de la Turbidez.



*Análisis de Varianza espacial de Turbidez. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Turbidez. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

### Oxígeno Disuelto

La media de oxígeno disuelto para el período analizado es de 8,17 mg/L; registrándose el máximo de oxígeno disuelto en el sitio Vertedero Represa centro durante el mes de junio de 2019 con un valor de 11,93 mg/L mientras que el mínimo se registró en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 y fue de 5,98 mg/L.

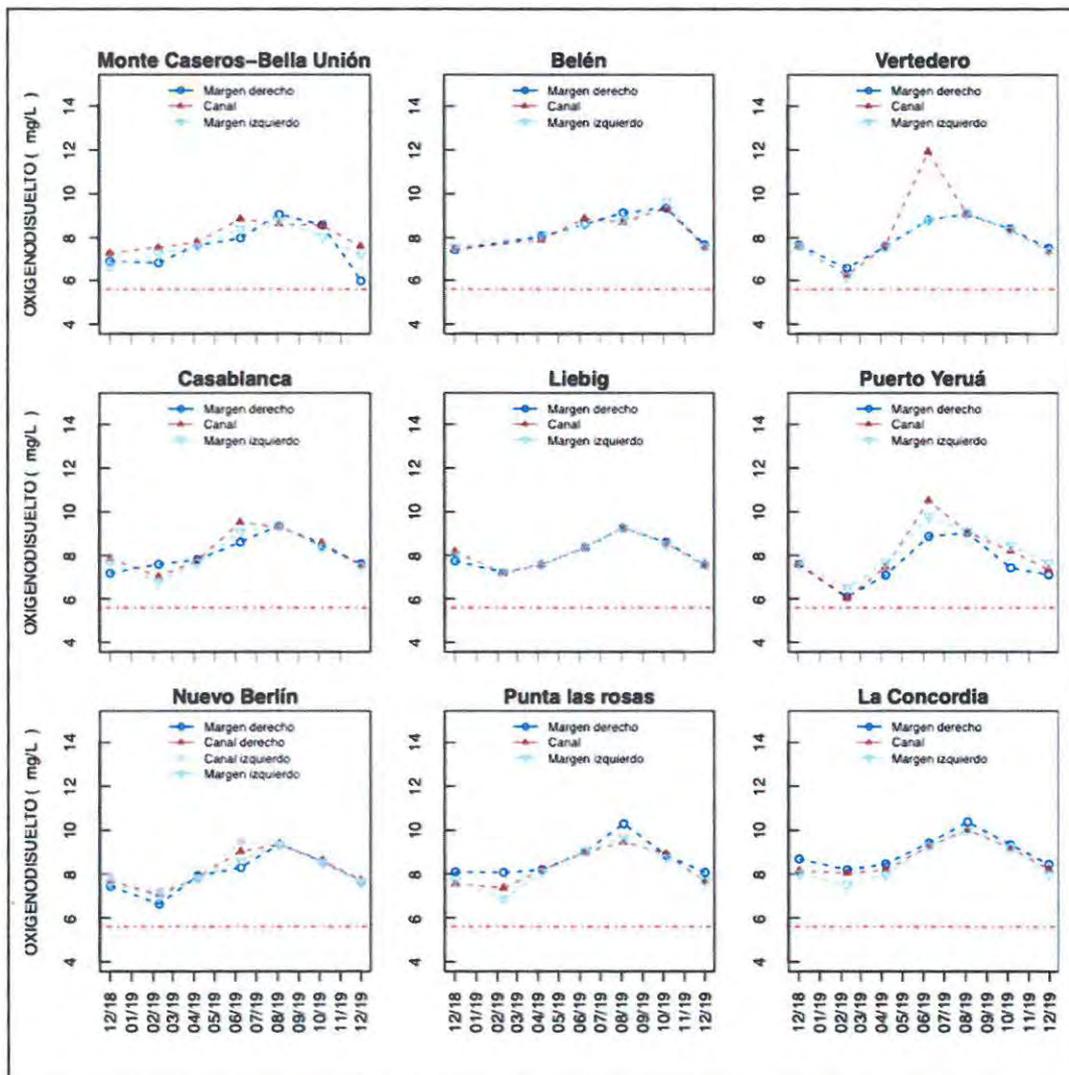
No se registraron durante el período informado incumplimientos del estándar de CARU que es de 5,6 mg/L para el Uso 4.

Con relación al valor máximo de oxígeno disuelto registrado en el mes de junio 2019 en el sitio Vertedero Represa centro (medición que supera el 125% del nivel de saturación para la condición del día de muestreo), la situación puede ser consecuencia de la suma de dos factores: por un lado, la existencia de un importante flujo de agua a lo largo de todo el curso del río Uruguay durante el desarrollo de esta instancia de monitoreo, lo que resultó en que toda esa campaña de monitoreo se detectaran valores próximos al nivel de saturación de oxígeno disuelto en la mayoría de los sitios e inclusive superándolo también en el sector Puerto Yerúa. Por el otro lado, se interpreta que el valor de 125% del nivel de saturación de oxígeno puede estar asociado a la significativa incidencia de la cercanía a la descarga de la represa de Salto Grande, la que estaba operando con el vertedero parcialmente abierto.

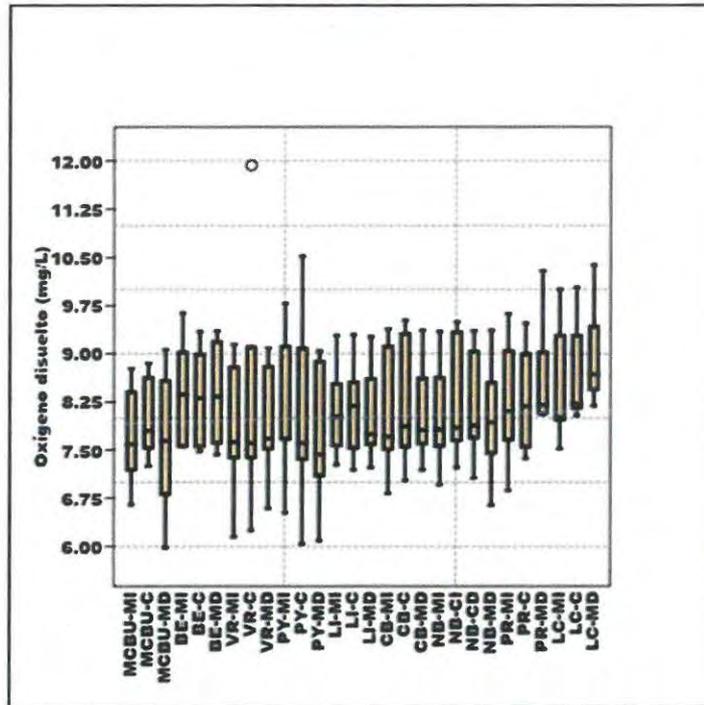
Valores de oxígeno disuelto registrados (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	6,65	7,23	7,59	8,41	8,77	8,04	7,19
MCBU-C	7,25	7,53	7,80	8,85	8,63	8,55	7,61
MCBU-MD	6,88	6,81	7,64	7,99	9,06	8,58	5,98
BE-MI	7,56	s/d	8,15	8,58	8,82	9,63	7,56
BE-C	7,48	s/d	7,91	8,87	8,71	9,34	7,58
BE-MD	7,43	s/d	8,06	8,61	9,13	9,35	7,67
VR-MI	7,62	6,15	7,56	8,79	9,14	8,35	7,38
VR-C	7,60	6,25	7,61	11,93	9,10	8,36	7,38
VR-MD	7,68	6,59	7,61	8,80	9,08	8,41	7,52
PY-MI	7,68	6,52	7,68	9,78	9,11	8,46	7,67
PY-C	7,61	6,04	7,47	10,52	9,08	8,22	7,36
PY-MD	7,61	6,09	7,10	8,88	9,04	7,43	7,11
LI-MI	8,02	7,27	7,59	8,39	9,28	8,53	7,57
LI-C	8,19	7,19	7,58	8,40	9,29	8,56	7,53
LI-MD	7,75	7,23	7,59	8,36	9,26	8,61	7,59
CB-MI	7,71	6,82	7,68	9,11	9,38	8,36	7,51
CB-C	7,87	7,03	7,77	9,52	9,31	8,59	7,55
CB-MD	7,19	7,60	7,81	8,62	9,36	8,44	7,62
NB-MI	7,56	6,96	7,82	8,63	9,34	8,50	7,64

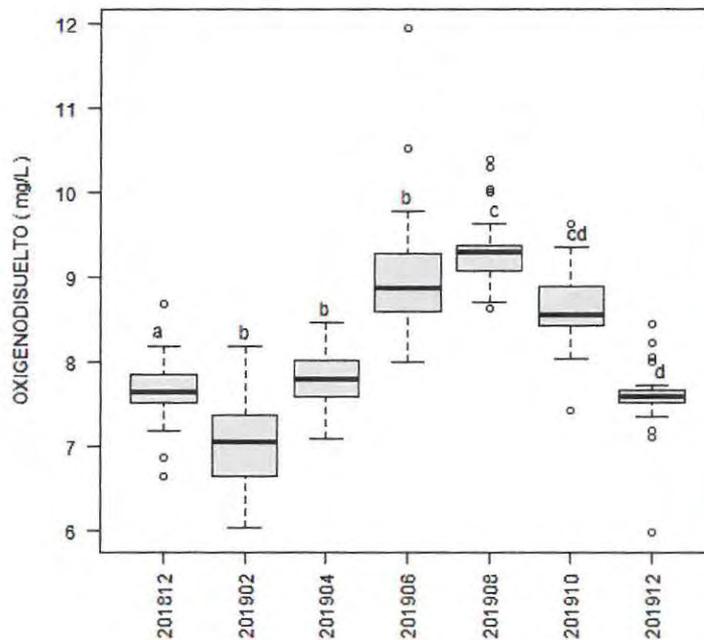
NB-CI	7,85	7,23	7,80	9,49	9,33	8,52	7,65
NB-CD	7,69	7,06	7,88	9,03	9,35	8,61	7,72
NB-MD	7,45	6,64	7,93	8,30	9,36	8,55	7,64
PR-MI	7,73	6,87	8,10	9,04	9,62	8,72	7,66
PR-C	7,55	7,37	8,18	8,99	9,47	8,92	7,67
PR-MD	8,09	8,07	8,20	9,02	10,29	8,85	8,06
LC-MI	8,01	7,52	7,97	9,28	10,00	9,22	7,99
LC-C	8,15	8,04	8,19	9,28	10,03	9,19	8,22
LC-MD	8,68	8,19	8,46	9,42	10,38	9,34	8,44



Variación temporal de oxígeno disuelto. La línea roja indica el valor límite normativo.



*Análisis de Varianza espacial de Oxígeno Disuelto. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Oxígeno Disuelto. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



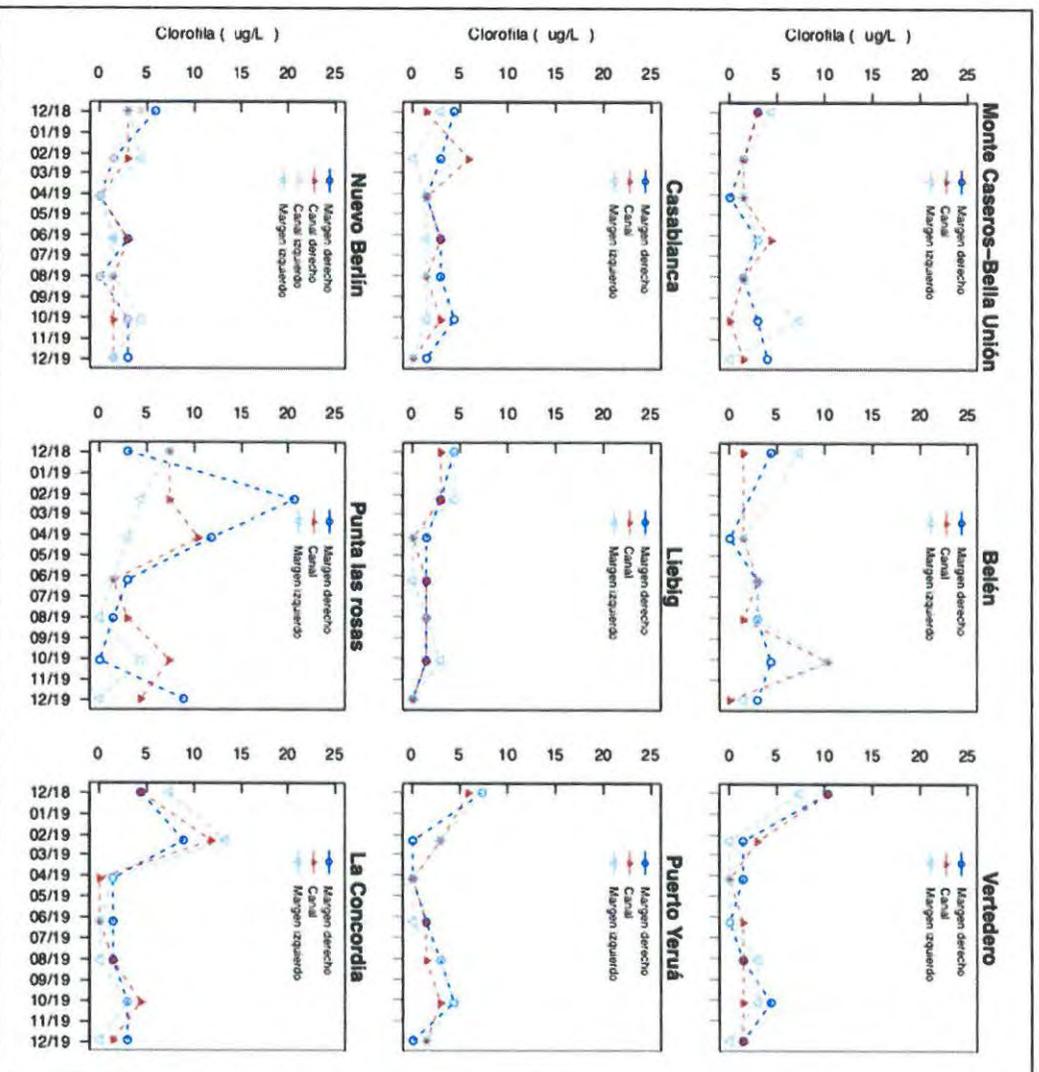
### Clorofila (in situ)

La media de clorofila para el período analizado es de 2,66  $\mu\text{g/L}$ ; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 12,21  $\mu\text{g/L}$  mientras que el mínimo se registró en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de octubre de 2019 y fue de 0,78  $\mu\text{g/L}$ .

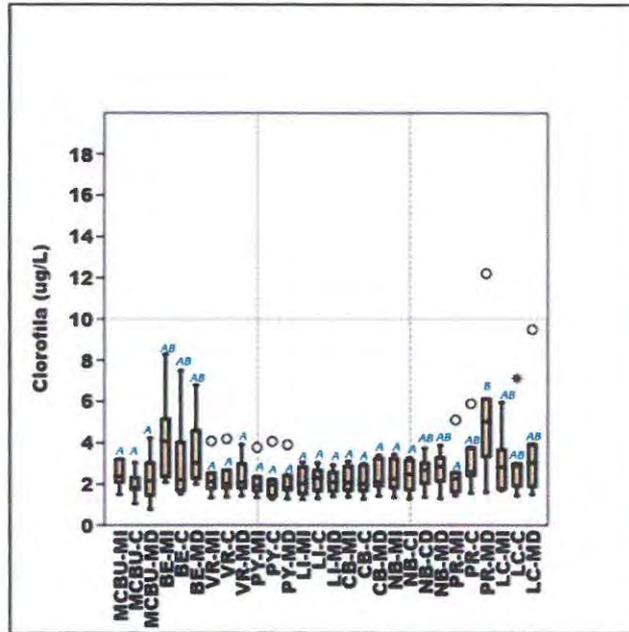
Este parámetro es medido mediante sensor de algas in situ a la vez que toma una muestra de agua para extracción y cuantificación de clorofila en laboratorio.

Valores de clorofila registrados ( $\mu\text{g/L}$ ):

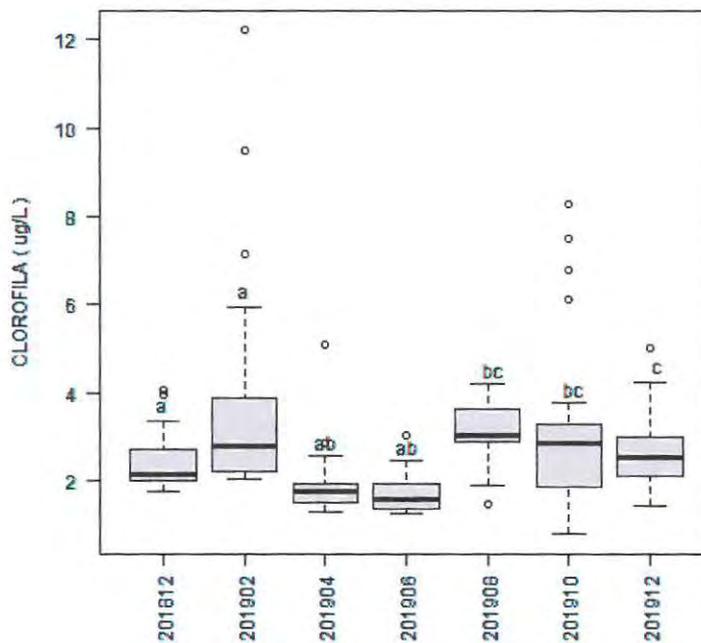
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	2,47	2,33	1,49	2,36	3,20	2,09	3,22
MCBU-C	1,74	2,04	1,82	1,78	3,03	1,05	2,30
MCBU-MD	2,40	2,15	1,96	3,02	1,45	0,78	4,23
BE-MI	4,04	s/d	2,08	2,44	4,11	8,28	4,12
BE-C	1,73	s/d	1,53	1,90	2,87	7,49	2,50
BE-MD	3,14	s/d	2,00	2,36	2,91	6,79	3,85
VR-MI	2,38	2,12	1,33	1,92	4,09	1,79	2,53
VR-C	2,00	2,15	1,38	1,92	4,19	1,82	2,68
VR-MD	2,98	2,06	1,42	1,99	3,92	1,82	2,86
PY-MI	2,10	2,34	1,34	1,90	3,77	1,86	1,67
PY-C	2,09	2,21	1,28	1,98	4,07	1,63	1,41
PY-MD	2,42	2,21	1,29	1,80	3,91	1,71	1,81
LI-MI	2,03	2,84	1,52	1,26	3,06	2,24	1,78
LI-C	1,95	2,68	1,67	1,31	3,02	2,42	2,29
LI-MD	2,08	2,57	1,65	1,41	2,93	2,50	2,04
CB-MI	1,77	2,61	1,69	1,38	3,10	2,87	2,07
CB-C	2,00	2,76	1,74	1,27	2,90	2,99	1,67
CB-MD	2,07	3,39	1,91	1,42	3,03	3,25	2,10
NB-MI	1,92	3,44	1,82	1,36	3,05	3,24	2,25
NB-CI	1,96	3,15	1,73	1,30	3,00	3,27	2,47
NB-CD	2,03	3,74	2,05	1,36	3,02	3,02	2,68
NB-MD	2,15	3,87	2,55	1,31	3,29	2,85	2,92
PR-MI	2,56	5,11	1,62	1,45	2,26	2,35	2,21
PR-C	2,51	5,90	2,83	1,56	2,42	3,76	2,60
PR-MD	3,35	12,21	5,10	1,60	3,52	6,13	5,03
LC-MI	2,83	5,95	1,77	1,69	2,30	3,68	3,35
LC-C	2,87	7,13	1,90	1,45	1,98	2,99	2,94
LC-MD	3,94	9,49	1,88	1,50	1,90	3,06	3,03



Variación temporal de Clorofila.



Análisis de Varianza espacial de Clorofila. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Clorofila. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Clorofila (laboratorio)

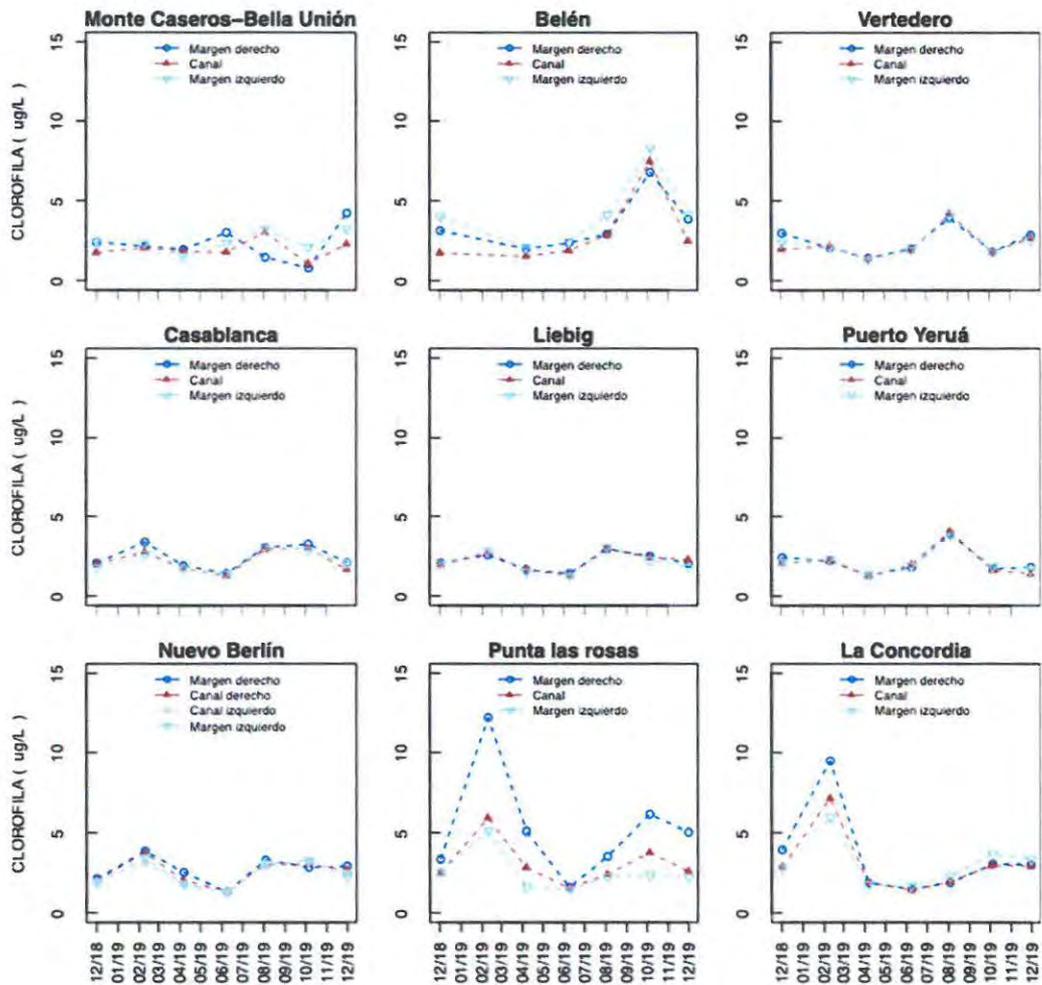
La media de clorofila a para el período analizado es de 2,8 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de febrero de 2019 con 20,7 µg/L, mientras que el mínimo fue <0,1 µg/L, coincidente con el límite de cuantificación analítico y que por tanto responde a que no ha sido posible cuantificar la presencia de clorofila A en esas ocasiones, y se registró en varios sitios en diferentes muestreos.

La ocurrencia de ese valor máximo coincide con máximos relativos en los parámetros conductividad y turbidez, y también con un mínimo relativo en la transparencia, lo que hace pensar que la oportunidad de muestreo de febrero 2019 tuvo significativa presencia de algas en ese sitio del curso de agua. También la medida in situ de clorofila en ese lugar registro su máximo absoluto.

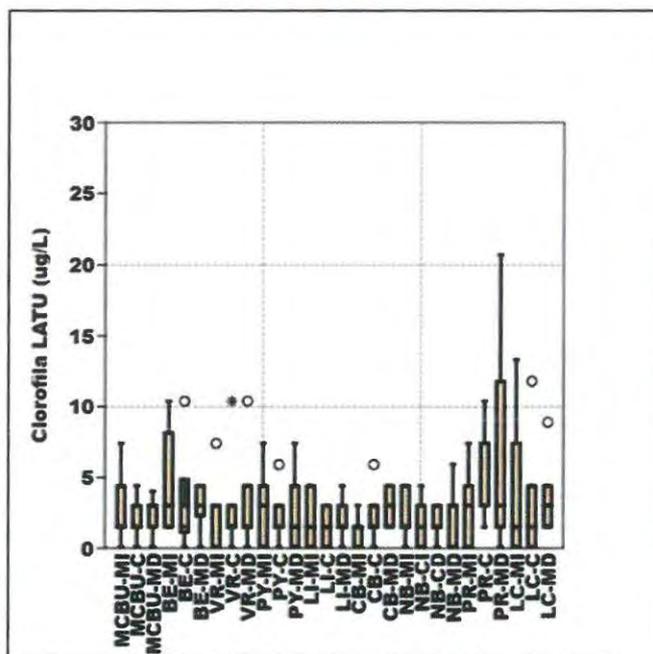
Valores de clorofila (µg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	4,4	1,5	1,5	3,0	1,5	7,4	< 0,1
MCBU-C	3,0	1,5	1,5	4,4	1,5	< 0,1	1,5
MCBU-MD	3,0	1,5	< 0,1	3,0	1,5	3,0	4,0
BE-MI	7,4	s/d	1,5	3,0	3,0	10,4	1,5
BE-C	1,5	s/d	1,5	3,0	1,5	10,4	< 0,1
BE-MD	4,4	s/d	< 0,1	3,0	3,0	4,4	3,0
VR-MI	7,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,0	3,0	< 0,1
VR-C	10,4	3,0	< 0,1	1,5	1,5	1,5	1,5
VR-MD	10,4	1,5	1,5	< 0,1	1,5	4,4	1,5
PY-MI	7,4	3,0	< 0,1	< 0,1	3,0	4,4	1,5
PY-C	5,9	3,0	< 0,1	1,5	1,5	3,0	1,5
PY-MD	7,4	< 0,1	< 0,1	1,5	3,0	4,4	< 0,1
LI-MI	4,4	4,4	< 0,1	< 0,1	1,5	3,0	< 0,1
LI-C	3,0	3,0	< 0,1	1,5	1,5	1,5	< 0,1
LI-MD	4,4	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	< 0,1
CB-MI	3,0	< 0,1	1,5	1,5	1,5	1,5	< 0,1
CB-C	1,5	5,9	1,5	3,0	1,5	3,0	< 0,1
CB-MD	4,4	3,0	1,5	3,0	3,0	4,4	1,5
NB-MI	3,0	4,4	< 0,1	1,5	1,5	4,4	1,5
NB-CI	4,4	1,5	< 0,1	1,5	< 0,1	3,0	1,5
NB-CD	3,0	3,0	< 0,1	3,0	1,5	1,5	1,5
NB-MD	5,9	1,5	< 0,1	3,0	< 0,1	3,0	3,0
PR-MI	7,4	4,4	3,0	1,5	< 0,1	4,4	< 0,1
PR-C	7,4	7,4	10,4	1,5	3,0	7,4	4,4
PR-MD	3,0	20,7	11,8	3,0	1,5	< 0,1	8,9

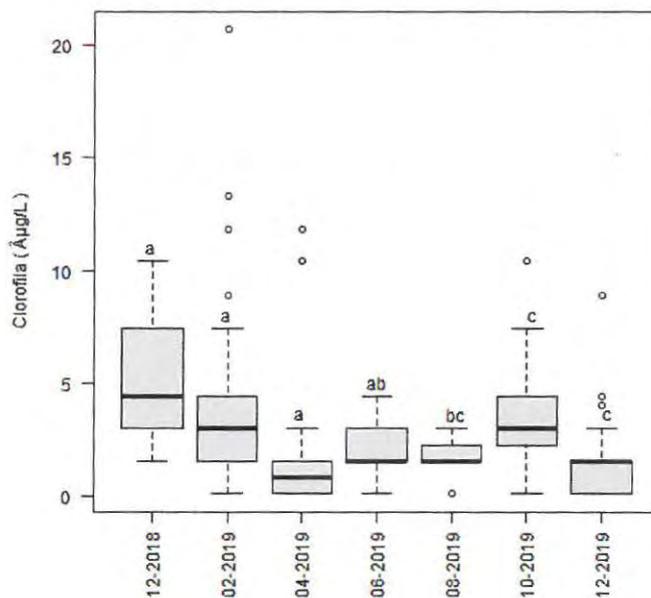
LC-MI	7,4	13,3	1,5	< 0,1	< 0,1	3,0	< 0,1
LC-C	4,4	11,8	< 0,1	< 0,1	1,5	4,4	1,5
LC-MD	4,4	8,9	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0



Variación temporal de Clorofila A medida en laboratorio.



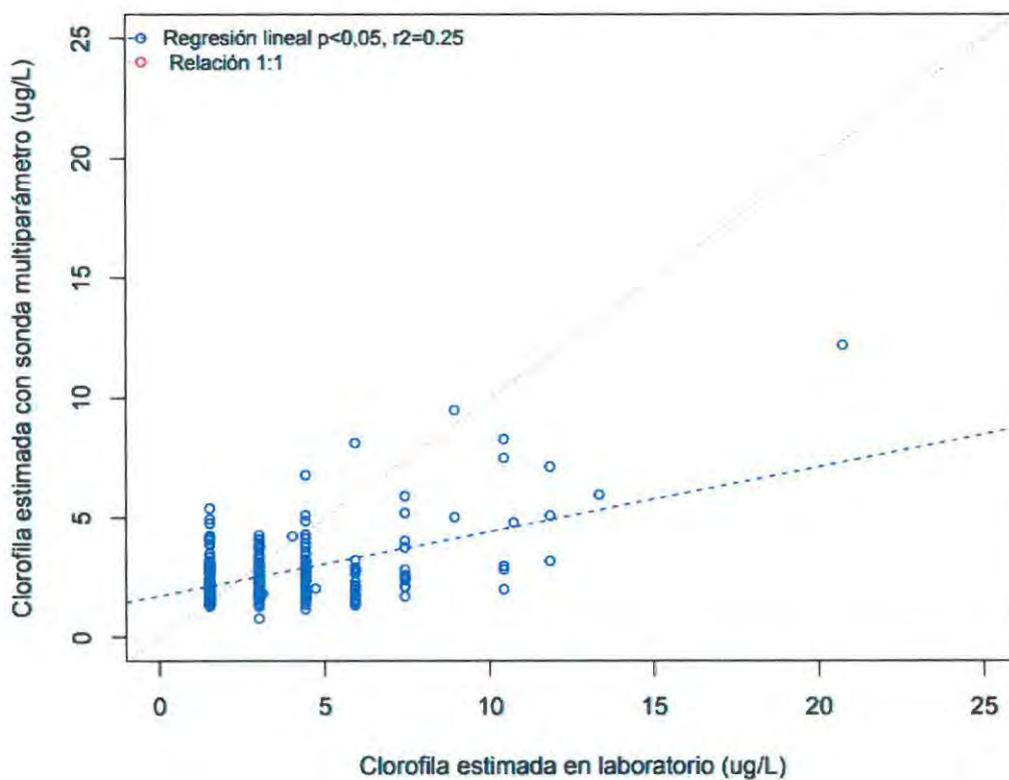
Análisis de Varianza espacial de Clorofila. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Clorofila. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

A fin de comparar las determinaciones de clorofila, se realizó un test de correlación entre las determinaciones in situ y de laboratorio de este parámetro, resultando en una baja correlación entre ambas técnicas. En consecuencia, resulta pertinente corregir a futuro las estimaciones cuantitativas adquiridas in situ (que tienen la ventaja de la rápida determinación y la facilidad de realizar múltiples mediciones en diferentes sitios) en función de las correlaciones que se tengan con los resultados de laboratorio, basadas en un mayor volumen de información.

A título informativo, se presenta la correlación obtenida entre los valores de clorofila medidos in situ y aquellos determinados analíticamente en laboratorio, considerando únicamente aquellos registros superiores al límite de cuantificación:



### Feofitina

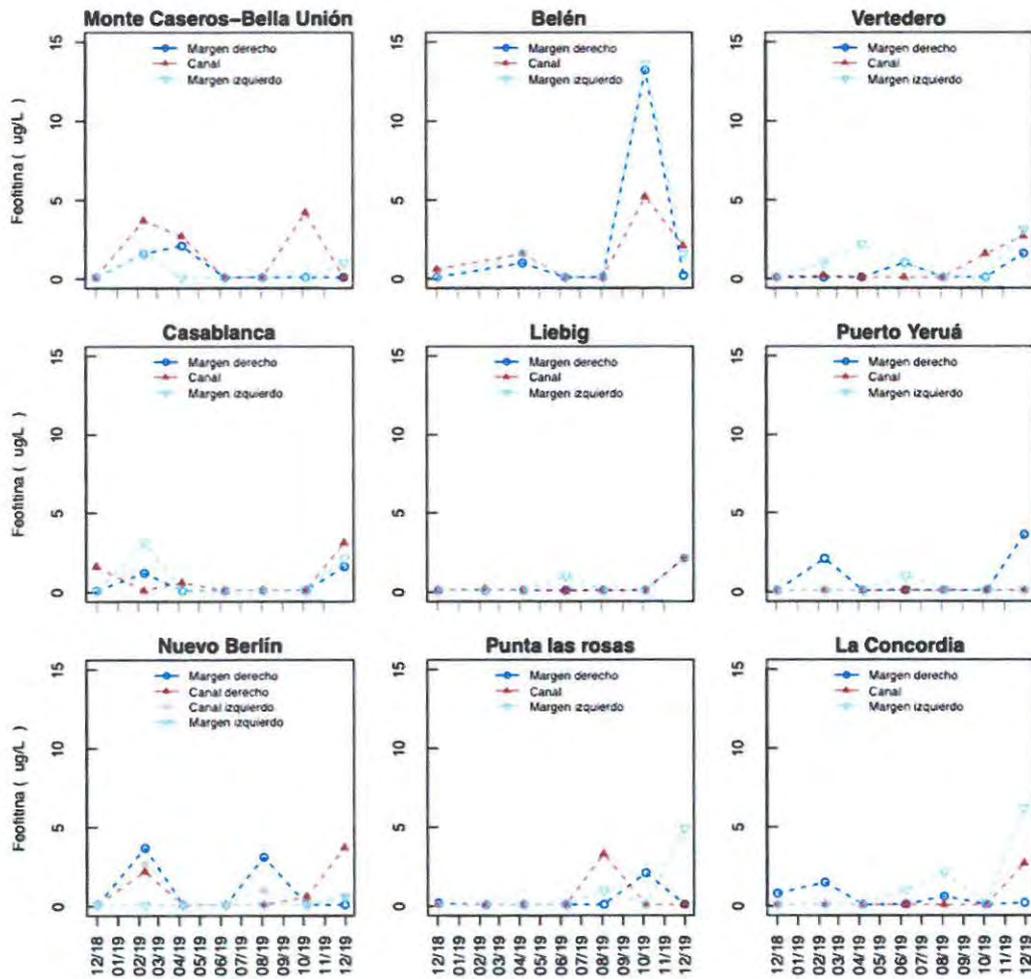
La media de feofitina para el periodo analizado es de 0,8  $\mu\text{g/L}$ ; registrándose el valor máximo en el sitio Belén margen izquierda durante el mes de octubre de 2019 con 13,6  $\mu\text{g/L}$ , mientras que el mínimo fue  $<0,1 \mu\text{g/L}$ , coincidente con el límite de cuantificación analítico y que por tanto responde a que no ha sido posible cuantificar su presencia, cuestión que ocurrió en varios sitios en diferentes muestreos.

El valor máximo antedicho resulta coincidente con otros máximos relativos de clorofila determinada en laboratorio y en campo y también en oxígeno disuelto, así como con el máximo absoluto registrado de pH, todo ello indicativo de que pudiera estar registrándose un incipiente episodio de abundancia de cianofíceas en oportunidad del muestreo.

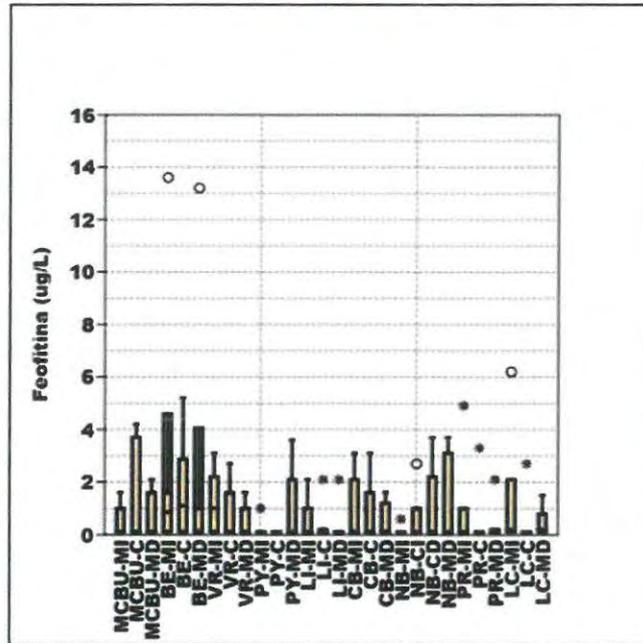
Valores de feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,1	1,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0
MCBU-C	< 0,1	3,7	2,7	< 0,1	< 0,1	4,2	< 0,1
MCBU-MD	< 0,1	1,6	2,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
BE-MI	< 0,1	s/d	1,6	< 0,1	< 0,1	13,6	1,6
BE-C	0,6	s/d	1,6	< 0,1	< 0,1	5,2	2,1
BE-MD	< 0,1	s/d	1,0	< 0,1	< 0,1	13,2	0,2
VR-MI	< 0,1	1,0	2,2	1,0	< 0,1	< 0,1	3,1
VR-C	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,6	2,7
VR-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0	< 0,1	< 0,1	1,6
PY-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PY-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PY-MD	< 0,1	2,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,6
LI-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0	< 0,1	< 0,1	2,1
LI-C	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,1
LI-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,1
CB-MI	< 0,1	3,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,1
CB-C	1,6	< 0,1	0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,1
CB-MD	< 0,1	1,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,6
NB-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6
NB-CI	< 0,1	2,7	< 0,1	< 0,1	1,0	< 0,1	0,6
NB-CD	< 0,1	2,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,6	3,7
NB-MD	< 0,1	3,7	< 0,1	< 0,1	3,1	< 0,1	< 0,1
PR-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0	< 0,1	4,9
PR-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,3	< 0,1	< 0,1
PR-MD	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,1	< 0,1

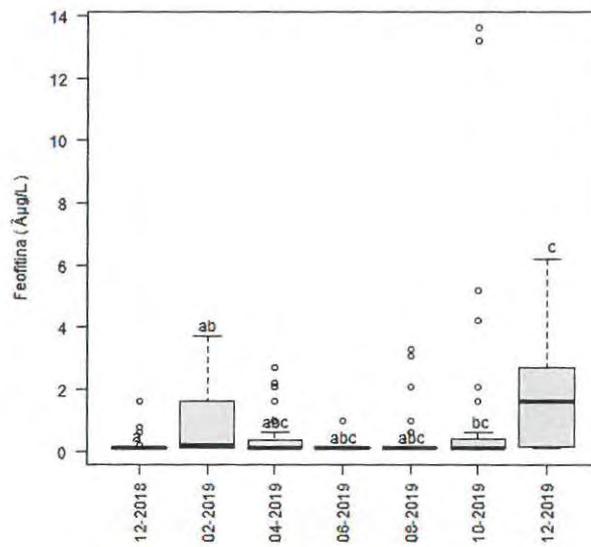
LC-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,0	2,1	0,2	6,2
LC-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,7
LC-MD	0,8	1,5	< 0,1	< 0,1	0,6	< 0,1	0,2



Variación temporal de Feofitina.



Análisis de Varianza espacial de Feofitina. No se detectaron diferencias significativas entre sitios (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Feofitina. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



### Cianobacterias potencialmente tóxicas

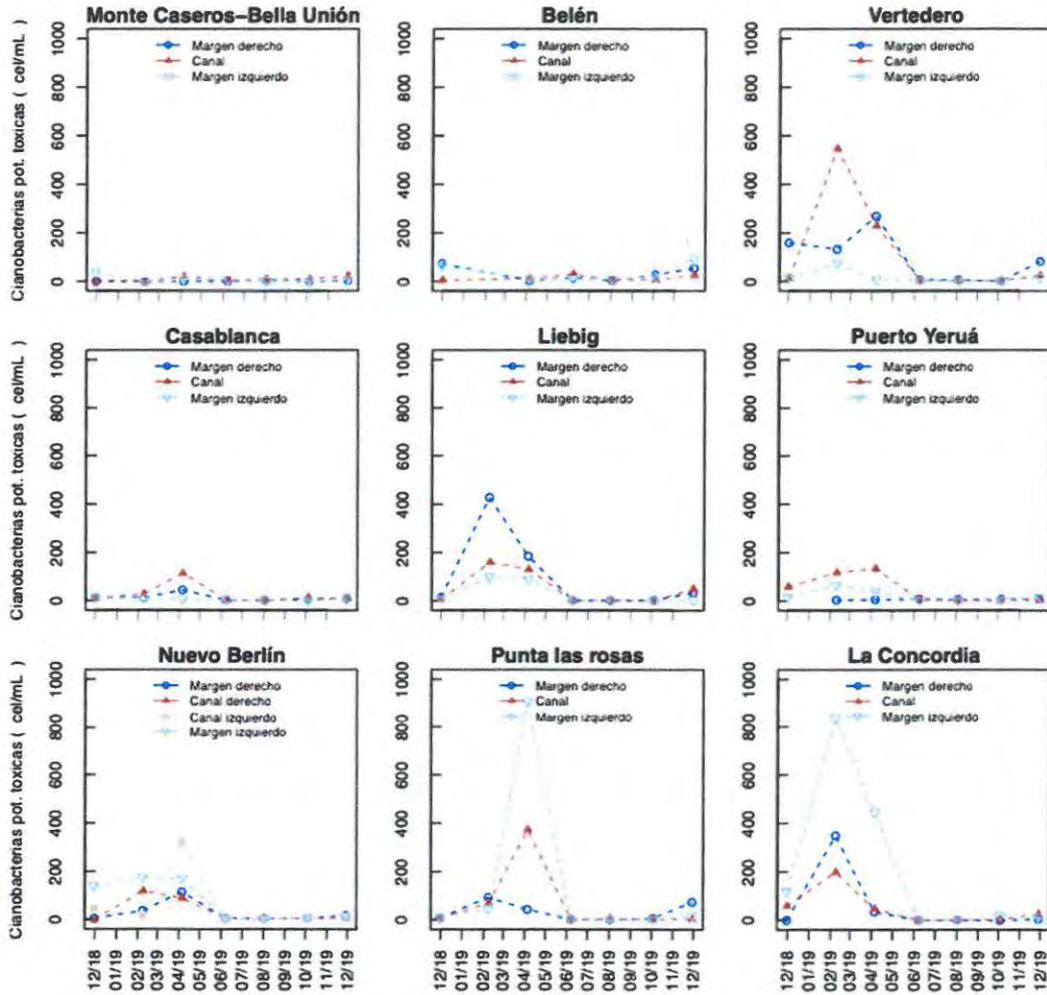
La media de cianobacterias potencialmente tóxicas para el período analizado es de 49,4 cel/mL; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen izquierda durante el mes de abril de 2019 con 907 cel/mL, mientras que el mínimo fue <0,40 cel/mL y se registró en varios sitios en diferentes muestreos. Para el periodo reportado, el límite de detección ha resultado variable (entre 0,04 cel/mL y 0,10 cel/mL).

Igualmente, los valores obtenidos están todos comprendidos en lo que se denomina "alerta baja" según el criterio de Chorus & Bartram (1999) o "Vigilancia, con riesgo bajo o nulo" según el criterio que utiliza CARU en su programa de vigilancia de playas en el río Uruguay.

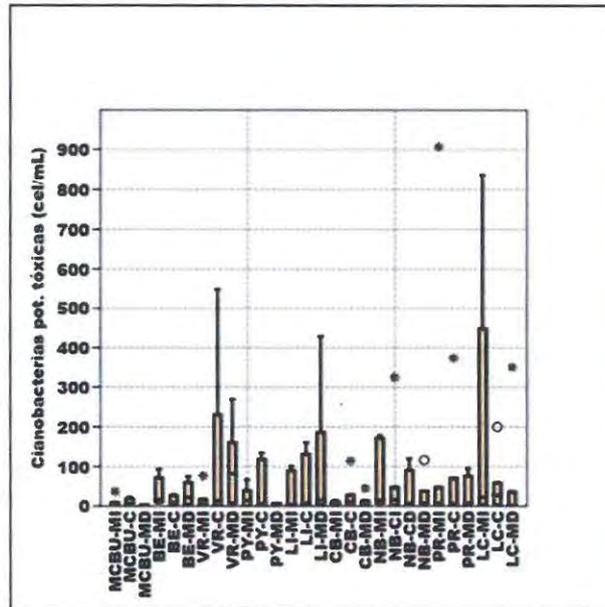
Valores de cianobacterias potencialmente tóxicas (cel/mL):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	37	1	9	8	2	3	8
MCBU-C	3	< 0,04	19	6	7	9	22
MCBU-MD	< 0,04	< 0,04	1	1	3	< 0,04	3
BE-MI	65	s/d	12	8	11	20	93
BE-C	4	s/d	12	29	6	7	25
BE-MD	74	s/d	3	15	4	28	55
VR-MI	17	76	8	3	2	1	16
VR-C	13	548	230	3	2	3	24
VR-MD	160	134	269	6	6	1	82
PY-MI	15	66	39	< 0,04	< 0,04	3	14
PY-C	58	118	134	6	1	1	4
PY-MD	s/d	4	6	7	5	7	7
LI-MI	8	100	89	3	1	1	3
LI-C	6	160	131	2	2	< 0,04	50
LI-MD	14	429	186	2	1	3	33
CB-MI	13	12	8	6	1	1	6
CB-C	11	28	114	3	1	12	9
CB-MD	12	13	45	3	3	5	8
NB-MI	142	177	171	7	5	10	15
NB-CI	47	18	325	3	2	5	16
NB-CD	< 0,10	120	90	5	4	6	7
NB-MD	6	38	116	7	6	6	18
PR-MI	8	47	907	2	1	2	20
PR-C	7	70	374	1	6	2	5
PR-MD	8	94	44	3	1	8	75
LC-MI	120	836	449	2	2	22	14
LC-C	59	200	47	1	2	3	27

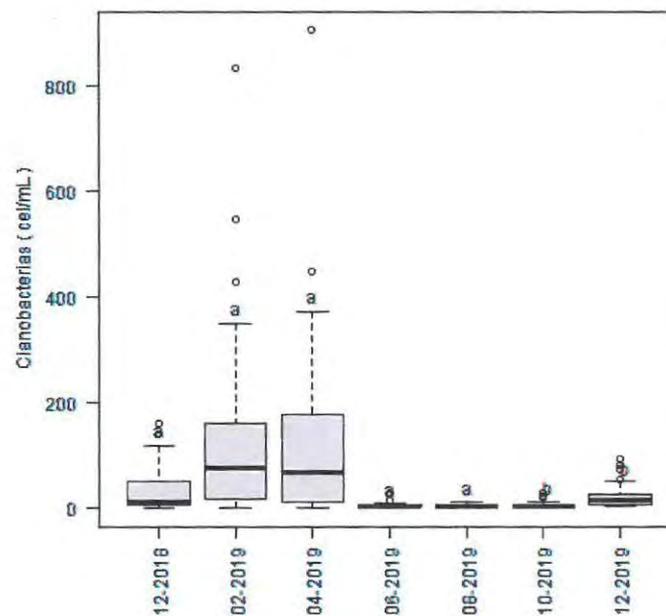
LC-MD	< 0,10	351	36	< 0,04	1	< 0,04	5
-------	--------	-----	----	--------	---	--------	---



Variación temporal de Cianobacterias potencialmente tóxicas.



Análisis de Varianza espacial de Cianobacterias potencialmente tóxicas. No se detectaron diferencias significativas entre sitios (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Cianobacterias potencialmente tóxicas. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## Enterococos

La media de Enterococos para el período analizado es de 30 UFC/100 mL; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yerúa margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 con un valor de 240 UFC/100 mL mientras que el mínimo fue < 10 UFC/100 mL y se registró en varios sitios durante diferentes épocas del año.

Como puede apreciarse de la tabla anterior y de las gráficas que a continuación se exponen, los sitios más comprometidos en este parámetro son Puerto Yerúa margen derecha, Casablanca margen izquierda y Nuevo Berlín margen derecha.

Valores de Enterococos (UFC/100 mL):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	20	50	< 10	60	10	40	10
MCBU-C	20	< 10	< 10	20	< 10	< 10	< 10
MCBU-MD	< 10	< 10	< 10	40	10	10	20
BE-MI	< 10	s/d	< 10	< 10	20	< 10	< 10
BE-C	< 10	s/d	< 10	< 10	10	< 10	10
BE-MD	< 10	s/d	60	20	< 10	< 10	90
VR-MI	< 10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	10
VR-C	< 10	< 10	< 10	< 10	20	< 10	< 10
VR-MD	< 10	< 10	< 10	< 10	20	40	10
PY-MI	20	10	50	40	20	40	80
PY-C	< 10	< 10	30	10	< 10	30	< 10
PY-MD	80	20	80	80	130	160	240
LI-MI	< 10	10	20	10	< 10	50	100
LI-C	< 10	< 10	20	< 10	< 10	10	200
LI-MD	< 10	< 10	< 10	20	< 10	40	150
CB-MI	40	30	40	170	180	< 10	120
CB-C	10	10	< 10	30	30	< 10	120
CB-MD	20	20	< 10	110	30	30	30
NB-MI	40	60	< 10	30	150	10	30
NB-CI	< 10	10	20	20	100	60	< 10
NB-CD	< 10	20	10	< 10	50	30	110
NB-MD	40	50	40	20	110	20	70
PR-MI	< 10	10	50	20	20	50	100
PR-C	10	10	10	10	40	20	10
PR-MD	20	10	< 10	20	< 10	< 10	60
LC-MI	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
LC-C	< 10	< 10	10	20	< 10	10	< 10
LC-MD	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	40

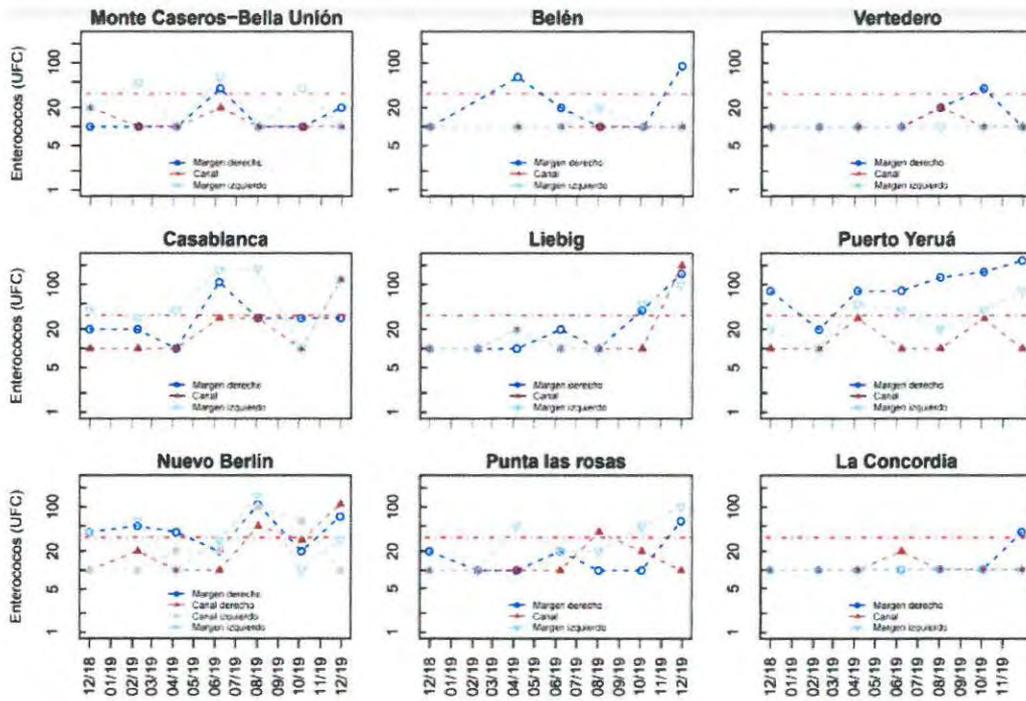


Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un valor estándar cuya media geométrica de al menos cinco muestras en 30 días no debe exceder los 33 Enterococos/100 mL para el Uso 2.

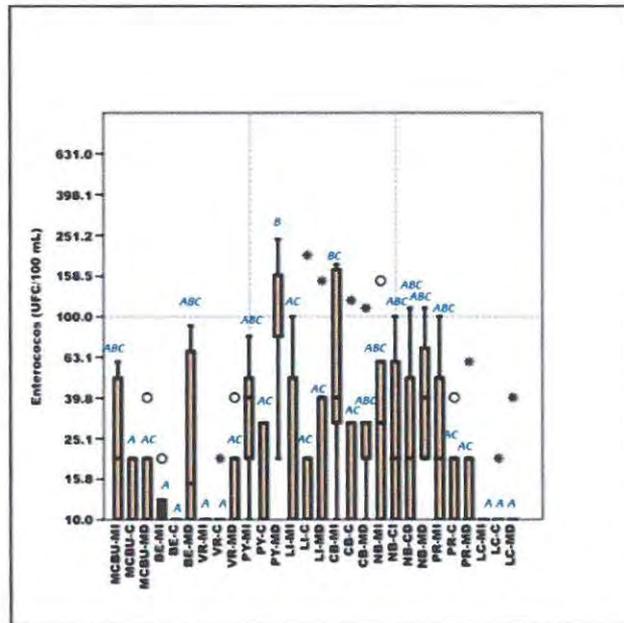
Visto que la frecuencia de las determinaciones de calidad realizadas en el marco de este programa no permite efectuar el cálculo que requiere la normativa, subsidiariamente se ha calculado la media geométrica de los siete muestreos analizados en este reporte como un estimado del nivel de cumplimiento para este parámetro. En la tabla siguiente se presentan tales medias geométricas, marcando en color naranja los sitios donde la media supera el antedicho estándar:

Sitios	Media geométrica de las 7 muestras disponibles (UFC/100 ml)
MCBU-MI	21,88
MCBU-C	12,19
MCBU-MD	13,46
BE-MI	11,22
BE-C	10,00
BE-MD	21,82
VR-MI	10,00
VR-C	11,04
VR-MD	13,46
PY-MI	30,68
PY-C	13,69
PY-MD	90,86
LI-MI	19,31
LI-C	16,94
LI-MD	19,82
CB-MI	56,16
CB-C	19,52
CB-MD	27,50
NB-MI	31,73
NB-CI	21,88
NB-CD	22,90
NB-MD	42,40
PR-MI	26,83
PR-C	13,46
PR-MD	15,75
LC-MI	10,00

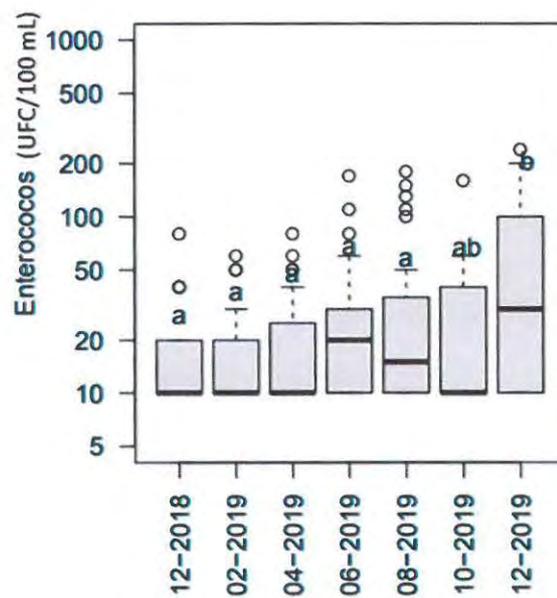
LC-C	11,04
LC-MD	12,19



*Variación temporal de Enterococos. La línea roja indica el valor límite normativo, aunque aplica a la media geométrica de cinco registros no a una determinación puntual.*



Análisis de Varianza espacial de Enterococos. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Enterococos. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Coliformes fecales

La media de Coliformes fecales para el período analizado es de 403 UFC/100 mL; registrándose el máximo valor en el sitio Puerto Yerúa margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 con un valor de 13600 UFC/100 mL mientras que el mínimo fue <10 UFC/100 mL y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Se tienen diferentes condiciones normativas según sea el uso previsto acorde al Digesto de CARU. Los que aquí adelante se utilizan son los correspondientes al USO 1 (aguas crudas o brutas destinadas al abastecimiento público con tratamiento convencional) y USO 2 (aguas destinadas a actividades de recreación con contacto directo).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula para el caso de aguas destinadas al USO 1 un valor estándar cuya media logarítmica (entendida como media geométrica) no deberá exceder las 2000 UFC/100 mL en al menos 5 muestras consecutivas, ni superar los 5000 UFC/100 mL en más del 20% de las muestras. De la aplicación de estos criterios surge que el único sitio de monitoreo en el cual se constata incumplimiento normativo para aguas destinadas al USO 1 (tanto para la media geométrica como para el 20% de las muestras) es el sitio Puerto Yerúa margen derecha, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Valores de Coliformes fecales (UFC/100 mL):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	20	100	100	80	80	180	20
MCBU-C	60	20	60	50	160	20	< 10
MCBU-MD	60	< 10	20	120	20	< 10	40
BE-MI	60	s/d	< 10	80	60	640	20
BE-C	20	s/d	20	180	160	9200	20
BE-MD	20	s/d	60	140	20	850	200
VR-MI	20	< 10	< 10	40	60	< 10	20
VR-C	20	20	< 10	80	60	< 10	20
VR-MD	< 10	< 10	< 10	60	80	20	20
PY-MI	390	200	780	1500	620	340	3300
PY-C	100	550	760	600	220	260	220
PY-MD	900	2000	1500	2100	460	12000	13600
LI-MI	120	180	180	320	180	740	80
LI-C	100	140	200	300	200	140	80
LI-MD	140	80	240	220	300	220	100
CB-MI	540	560	340	290	440	< 10	380
CB-C	240	220	160	200	60	< 10	180



CB-MD	180	180	280	440	300	20	200
NB-MI	140	60	200	280	320	260	80
NB-CI	140	180	450	220	280	240	180
NB-CD	220	240	260	240	700	420	280
NB-MD	260	140	480	380	520	380	600
PR-MI	100	100	570	220	60	140	760
PR-C	120	60	100	140	160	60	20
PR-MD	40	140	40	140	20	40	40
LC-MI	40	80	20	100	60	80	< 10
LC-C	60	20	40	160	40	60	20
LC-MD	40	< 10	20	80	40	< 10	< 10

Además, el Digesto de CARU estipula, para el Uso 2 un valor estándar cuya media logarítmica (interpretado como media geométrica) no deberá exceder las 200 UFC/100 mL en un mínimo de 5 muestras igualmente espaciadas tomadas en un período de 30 días, ni superar los 500 UFC/100 mL en más del 20% de las muestras. De la aplicación del criterio que refiere a la no superación del valor de 500 UFC/100 ml para el 20% de las muestras, según se muestra en la tabla a continuación, los sitios que no estarían cumpliendo ese requisito para el Uso 2 son los tres sitios del sector Puerto Yerúa, Casablanca margen izquierda, Nuevo Berlín margen derecha y Punta las Rosas margen izquierda. Debe hacerse notar que las muestras no han sido tomadas en un período de 30 días tal como prevé la normativa, por ello el condicional aplicado en la afirmación anterior.

Valores de Coliformes fecales (UFC/100 mL):

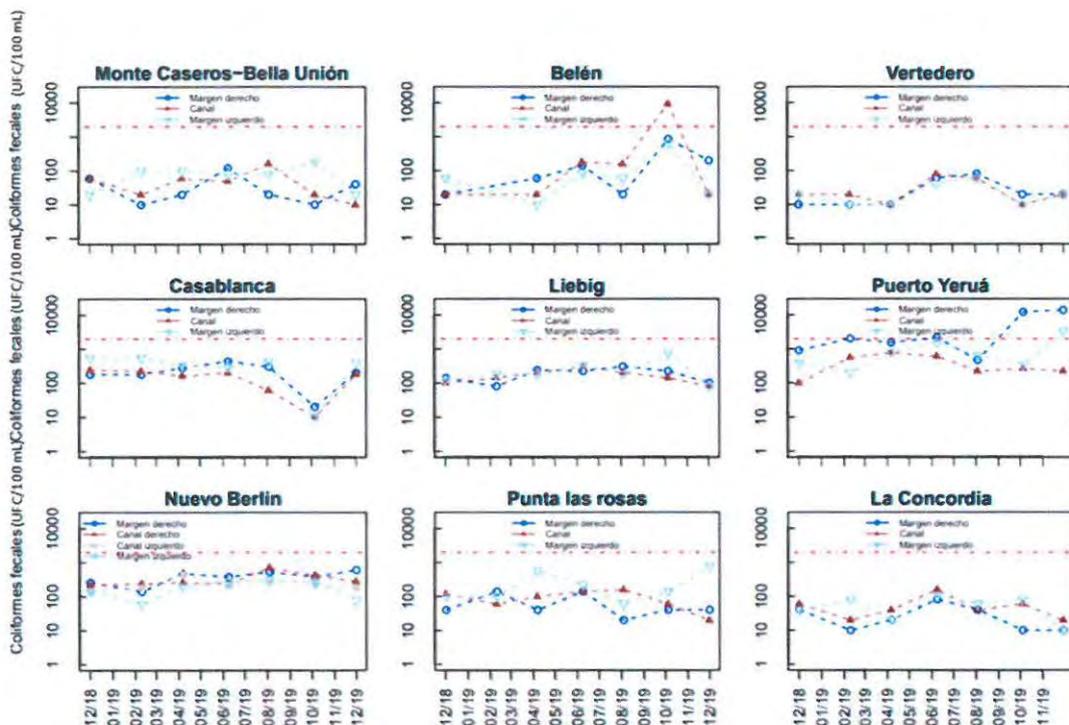
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	20	100	100	80	80	180	20
MCBU-C	60	20	60	50	160	20	< 10
MCBU-MD	60	< 10	20	120	20	< 10	40
BE-MI	60	s/d	< 10	80	60	640	20
BE-C	20	s/d	20	180	160	9200	20
BE-MD	20	s/d	60	140	20	850	200
VR-MI	20	< 10	< 10	40	60	< 10	20
VR-C	20	20	< 10	80	60	< 10	20
VR-MD	< 10	< 10	< 10	60	80	20	20
PY-MI	390	200	780	1500	620	340	3300
PY-C	100	550	760	600	220	260	220
PY-MD	900	2000	1500	2100	460	12000	13600
LI-MI	120	180	180	320	180	740	80

LI-C	100	140	200	300	200	140	80
LI-MD	140	80	240	220	300	220	100
CB-MI	540	560	340	290	440	< 10	380
CB-C	240	220	160	200	60	< 10	180
CB-MD	180	180	280	440	300	20	200
NB-MI	140	60	200	280	320	260	80
NB-CI	140	180	450	220	280	240	180
NB-CD	220	240	260	240	700	420	280
NB-MD	260	140	480	380	520	380	600
PR-MI	100	100	570	220	60	140	760
PR-C	120	60	100	140	160	60	20
PR-MD	40	140	40	140	20	40	40
LC-MI	40	80	20	100	60	80	< 10
LC-C	60	20	40	160	40	60	20
LC-MD	40	< 10	20	80	40	< 10	< 10

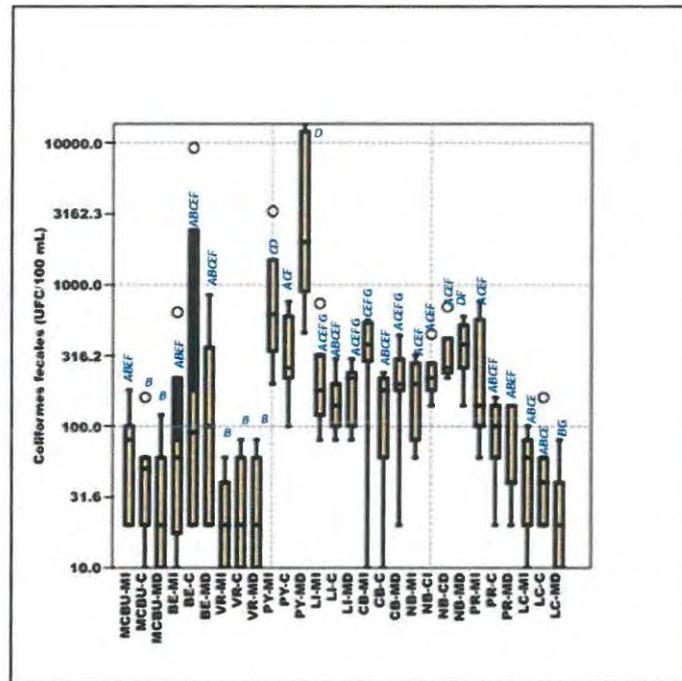
La frecuencia de las determinaciones resulta insuficiente para realizar el cálculo sobre un mínimo de cinco muestras igualmente espaciadas tomadas en un período de 30 días según lo requiere la normativa. Por ello, subsidiariamente se ha procedido a calcular la media geométrica de todos los datos obtenidos como estimativo del nivel de cumplimiento. En la tabla siguiente se presentan estos cálculos, resaltando en naranja los sitios donde la media supera el estándar de 200 UFC/100mL:

Sitios	Media geométrica de las 7 muestras disponibles (UFC/100mL)
MCBU-MI	64
MCBU-C	38
MCBU-MD	27
BE-MI	58
BE-C	113
BE-MD	91
VR-MI	19
VR-C	23
VR-MD	21
PY-MI	674
PY-C	316
PY-MD	2375
LI-MI	201
LI-C	152

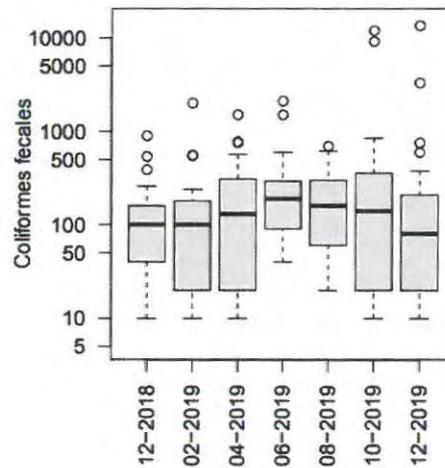
LI-MD	169
CB-MI	243
CB-C	109
CB-MD	174
NB-MI	164
NB-CI	226
NB-CD	309
NB-MD	360
PR-MI	187
PR-C	79
PR-MD	52
LC-MI	44
LC-C	45
LC-MD	22



Variación temporal de Coliformes fecales. Representación en escala logarítmica. La línea roja indica el valor límite normativo.



Análisis de Varianza espacial de Coliformes fecales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Coliformes fecales (UFC/100 mL). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



### Escherichia coli

La media de *Escherichia coli* para el período analizado es de 115 UFC/100 mL; registrándose el máximo valor en el sitio Puerto Yeruá margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 con un valor de 2200 UFC/100 mL mientras que el mínimo fue <10 UFC/100 mL y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de *Escherichia coli* (UFC/100 mL):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 10	< 10	10	40	80	60	< 10
MCBU-C	< 10	< 10	40	50	60	< 10	< 10
MCBU-MD	20	< 10	< 10	20	< 10	< 10	20
BE-MI	< 10	s/d	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
BE-C	< 10	s/d	20	< 10	20	< 10	20
BE-MD	< 10	s/d	40	< 10	20	< 10	80
VR-MI	< 10	< 10	< 10	< 10	40	< 10	20
VR-C	< 10	< 10	< 10	< 10	40	< 10	< 10
VR-MD	< 10	< 10	< 10	< 10	20	20	< 10
PY-MI	180	200	380	400	100	200	1800
PY-C	60	220	300	100	60	160	40
PY-MD	440	1700	260	400	180	400	2200
LI-MI	< 10	100	60	100	40	580	80
LI-C	< 10	140	60	200	< 10	100	40
LI-MD	40	80	20	80	100	120	80
CB-MI	190	240	280	290	400	< 10	380
CB-C	90	120	100	140	40	< 10	120
CB-MD	70	40	80	440	120	20	80
NB-MI	80	20	100	60	100	200	40
NB-CI	60	60	140	100	60	80	80
NB-CD	120	120	200	220	180	280	220
NB-MD	80	100	380	100	300	180	600
PR-MI	< 10	20	260	200	20	140	280
PR-C	40	20	40	100	100	60	< 10
PR-MD	< 10	< 10	< 10	20	< 10	< 10	20
LC-MI	< 10	60	< 10	20	< 10	80	< 10
LC-C	< 10	< 10	20	40	< 10	< 10	< 10
LC-MD	< 10	< 10	< 10	< 10	20	< 10	< 10

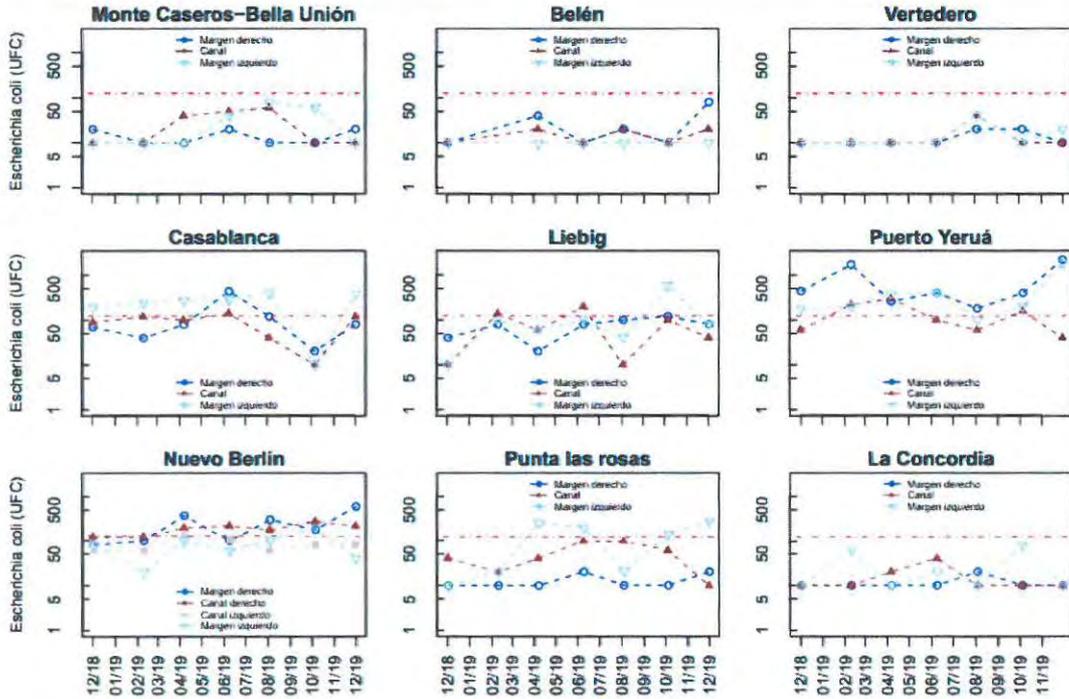
Valor límite de la norma: La media geométrica de al menos cinco muestras en treinta días no debe exceder los 126 *E. coli*/100 mL. USO 2.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un valor estándar cuya media geométrica no deberá exceder las 126 *E. coli*/100

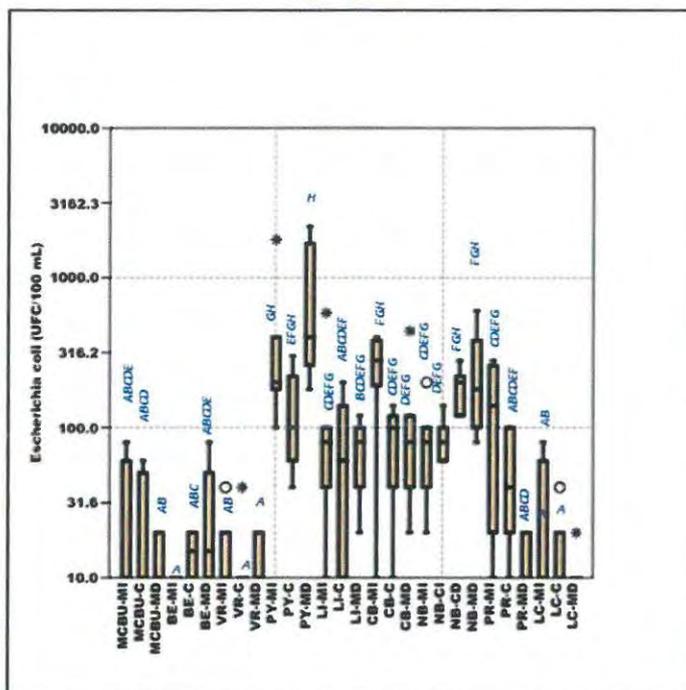
mL en un mínimo de 5 muestras igualmente espaciadas tomadas en un período de 30 días.

Visto que la frecuencia de las determinaciones de calidad realizadas en el marco de este programa no permite efectuar el cálculo que requiere la normativa, subsidiariamente se ha calculado la media geométrica de los siete muestreos realizados, como un estimado del nivel de cumplimiento para este parámetro. En la tabla siguiente se presentan tales medias geométricas, marcando en color naranja los sitios donde esta media supera el antedicho estándar:

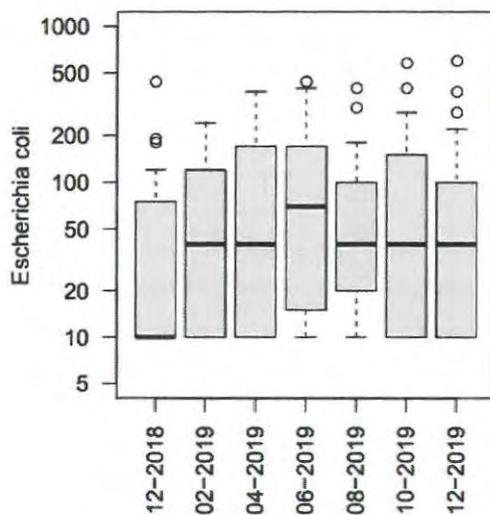
Sitios	Media geométrica en 7 muestras USO 2
MCBU-MI	21
MCBU-C	20
MCBU-MD	13
BE-MI	10
BE-C	14
BE-MD	20
VR-MI	13
VR-C	12
VR-MD	12
PY-MI	296
PY-C	106
PY-MD	534
LI-MI	73
LI-C	49
LI-MD	65
CB-MI	178
CB-C	69
CB-MD	79
NB-MI	69
NB-CI	79
NB-CD	184
NB-MD	193
PR-MI	70
PR-C	41
PR-MD	12
LC-MI	19
LC-C	13
LC-MD	11



Variación temporal de *E. coli* (representación en escala logarítmica). La línea roja indica el valor límite normativo.



Análisis de Varianza espacial de *Escherichia coli*. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de *Escherichia coli* (UFC/100mL). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

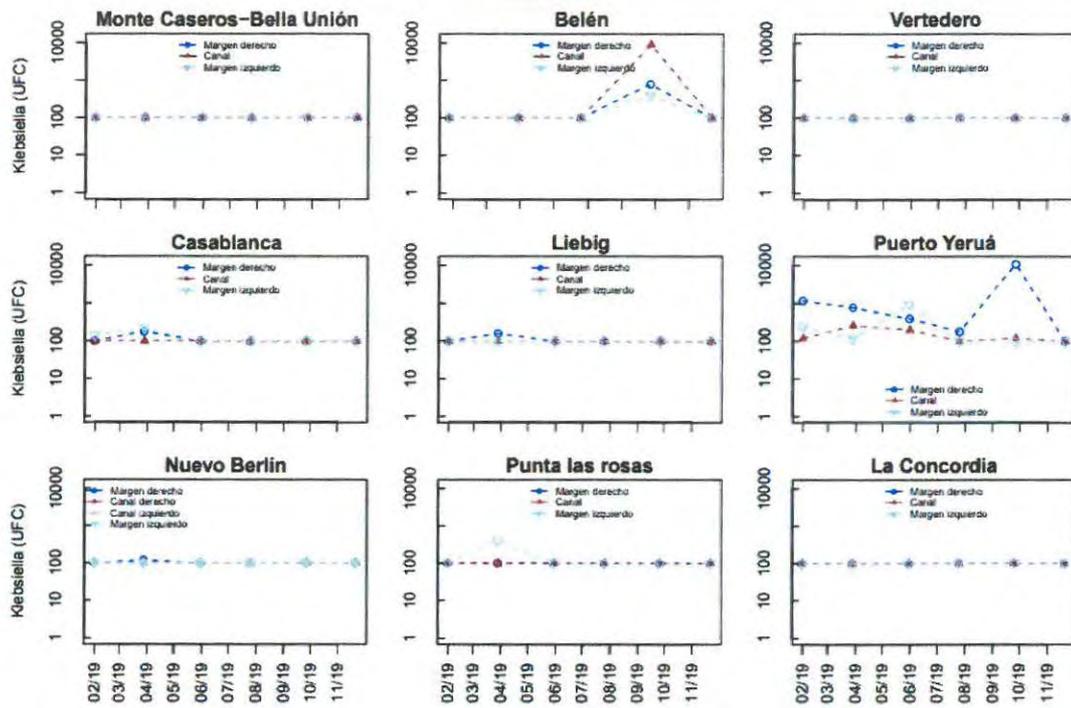


***Klebsiella sp.***

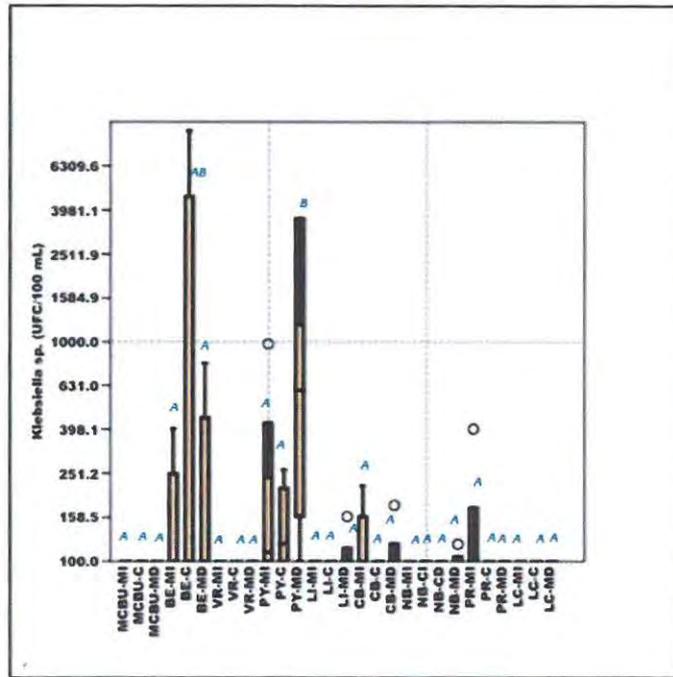
La media de *Klebsiella sp.* para el período analizado es de 252 UFC/100 mL; registrándose el máximo valor en el sitio Puerto Yerúa margen derecha durante el mes de octubre de 2019 con un valor de 11000 UFC/100 mL mientras que el mínimo fue <100 UFC/100 mL y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de *Klebsiella sp.* (UFC/100 mL):

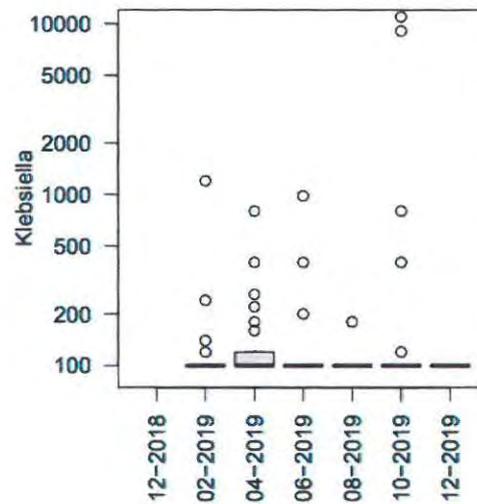
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
MCBU-C	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
MCBU-MD	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
BE-MI	s/d	s/d	< 100	< 100	< 100	400	< 100
BE-C	s/d	s/d	< 100	< 100	< 100	9100	< 100
BE-MD	s/d	s/d	< 100	< 100	< 100	800	< 100
VR-MI	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
VR-C	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
VR-MD	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
PY-MI	s/d	240	120	980	100	< 100	100
PY-C	s/d	120	260	200	< 100	120	< 100
PY-MD	s/d	1200	800	400	180	11000	< 100
LI-MI	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
LI-C	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
LI-MD	s/d	< 100	160	< 100	< 100	< 100	< 100
CB-MI	s/d	140	220	< 100	< 100	< 100	< 100
CB-C	s/d	100	100	< 100	< 100	< 100	< 100
CB-MD	s/d	< 100	180	< 100	< 100	< 100	< 100
NB-MI	s/d	< 100	100	< 100	< 100	< 100	< 100
NB-CI	s/d	< 100	< 100	< 100	100	< 100	< 100
NB-CD	s/d	< 100	100	< 100	100	< 100	< 100
NB-MD	s/d	< 100	120	< 100	< 100	< 100	< 100
PR-MI	s/d	< 100	400	< 100	< 100	< 100	< 100
PR-C	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
PR-MD	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
LC-MI	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
LC-C	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
LC-MD	s/d	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100



Variación temporal de *Klebsiella sp.* (representación en escala logarítmica).



Análisis de Varianza espacial de *Klebsiella* sp. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de *Klebsiella* sp. (UFC/100mL). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

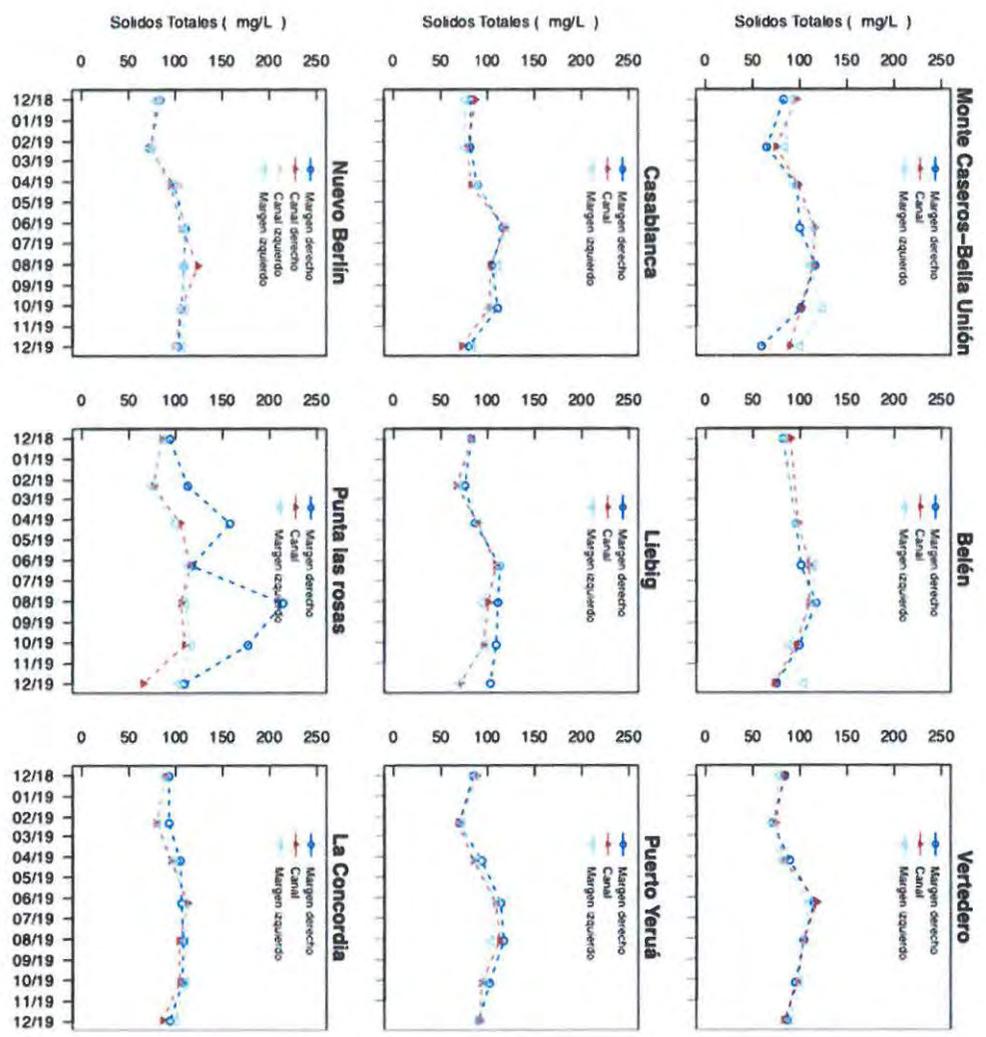
### Sólidos totales

La media de sólido totales para el período analizado es de 96,9 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con 214 mg/L, mientras que el mínimo fue 59 mg/L registrado en Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de diciembre de 2019.

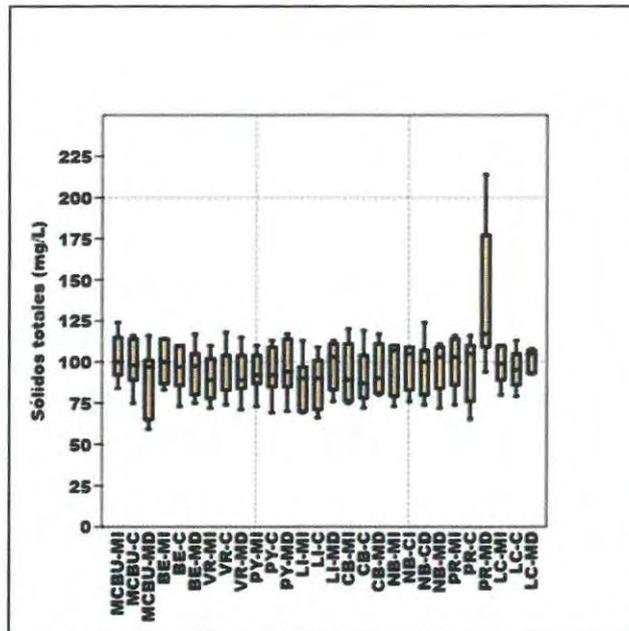
El sitio Punta las Rosas margen derecha denota sostenidos niveles superiores a los de los demás sitios de ese sector y del resto de los sectores del río, lo que sería indicativo de que se está relevando allí una fracción del río que proviene fundamentalmente del escurrimiento de esa margen.

Valores de sólidos totales (mg/L):

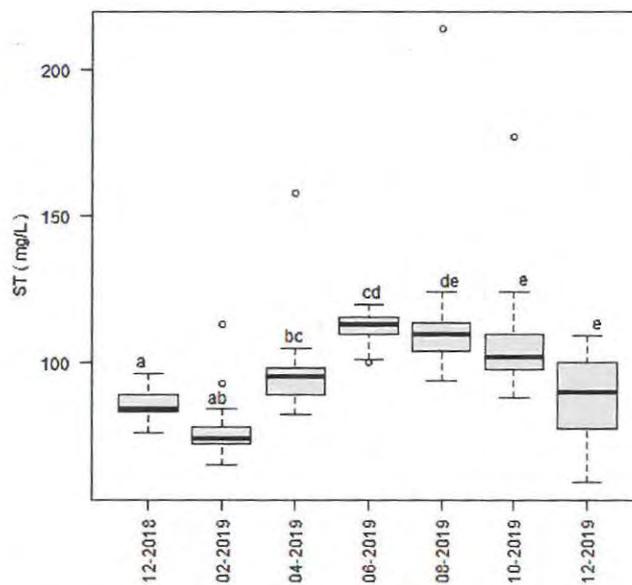
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	92	84	94	115	111	124	100
MCBU-C	96	75	98	116	114	101	89
MCBU-MD	83	65	97	100	116	101	59
BE-MI	83	s/d	96	114	114	88	104
BE-C	90	s/d	98	110	110	96	73
BE-MD	82	s/d	96	101	117	99	75
VR-MI	78	72	82	110	102	99	89
VR-C	83	74	83	118	104	98	83
VR-MD	84	71	89	115	104	95	86
PY-MI	87	73	88	110	104	97	92
PY-C	89	69	85	109	113	94	92
PY-MD	85	70	94	114	117	102	91
LI-MI	84	69	90	113	94	97	70
LI-C	83	66	90	109	101	96	71
LI-MD	83	76	87	113	111	109	103
CB-MI	76	75	89	120	111	102	84
CB-C	87	78	82	119	104	102	72
CB-MD	82	81	90	117	105	111	80
NB-MI	79	73	97	110	109	110	107
NB-CI	83	76	105	109	109	105	99
NB-CD	80	74	95	107	124	106	100
NB-MD	84	72	99	111	109	106	103
PR-MI	86	74	100	114	110	116	103
PR-C	85	76	105	116	106	110	65
PR-MD	94	113	158	117	214	177	109
LC-MI	89	80	98	110	110	110	99
LC-C	89	79	95	113	104	105	86



Variación temporal de Sólidos totales.



*Análisis de Varianza espacial de Sólidos totales. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Sólidos totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



### Sólidos disueltos totales

La media de sólido disueltos totales para el período analizado es de 89,13 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con 189 mg/L, mientras que el mínimo fue 55 mg/L registrado en Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Sólidos totales disueltos de 500 mg/L (USO 1); este valor no ha sido superado en ninguna circunstancia.

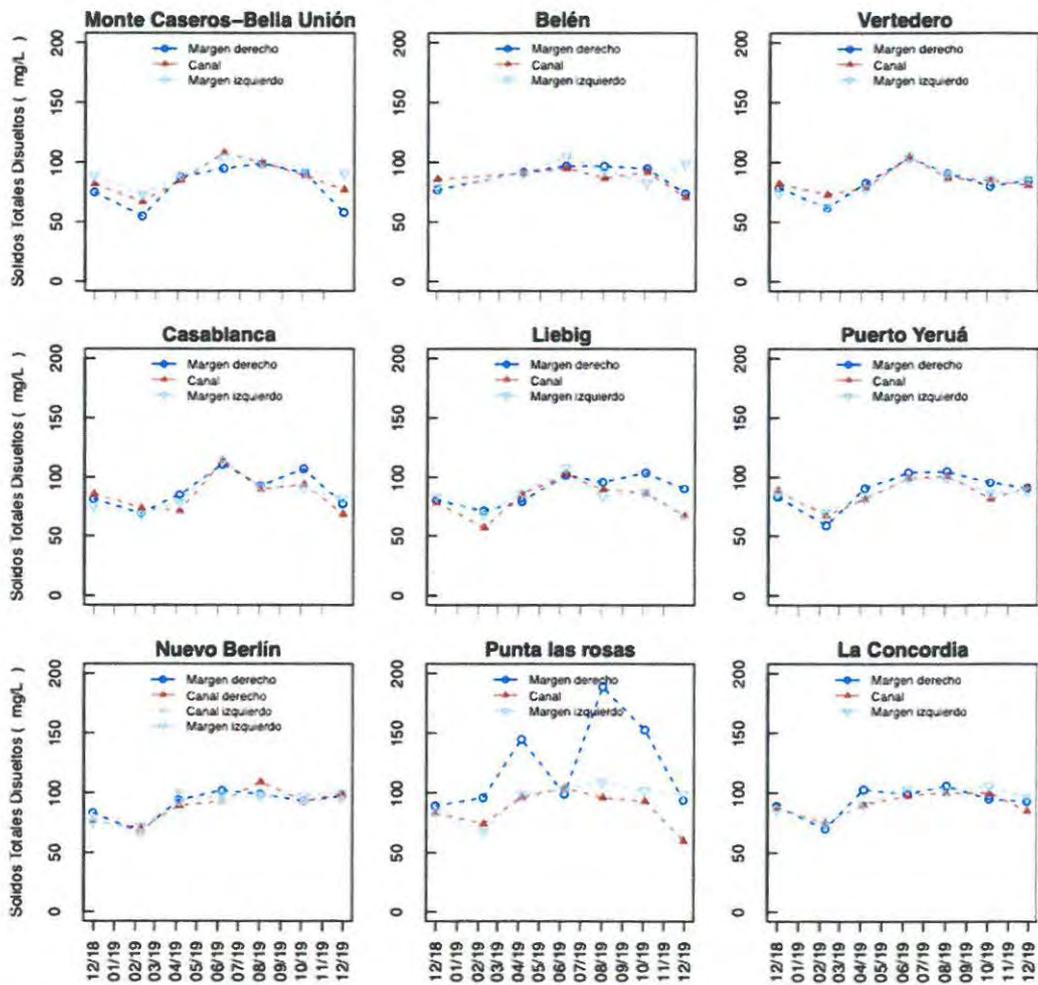
Nuevamente para este parámetro se puede apreciar similar comportamiento al descrito para el parámetro sólidos totales. Los sólidos disueltos totales presentan diferencias significativas en el sector Punta las Rosas margen derecha, respecto del resto de los sitios.

Valores de sólidos disueltos totales (mg/L):

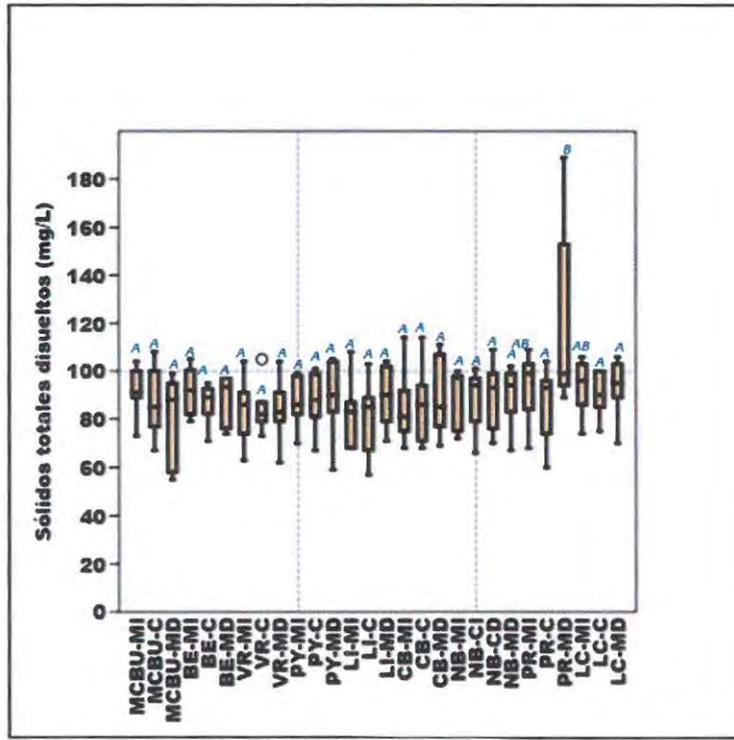
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	89	73	89	104	100	92	91
MCBU-C	82	67	85	108	100	89	77
MCBU-MD	75	55	88	95	99	91	58
BE-MI	79	s/d	91	105	93	83	99
BE-C	86	s/d	91	95	87	92	71
BE-MD	77	s/d	92	97	97	95	74
VR-MI	74	63	78	104	91	86	86
VR-C	82	73	79	105	87	85	81
VR-MD	79	62	83	104	91	80	85
PY-MI	86	70	82	98	99	86	88
PY-C	88	67	81	99	101	81	90
PY-MD	83	59	90	104	105	95	90
LI-MI	83	68	86	108	83	87	68
LI-C	78	57	85	103	89	86	67
LI-MD	80	71	79	102	96	104	90
CB-MI	75	68	78	114	92	91	81
CB-C	86	73	71	114	90	94	68
CB-MD	81	69	85	111	93	107	77
NB-MI	75	72	93	98	98	97	100
NB-CI	79	66	101	94	97	93	94
NB-CD	76	70	89	93	109	93	99
NB-MD	83	67	94	102	99	93	97
PR-MI	84	68	99	103	109	102	99
PR-C	83	74	96	104	96	93	60

PR-MD	89	96	145	99	189	153	94
LC-MI	86	74	91	103	102	106	96
LC-C	87	75	90	98	100	100	85
LC-MD	89	70	103	99	106	95	93

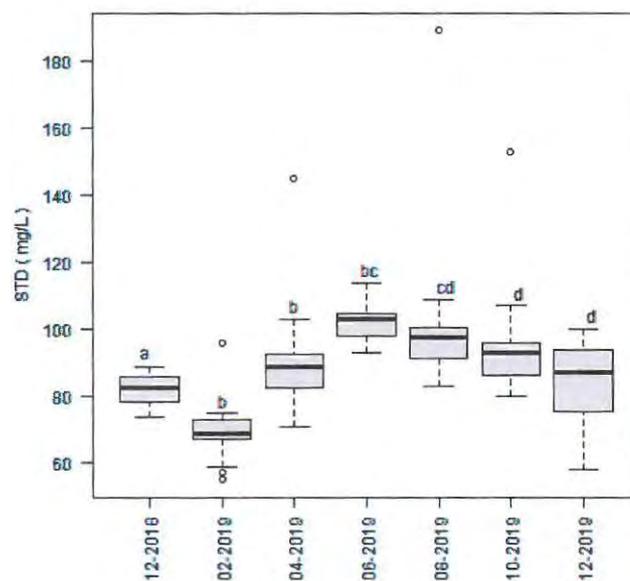
Valor límite de la norma: 500 mg/L (Digesto de CARU, USO 1).



Variación temporal de Sólidos disueltos totales.



*Análisis de Varianza espacial de Sólidos disueltos totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Sólidos disueltos totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

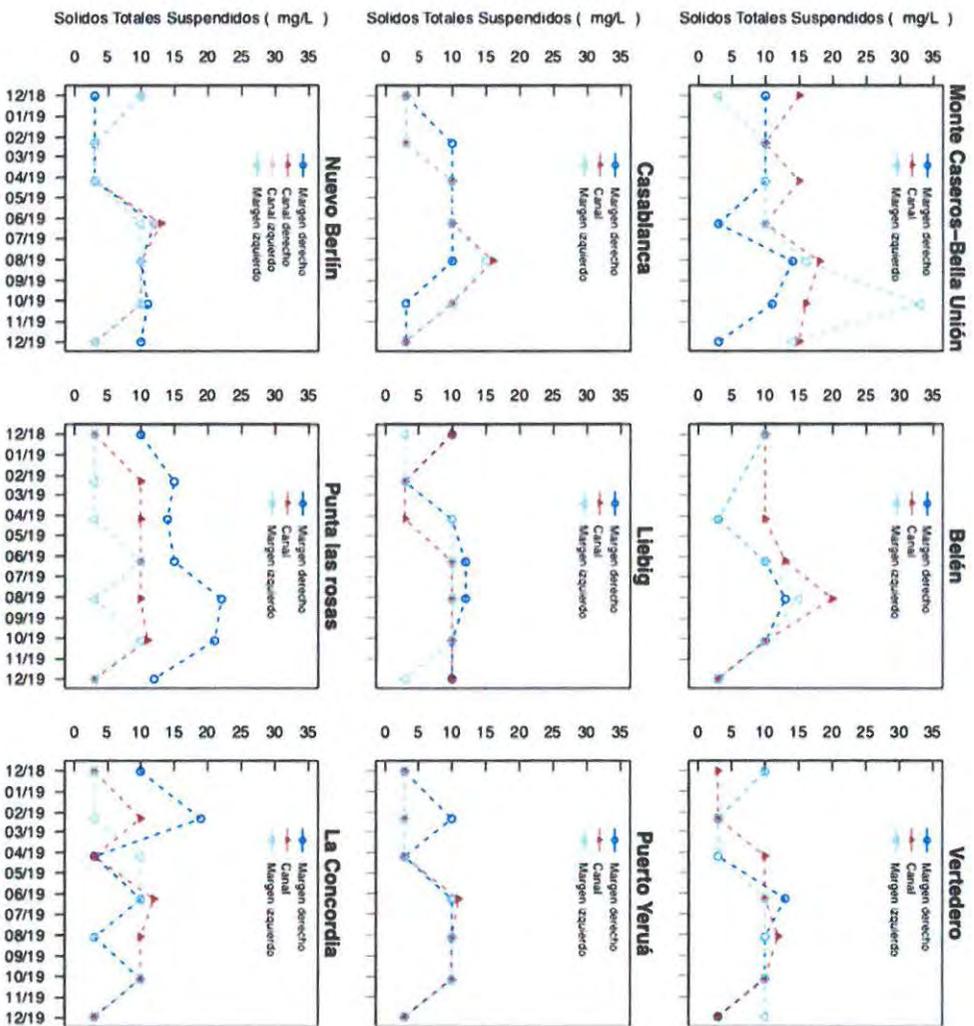
### Sólidos totales suspendidos

La media de sólidos totales suspendidos para el período analizado es de 8,2 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen izquierda durante el mes de octubre de 2019 con 33 mg/L, mientras que el mínimo, coincidente con el límite de detección, fue <3 mg/L y se registró en varios sitios en diferentes momentos de muestreo.

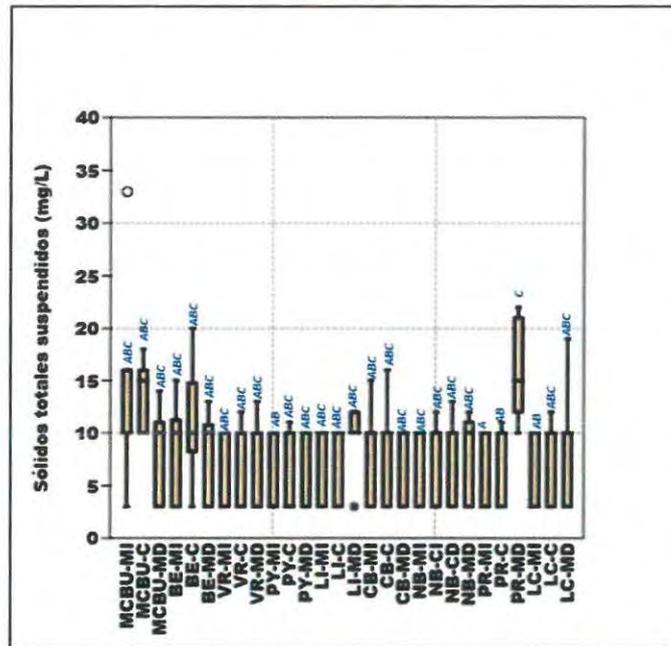
Los sólidos suspendidos totales presentan sus valores más altos en el sector Punta las Rosas margen derecha, seguidos por el centro y la margen izquierda de Monte Caseros– Bella Unión y la margen derecha de Liebigh.

Valores de sólidos totales suspendidos (mg/L):

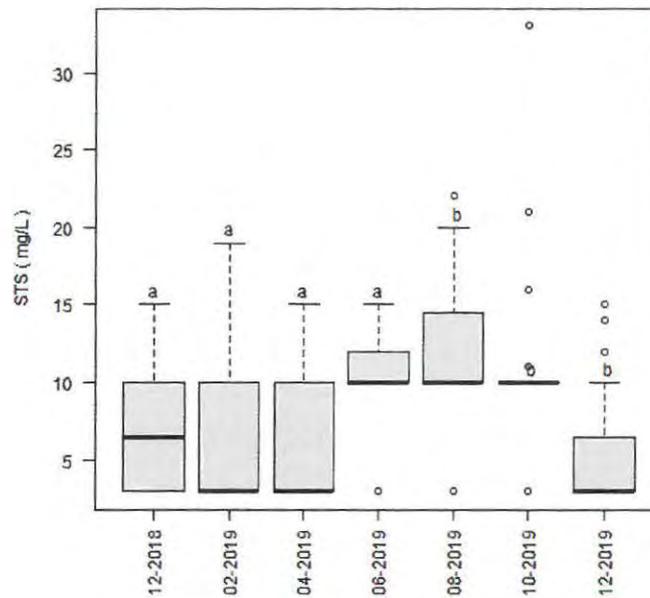
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 3	10	< 10	< 10	16	33	14
MCBU-C	15	< 10	15	10	18	16	15
MCBU-MD	< 10	< 10	< 10	< 3	14	11	< 3
BE-MI	< 10	s/d	< 3	< 10	15	< 10	< 3
BE-C	< 10	s/d	< 10	13	20	< 10	< 3
BE-MD	< 10	s/d	< 3	< 10	13	< 10	< 3
VR-MI	< 10	< 3	< 3	< 10	< 10	< 10	< 10
VR-C	< 3	< 3	< 10	10	12	10	< 3
VR-MD	< 10	< 3	< 3	13	< 10	< 10	< 3
PY-MI	< 3	< 3	< 3	10	< 10	< 10	< 3
PY-C	< 3	< 3	< 3	11	< 10	< 10	< 3
PY-MD	< 3	< 10	< 3	< 10	10	< 10	< 3
LI-MI	< 3	< 3	< 10	< 10	< 10	< 10	< 3
LI-C	< 10	< 3	< 3	< 10	< 10	< 10	< 10
LI-MD	< 10	< 3	< 10	12	12	< 10	< 10
CB-MI	< 3	< 3	< 10	< 10	15	< 10	< 3
CB-C	< 3	< 3	< 10	< 10	16	< 10	< 3
CB-MD	< 3	< 10	< 10	< 10	< 10	< 3	< 3
NB-MI	< 10	< 3	< 3	< 10	< 10	< 10	< 3
NB-CI	< 10	< 3	< 3	12	< 10	< 10	< 3
NB-CD	< 10	< 3	< 3	13	10	< 10	< 3
NB-MD	< 3	< 3	< 3	12	< 10	11	< 10
PR-MI	< 3	< 3	< 3	< 10	< 3	< 10	< 3
PR-C	< 3	< 10	< 10	< 10	< 10	11	< 3
PR-MD	< 10	15	14	15	22	21	12
LC-MI	< 3	< 3	< 10	< 10	< 3	< 10	< 3
LC-C	< 3	< 10	< 3	12	< 10	< 10	< 3
LC-MD	< 10	19	< 3	< 10	< 3	< 10	< 3



*Variación temporal de Sólidos totales suspendidos.*



Análisis de Varianza espacial de Sólidos totales suspendidos. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de Sólidos suspendidos totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Si bien se detectan diferencias significativas mediante los test realizados, se advierte que en su interpretación debe considerarse que la mayoría de los valores utilizados coinciden numéricamente con el límite de cuantificación o con el límite de detección de la técnica.



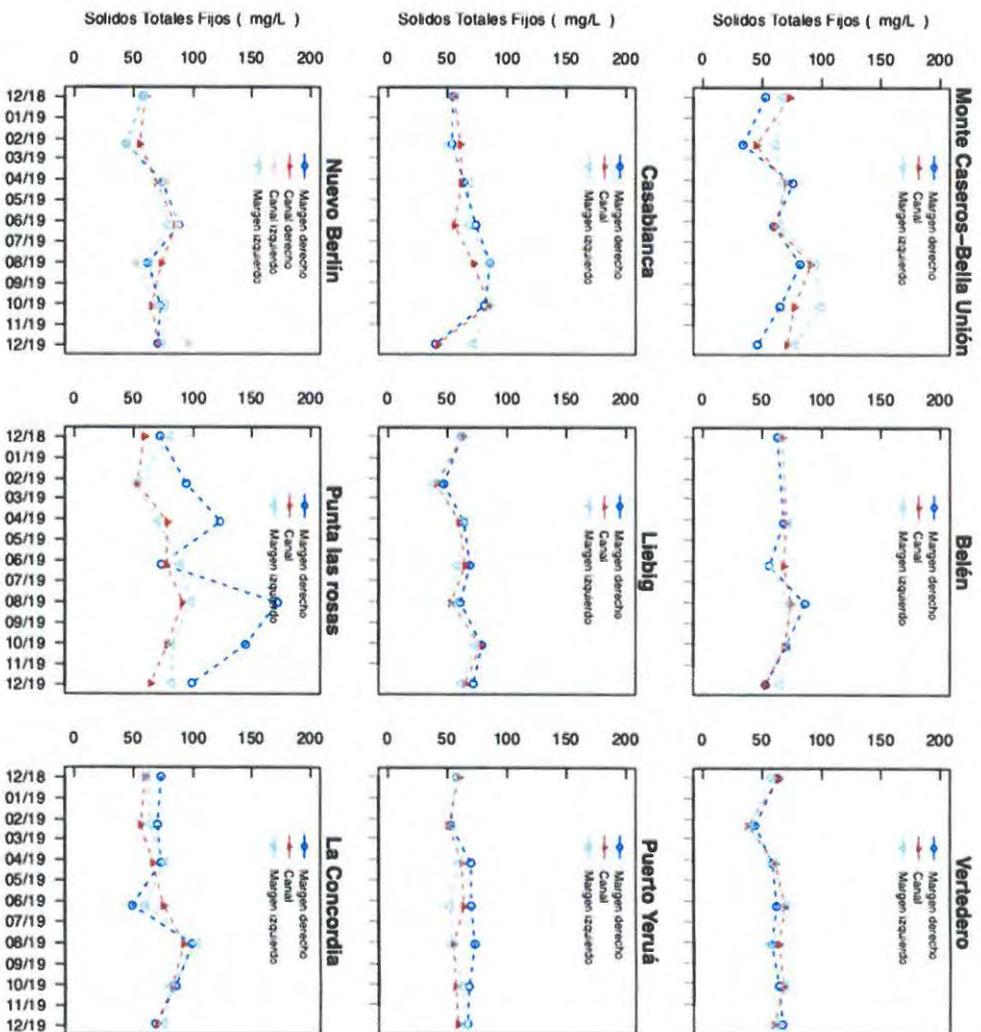
### Sólidos totales fijos

La media de sólidos totales fijos para el período analizado es de 67 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con 172 mg/L; mientras que el mínimo fue 34 mg/L y se registró en el sitio Monte Caseros-Bella Unión en el mes de febrero de 2019.

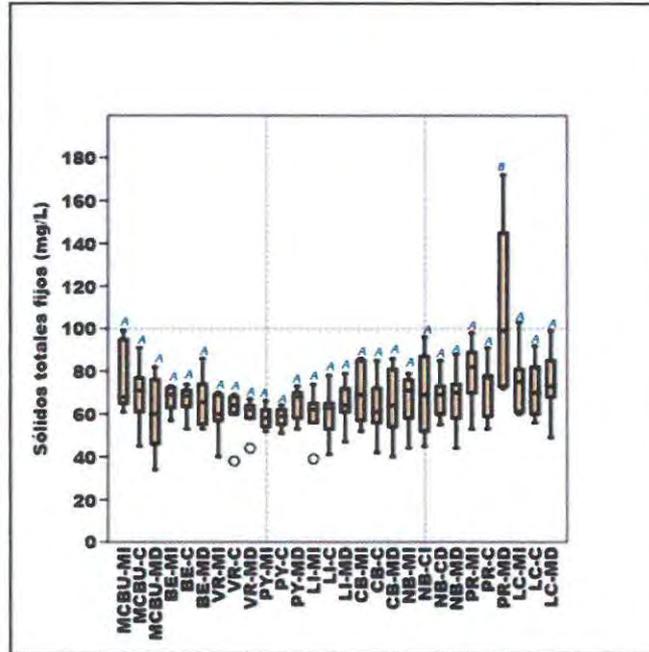
En este caso vuelve a resultar evidente el caso del sitio Punta las Rosas margen derecha, que es el único que presenta diferencias significativas con respecto a todos los demás sitios muestreados.

Valores de sólidos totales fijos (mg/L):

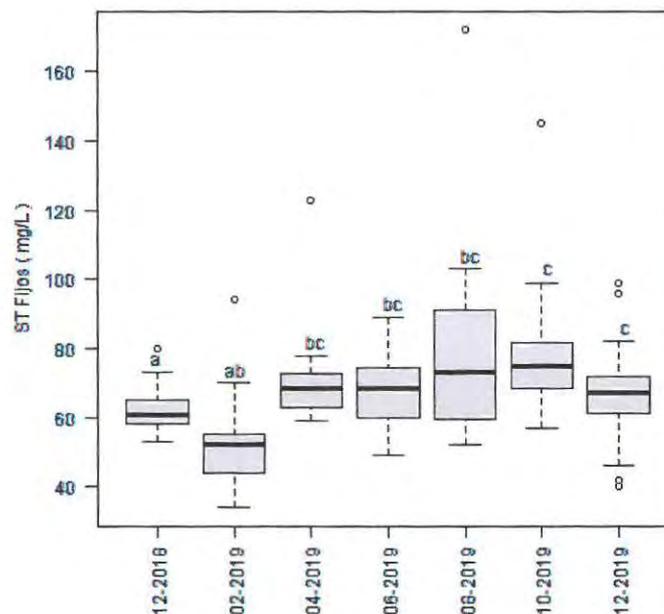
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	67	61	68	65	95	99	77
MCBU-C	73	45	70	61	91	77	71
MCBU-MD	53	34	76	60	82	65	46
BE-MI	66	s/d	72	57	73	72	65
BE-C	67	s/d	70	68	74	69	53
BE-MD	63	s/d	68	56	86	70	53
VR-MI	58	40	60	70	57	69	62
VR-C	64	38	61	69	64	68	60
VR-MD	63	44	59	62	58	64	67
PY-MI	58	54	60	52	54	62	66
PY-C	60	51	62	64	55	57	59
PY-MD	58	53	70	70	73	68	67
LI-MI	62	39	65	58	56	74	62
LI-C	63	41	60	65	53	78	65
LI-MD	62	47	64	69	61	79	72
CB-MI	57	52	68	69	86	85	72
CB-C	56	61	62	56	72	85	42
CB-MD	55	54	64	74	86	81	40
NB-MI	58	44	71	79	63	76	73
NB-CI	59	45	77	87	52	69	96
NB-CD	60	55	69	85	73	65	70
NB-MD	58	44	74	88	62	72	70
PR-MI	80	53	70	89	98	82	82
PR-C	59	53	78	77	91	78	64
PR-MD	72	94	123	73	172	145	99
LC-MI	61	64	76	60	103	81	75
LC-C	60	56	66	75	92	82	70
LC-MD	73	70	73	49	99	85	68



*Variación temporal de Sólidos totales fijos.*



*Análisis de Varianza espacial de Sólidos totales fijos. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de Sólidos fijos totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

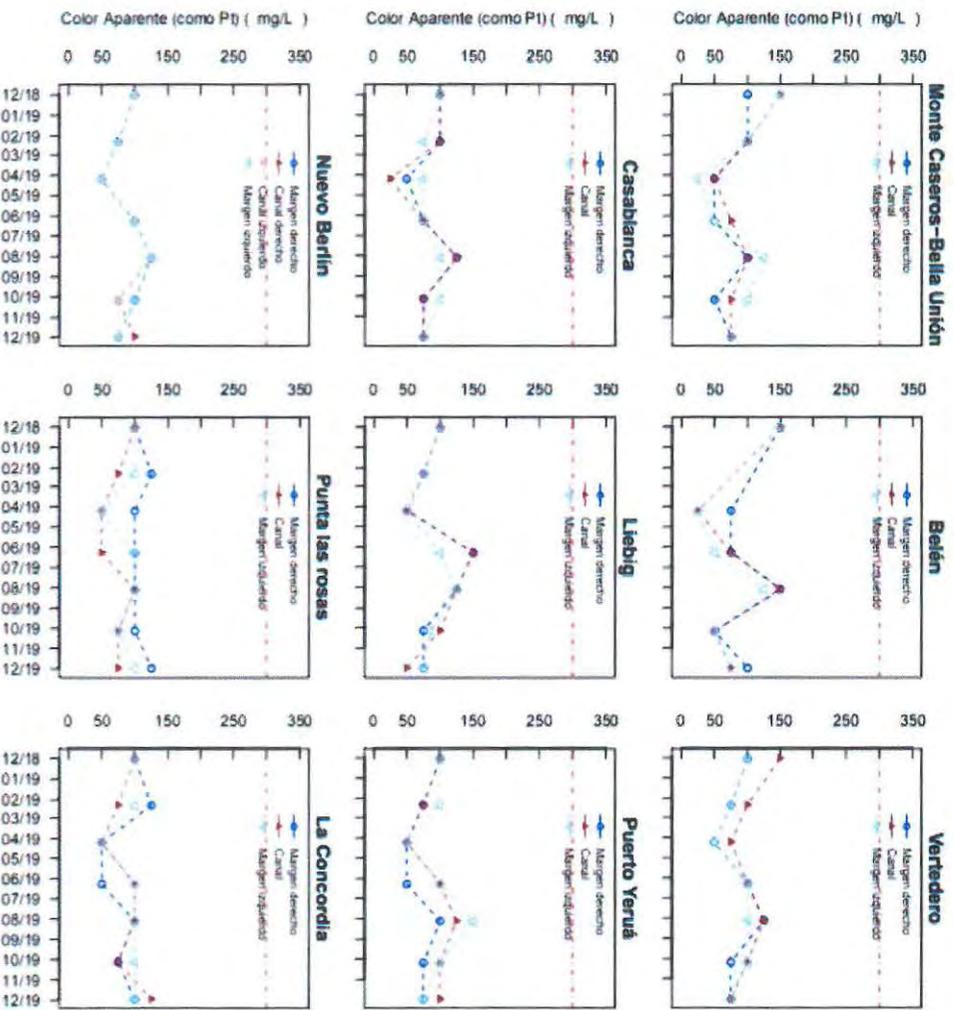
### Color aparente (como Pt)

La media de color aparente (como Pt) para el período analizado es de 88,5 mg/L; registrándose los valores máximos de 150 mg/L en varios sitios e instancias de monitoreo, mientras que el mínimo fue 25 mg/L en varios sitios durante el mes de abril de 2019.

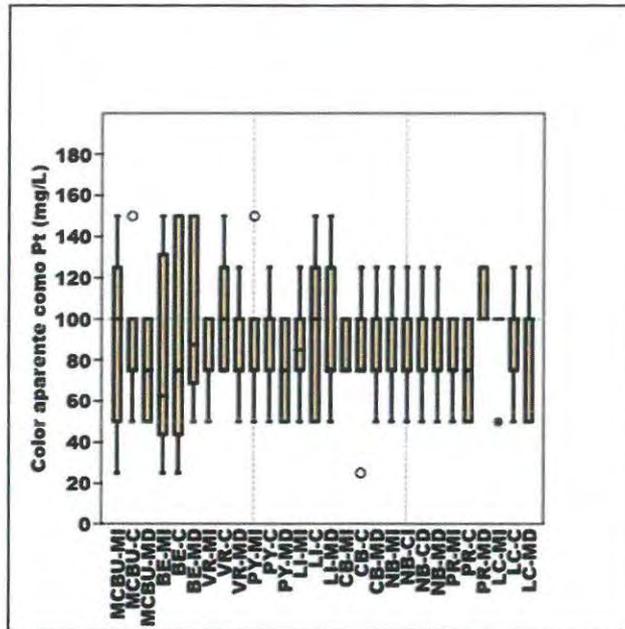
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Color (USO 1) de 300 unidades Pt Co, por lo que no se registraron incumplimientos en este parámetro.

Valores de color aparente (como Pt) (mg/L):

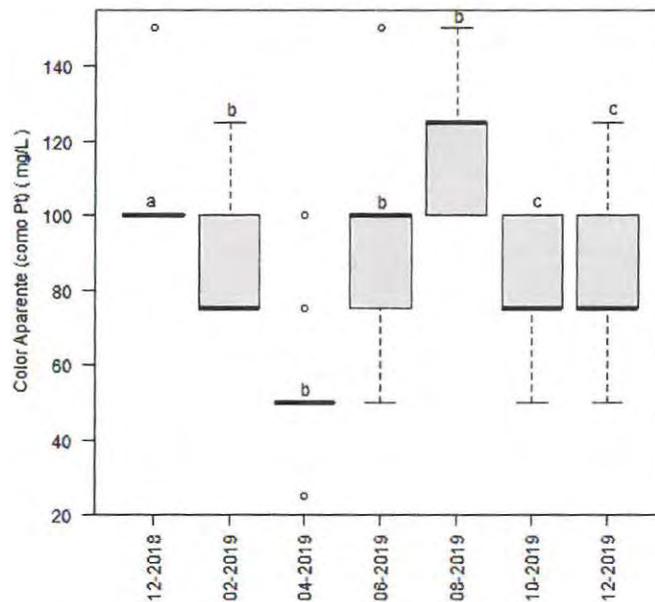
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	150	100	25	50	125	100	75
MCBU-C	150	100	50	75	100	75	75
MCBU-MD	100	100	50	50	100	50	75
BE-MI	150	s/d	25	50	125	50	75
BE-C	150	s/d	25	75	150	50	75
BE-MD	150	s/d	75	75	150	50	100
VR-MI	100	75	50	100	100	100	75
VR-C	150	100	75	100	125	100	75
VR-MD	100	75	50	100	125	75	75
PY-MI	100	100	50	100	150	100	75
PY-C	100	75	50	100	125	100	100
PY-MD	100	75	50	50	100	75	75
LI-MI	100	75	50	100	125	85	75
LI-C	100	75	50	150	125	100	50
LI-MD	100	75	50	150	125	75	75
CB-MI	100	75	75	75	100	100	75
CB-C	100	100	25	75	125	75	75
CB-MD	100	100	50	75	125	75	75
NB-MI	100	75	50	100	125	100	75
NB-CI	100	75	50	100	125	75	75
NB-CD	100	75	50	100	125	75	100
NB-MD	100	75	50	100	125	100	75
PR-MI	100	100	50	100	100	75	100
PR-C	100	75	50	50	100	75	75
PR-MD	100	125	100	100	100	100	125
LC-MI	100	100	50	100	100	100	100
LC-C	100	75	50	100	100	75	125
LC-MD	100	125	50	50	100	75	100



Variación temporal de color aparente.



*Análisis de Varianza espacial de color aparente. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de color aparente. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



### Alcalinidad

La media de alcalinidad para el período analizado es de 24,69 mg CaCO<sub>3</sub>/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 86 mg CaCO<sub>3</sub>/L, mientras que el mínimo fue 13,3 mg CaCO<sub>3</sub>/L en los sitios Monte Caseros – Bella Unión centro y Belén centro durante el mes de agosto de 2019.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Alcalinidad de 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L (USO 1); este valor no ha sido superado en ninguna circunstancia.

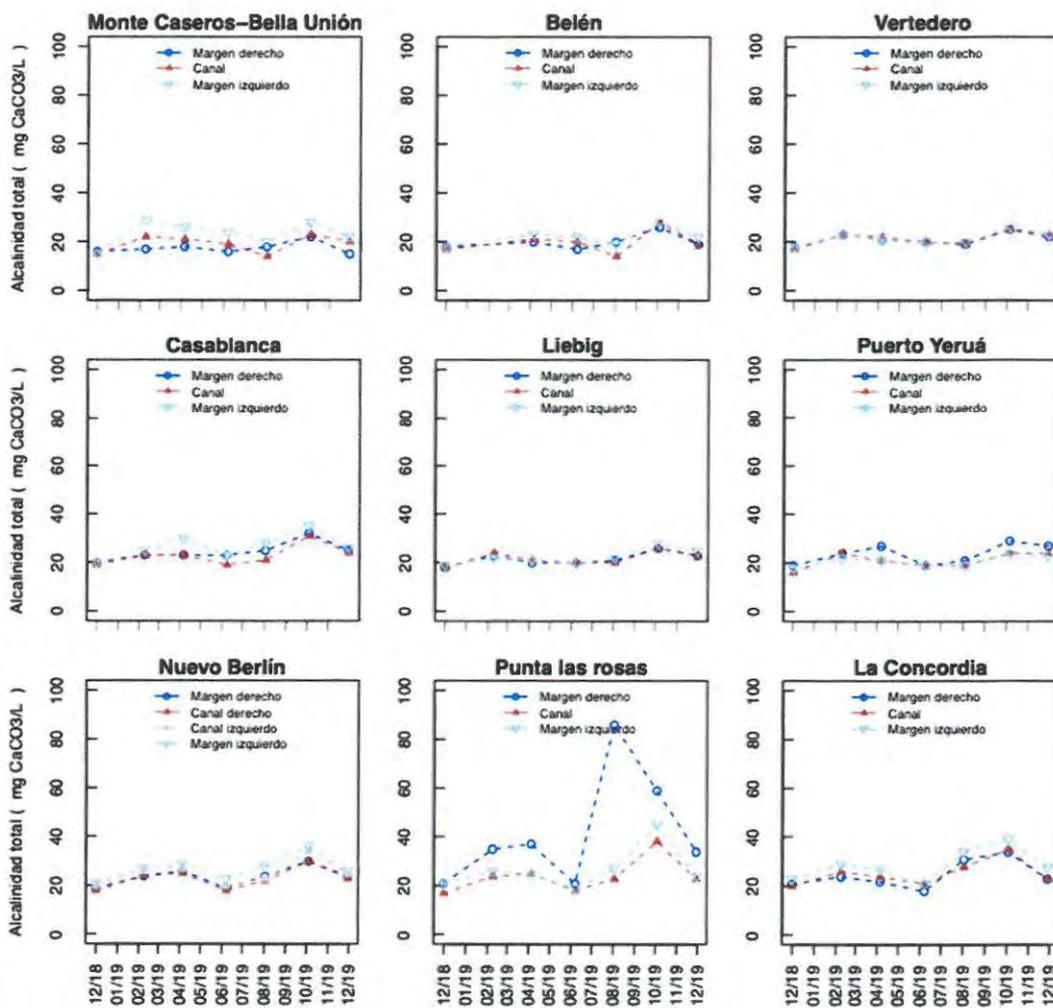
Nótese la marcada diferencia que presenta el sitio Punta las Rosas margen derecha respecto a los demás sitios de ese mismo sector y también de los demás sectores muestreados. Además, se esboza un gradiente creciente de margen derecha a margen izquierda en el sector Monte Caseros-Bella Unión, y también diferencias sostenidas a lo largo del tiempo entre los dos brazos que se monitorean en el sector Nuevo Berlín.

Valores de alcalinidad (mg CaCO<sub>3</sub>/L):

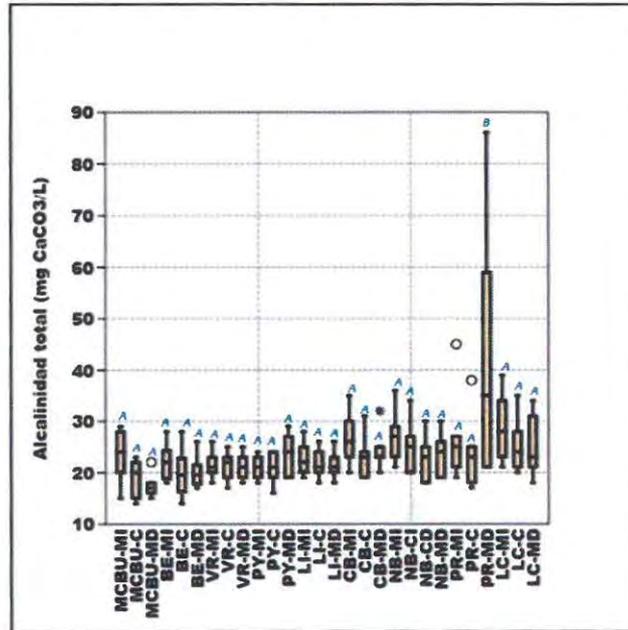
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	15	29	26	24	20	28	22
MCBU-C	15	22	21	19	14	23	20
MCBU-MD	16	17	18	16	18	22	15
BE-MI	18	s/d	23	22	19	28	22
BE-C	17	s/d	21	20	14	28	19
BE-MD	18	s/d	20	17	20	26	19
VR-MI	18	23	21	20	20	26	23
VR-C	17	23	22	20	19	25	23
VR-MD	18	23	21	20	19	25	22
PY-MI	18	22	21	19	19	24	23
PY-C	16	24	21	19	19	24	24
PY-MD	19	24	27	19	21	29	27
LI-MI	19	22	21	20	22	28	25
LI-C	18	24	21	20	20	26	23
LI-MD	18	23	20	20	21	26	23
CB-MI	20	25	30	23	28	35	26
CB-C	19	23	23	19	21	31	24
CB-MD	20	23	23	23	25	32	25
NB-MI	21	27	29	23	28	36	26
NB-CI	20	26	27	20	23	34	25
NB-CD	18	24	25	18	22	30	23
NB-MD	19	24	26	19	24	30	24

PR-MI	21	26	25	19	27	45	24
PR-C	17	24	25	18	23	38	23
PR-MD	21	35	37	21	86	59	34
LC-MI	23	29	27	21	34	39	28
LC-C	20	26	24	21	28	35	23
LC-MD	21	24	22	18	31	34	23

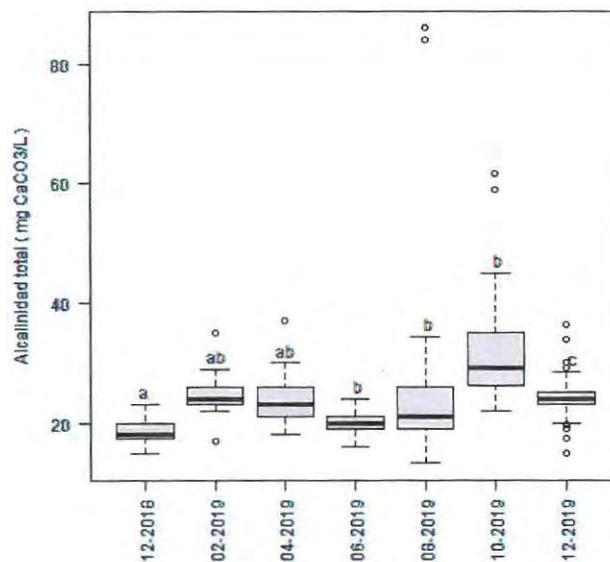
Valor límite de la norma: 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Digesto de CARU, USO 1).



Variación temporal de alcalinidad total. A los fines de facilitar la lectura de la gráfica se excluye el valor límite de la norma.



Análisis de Varianza espacial de alcalinidad total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de alcalinidad total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Dureza total

La media de dureza total para el período analizado es de 26,3 mg CaCO<sub>3</sub>/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 64,4 mg CaCO<sub>3</sub> /L, mientras que el mínimo fue 13,8 mg CaCO<sub>3</sub>/L en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

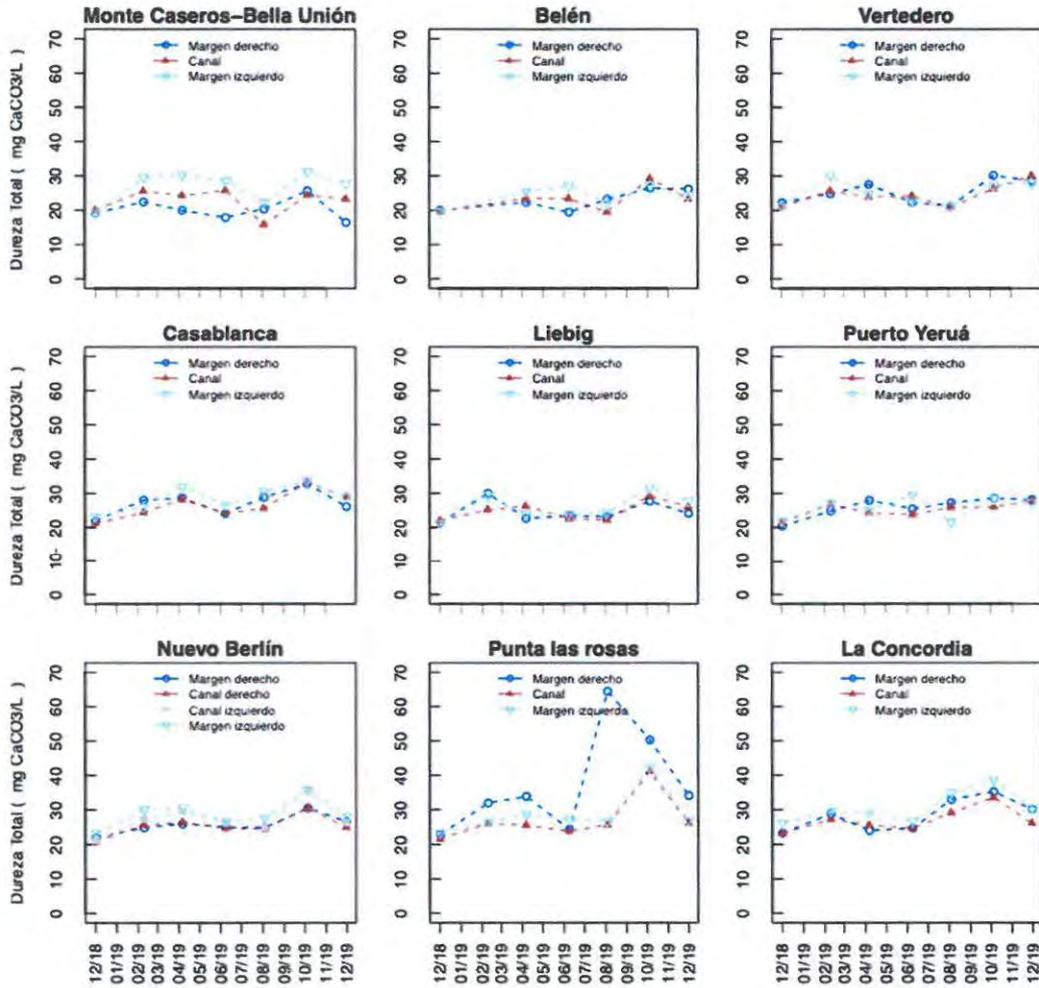
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Dureza total de 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L (USO 1); este valor no ha sido superado en ninguna instancia.

Valores de dureza total (mg CaCO<sub>3</sub>/L):

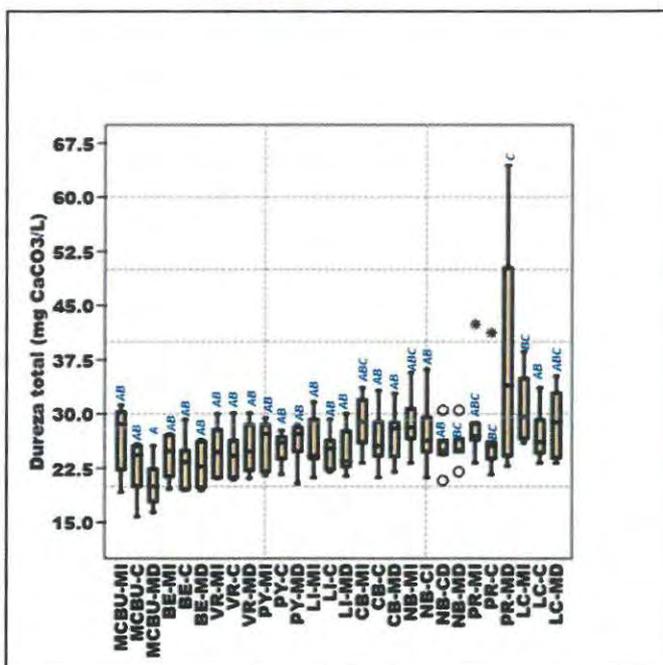
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	19,2	29,6	30,3	28,6	22,3	31,2	27,7
MCBU-C	20,0	25,6	24,3	25,8	15,8	24,4	23,3
MCBU-MD	19,2	22,4	20,0	17,9	20,3	25,6	16,4
BE-MI	19,6	s/d	25,5	27,0	21,9	27,2	24,3
BE-C	19,6	s/d	23,5	23,4	19,5	29,2	23,3
BE-MD	20,0	s/d	22,3	19,4	23,1	26,4	26,1
VR-MI	21,2	30,0	24,7	22,6	21,1	27,3	27,8
VR-C	21,2	25,6	23,9	24,2	20,9	26,3	30,1
VR-MD	22,2	24,8	27,5	22,2	21,1	30,1	28,5
PY-MI	22,0	27,2	25,1	29,4	21,5	28,5	27,3
PY-C	21,6	26,8	24,3	23,8	26,0	26,1	27,7
PY-MD	20,4	24,8	27,9	25,4	27,2	28,5	28,1
LI-MI	21,2	29,2	23,9	23,8	24,2	31,6	27,7
LI-C	22,0	25,2	26,3	22,6	22,3	29,2	26,1
LI-MD	21,4	30,0	22,7	23,4	23,1	27,6	24,1
CB-MI	23,2	26,0	31,9	26,6	30,5	33,6	28,9
CB-C	21,2	24,4	28,3	24,2	25,6	33,2	28,9
CB-MD	22,0	28,0	28,7	24,1	28,8	32,8	26,1
NB-MI	23,2	30,0	30,7	26,6	27,6	35,7	28,1
NB-CI	21,2	27,2	29,5	26,2	24,8	36,1	26,3
NB-CD	20,8	25,6	26,3	24,6	24,4	30,5	24,9
NB-MD	22,0	24,8	25,9	25,0	24,8	30,5	26,5
PR-MI	23,2	26,4	28,7	27,0	26,6	42,4	26,9
PR-C	21,6	26,0	25,5	23,8	25,6	41,2	26,1
PR-MD	22,8	32,0	33,9	24,2	64,4	50,2	34,1
LC-MI	26,0	29,6	29,1	26,6	34,9	38,6	30,5
LC-C	23,2	27,2	25,5	24,6	29,2	33,6	26,1

LC-MD	23,2	28,8	23,9	24,6	32,9	35,2	30,1
-------	------	------	------	------	------	------	------

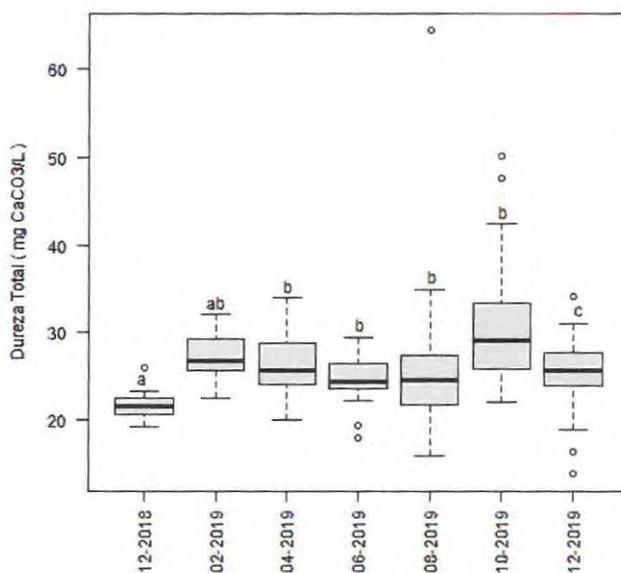
Valor límite de la norma: 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Digesto de CARU, USO 1)



Variación temporal de la dureza total.



Análisis de Varianza espacial de dureza total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de dureza total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

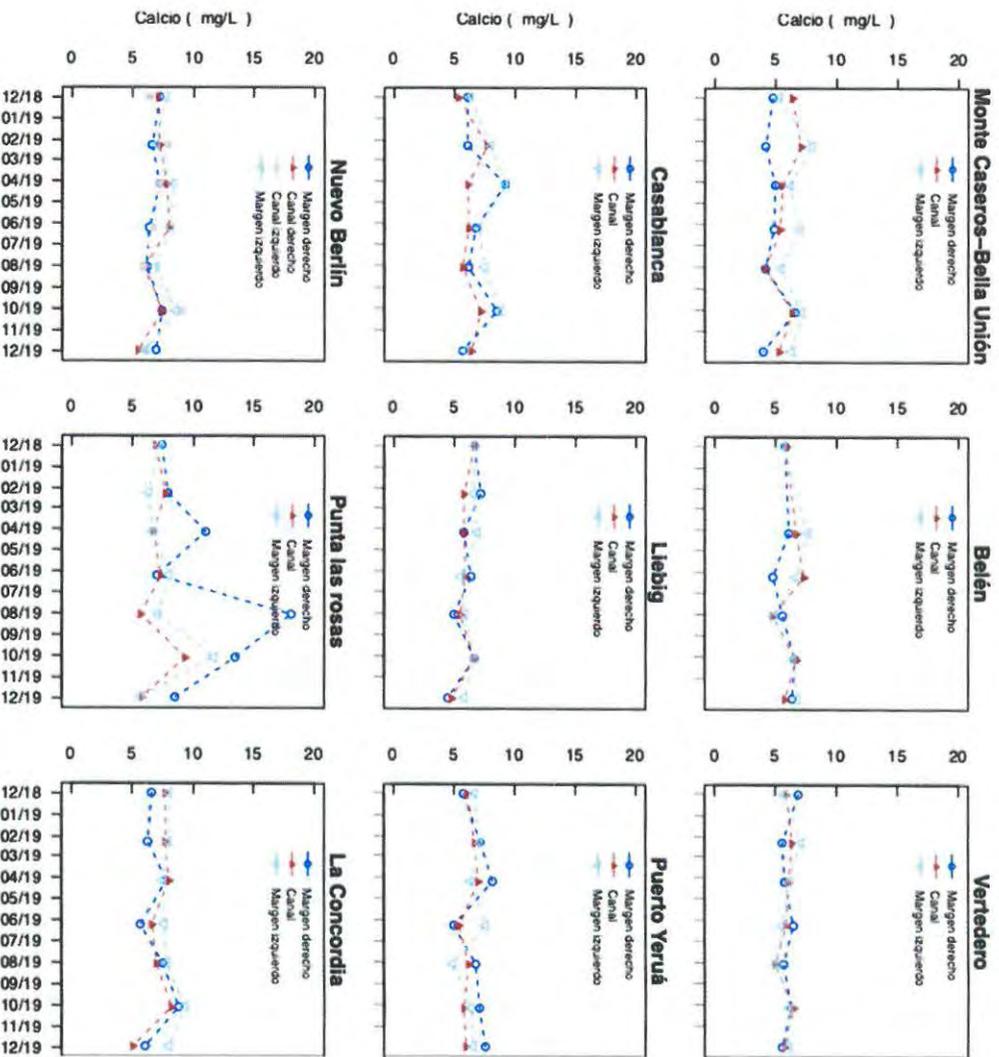


## Calcio

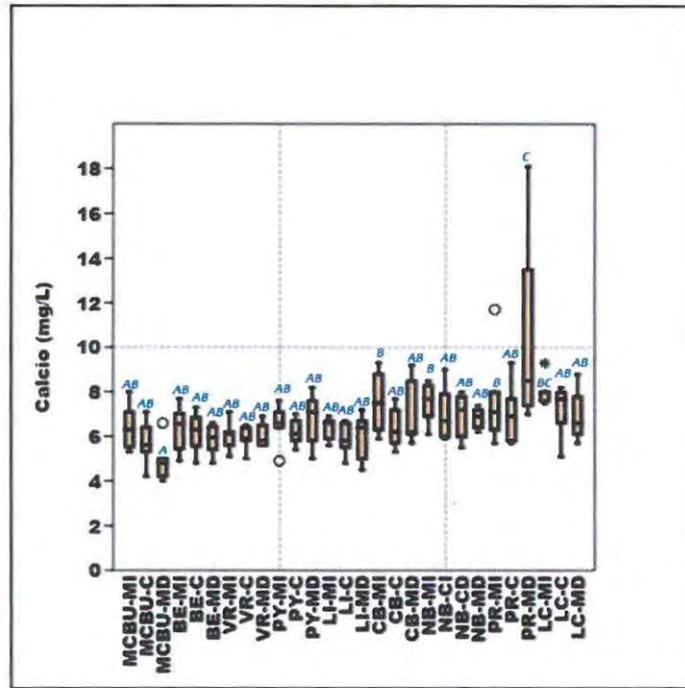
La media de calcio para el período analizado es de 6,7 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 18,1 mg /L, mientras que el mínimo fue 4,0 mg/L en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen derecha durante el mes de diciembre de 2019.

Valores de calcio (mg/L):

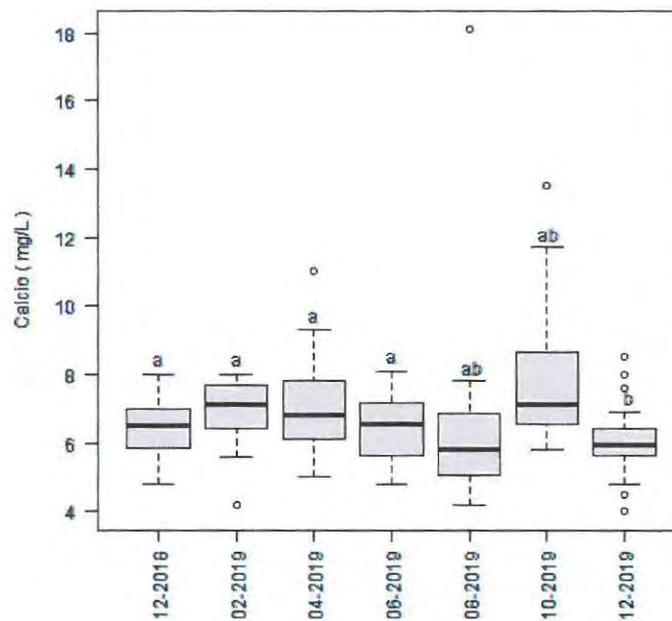
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	5,3	8,0	6,2	7,0	5,5	7,1	6,3
MCBU-C	6,4	7,1	5,6	5,4	4,2	6,4	5,3
MCBU-MD	4,8	4,2	5,0	4,9	4,2	6,6	4,0
BE-MI	5,6	s/d	7,7	6,7	4,9	6,4	6,8
BE-C	5,9	s/d	6,7	7,3	4,8	6,7	5,8
BE-MD	5,8	s/d	6,1	4,8	5,6	6,6	6,4
VR-MI	5,8	7,1	6,1	5,6	5,1	6,2	6,1
VR-C	5,9	6,4	6,1	5,9	5,0	6,5	5,8
VR-MD	6,9	5,6	5,8	6,5	5,7	6,3	5,6
PY-MI	6,7	7,1	6,4	7,6	4,9	6,4	6,6
PY-C	6,1	6,7	7,0	5,4	6,2	5,8	6,0
PY-MD	5,8	7,2	8,2	5,0	6,8	7,1	7,6
LI-MI	6,7	6,6	6,9	5,6	5,9	6,7	5,9
LI-C	6,7	5,8	5,8	5,9	5,5	6,6	4,8
LI-MD	6,7	7,2	5,8	6,4	5,0	6,7	4,5
CB-MI	6,3	8,0	9,3	7,0	7,5	8,8	5,9
CB-C	5,3	7,7	6,1	6,2	5,7	7,2	6,4
CB-MD	6,1	6,1	9,2	6,8	6,2	8,5	5,7
NB-MI	7,7	6,9	8,3	8,1	6,9	8,5	6,1
NB-CI	6,4	7,9	7,2	6,7	5,9	9,0	6,0
NB-CD	7,1	7,2	7,8	8,0	6,0	7,4	5,5
NB-MD	7,2	6,6	7,2	6,4	6,2	7,4	6,9
PR-MI	7,2	6,3	6,7	8,0	7,1	11,7	5,7
PR-C	6,9	7,7	6,7	7,3	5,7	9,3	5,8
PR-MD	7,4	7,9	11,0	7,0	18,1	13,5	8,5
LC-MI	8,0	8,0	7,5	7,6	7,8	9,3	8,0
LC-C	7,7	7,7	8,0	6,6	7,0	8,2	5,1
LC-MD	6,6	6,3	7,8	5,7	7,5	8,8	6,1



*Variación temporal de calcio.*



Análisis de Varianza espacial de calcio. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



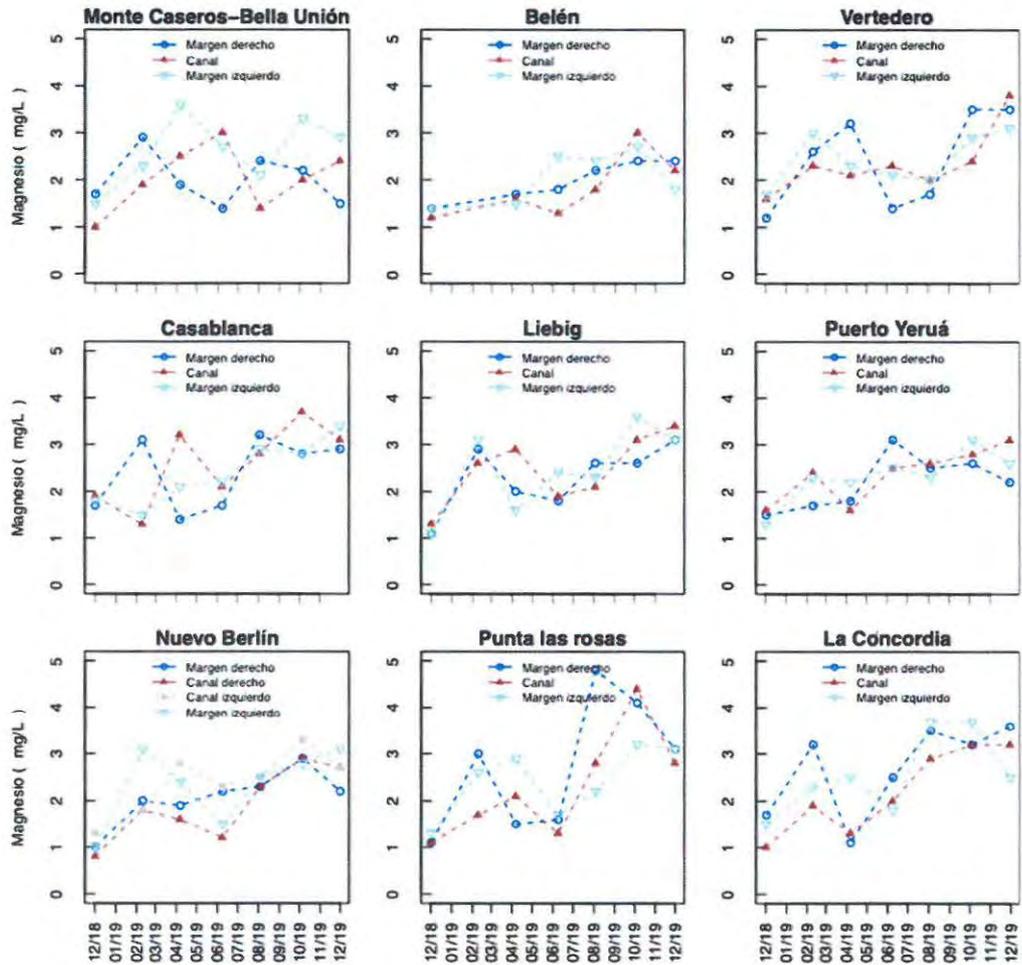
Análisis de Varianza temporal de calcio. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## Magnesio

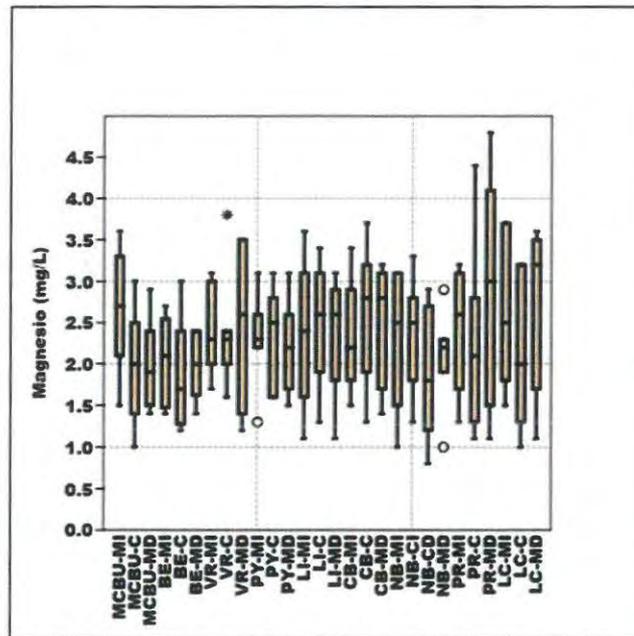
La media de magnesio para el período analizado es de 2,3 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 4,8 mg/L, mientras que el mínimo fue 0,8 mg/L en los sitios Puerto Yerúa centro en septiembre de 2018 y Nuevo Berlín centro derecho durante el mes de diciembre de 2018.

Valores de magnesio (mg/L):

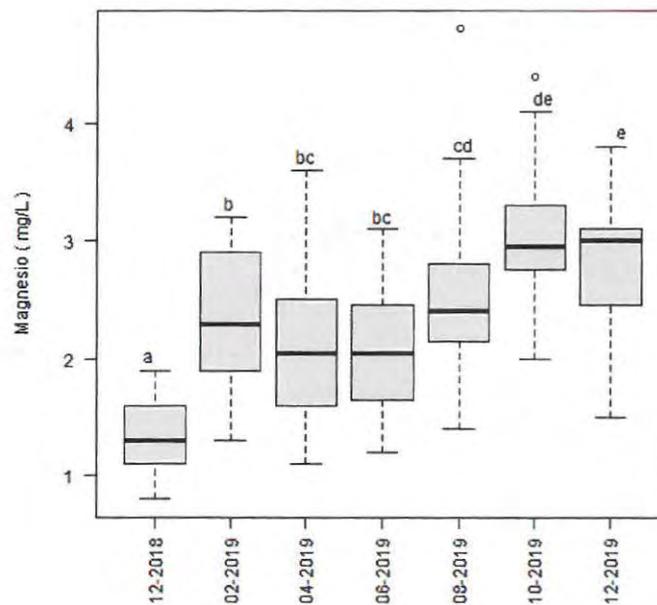
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	1,5	2,3	3,6	2,7	2,1	3,3	2,9
MCBU-C	1,0	1,9	2,5	3,0	1,4	2,0	2,4
MCBU-MD	1,7	2,9	1,9	1,4	2,4	2,2	1,5
BE-MI	1,4	s/d	1,5	2,5	2,4	2,7	1,8
BE-C	1,2	s/d	1,6	1,3	1,8	3,0	2,2
BE-MD	1,4	s/d	1,7	1,8	2,2	2,4	2,4
VR-MI	1,7	3,0	2,3	2,1	2,0	2,9	3,1
VR-C	1,6	2,3	2,1	2,3	2,0	2,4	3,8
VR-MD	1,2	2,6	3,2	1,4	1,7	3,5	3,5
PY-MI	1,3	2,3	2,2	2,5	2,3	3,1	2,6
PY-C	1,6	2,4	1,6	2,5	2,6	2,8	3,1
PY-MD	1,5	1,7	1,8	3,1	2,5	2,6	2,2
LI-MI	1,1	3,1	1,6	2,4	2,3	3,6	3,1
LI-C	1,3	2,6	2,9	1,9	2,1	3,1	3,4
LI-MD	1,1	2,9	2,0	1,8	2,6	2,6	3,1
CB-MI	1,8	1,5	2,1	2,2	2,9	2,8	3,4
CB-C	1,9	1,3	3,2	2,1	2,8	3,7	3,1
CB-MD	1,7	3,1	1,4	1,7	3,2	2,8	2,9
NB-MI	1,0	3,1	2,4	1,5	2,5	2,8	3,1
NB-CI	1,3	1,8	2,8	2,3	2,5	3,3	2,7
NB-CD	0,8	1,8	1,6	1,2	2,3	2,9	2,7
NB-MD	1,0	2,0	1,9	2,2	2,3	2,9	2,2
PR-MI	1,3	2,6	2,9	1,7	2,2	3,2	3,1
PR-C	1,1	1,7	2,1	1,3	2,8	4,4	2,8
PR-MD	1,1	3,0	1,5	1,6	4,8	4,1	3,1
LC-MI	1,5	2,3	2,5	1,8	3,7	3,7	2,5
LC-C	1,0	1,9	1,3	2,0	2,9	3,2	3,2
LC-MD	1,7	3,2	1,1	2,5	3,5	3,2	3,6



*Variación temporal de magnesio.*



*Análisis de Varianza espacial de magnesio. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de magnesio. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



## Cloruros

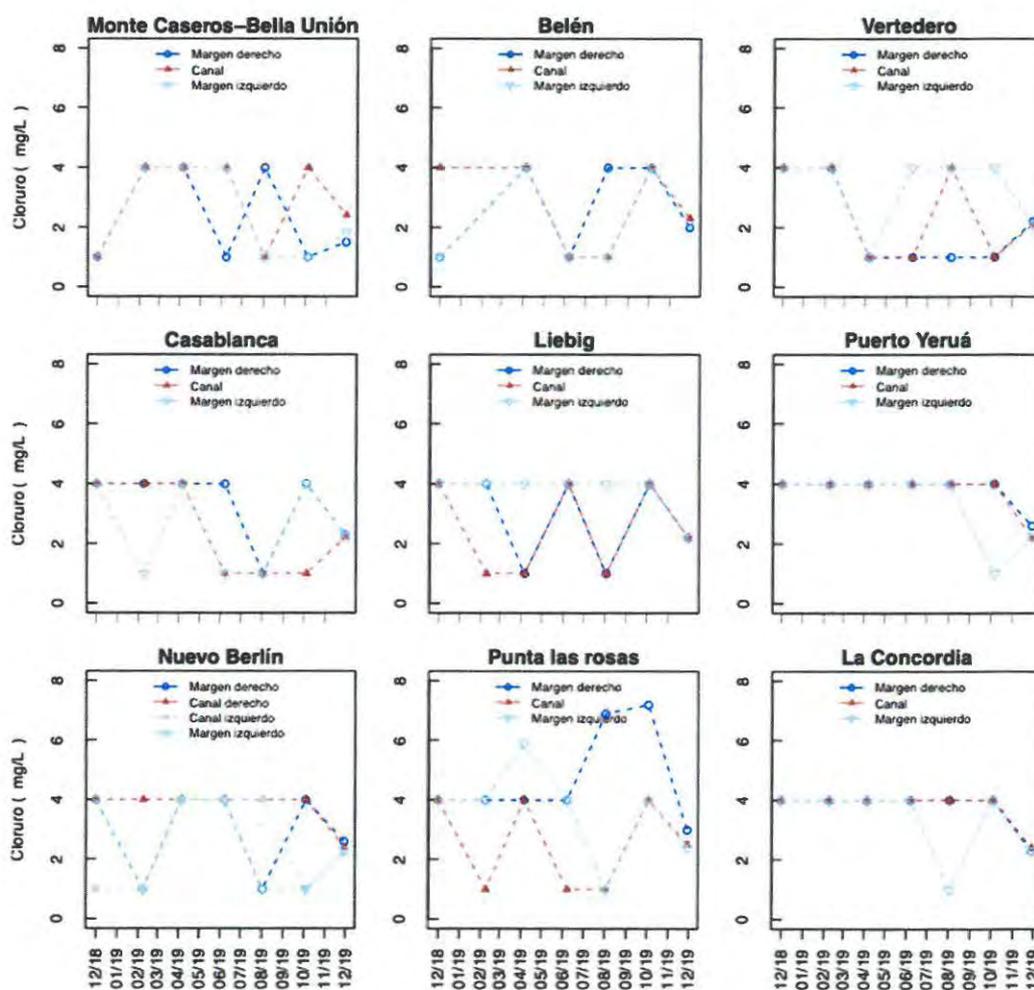
La media de cloruros para el período analizado es de 3,02 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de octubre de 2018 con un valor de 7,2 mg/L, mientras que el mínimo fue <1 mg/L y se registró en numerosos sitios en varios muestreos. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Cloruros de 250 mg/L de Cl (USO 1); este valor no ha sido superado en ninguna instancia.

Valores de Cloruros (mg/L):

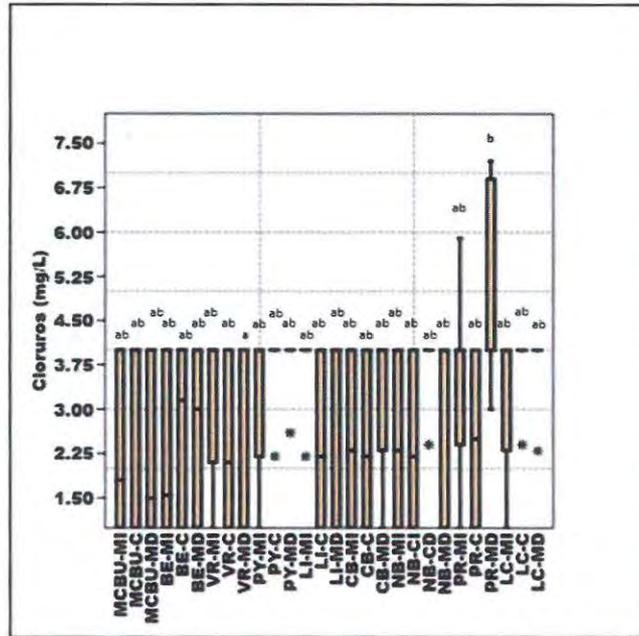
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 4	< 4	< 4	< 1	< 1	1,8
MCBU-C	< 1	< 4	< 4	< 4	< 1	< 4	2,4
MCBU-MD	< 1	< 4	< 4	< 1	< 4	< 1	1,5
BE-MI	< 1	s/d	< 4	< 1	< 1	< 4	2,1
BE-C	< 4	s/d	< 4	< 1	< 1	< 4	2,3
BE-MD	< 1	s/d	< 4	< 1	< 4	< 4	2,0
VR-MI	< 4	< 4	< 1	< 4	< 4	< 4	2,1
VR-C	< 4	< 4	< 1	< 1	< 4	< 1	2,1
VR-MD	< 4	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	2,2
PY-MI	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 1	2,2
PY-C	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,2
PY-MD	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,6
LI-MI	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,2
LI-C	< 4	< 1	< 1	< 4	< 1	< 4	2,2
LI-MD	< 4	< 4	< 1	< 4	< 1	< 4	2,2
CB-MI	< 4	< 1	< 4	< 1	< 1	< 4	2,3
CB-C	< 4	< 4	< 4	< 1	< 1	< 1	2,2
CB-MD	< 4	< 4	< 4	< 4	< 1	< 4	2,3
NB-MI	< 4	< 1	< 4	< 4	< 1	< 1	2,3
NB-CI	< 1	< 1	< 4	< 4	< 4	< 1	2,2
NB-CD	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,4
NB-MD	< 4	< 1	< 4	< 4	< 1	< 4	2,6
PR-MI	< 4	< 4	5,9	< 4	< 1	< 4	2,4
PR-C	< 4	< 1	< 4	< 1	< 1	< 4	2,5
PR-MD	< 4	< 4	< 4	< 4	6,9	7,2	3,0
LC-MI	< 4	< 4	< 4	< 4	< 1	< 4	2,3
LC-C	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,4
LC-MD	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	2,3
CB-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CB-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

NB-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
NB-CI	< 0,1	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
NB-CD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NB-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,2
LC-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
LC-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
LC-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2

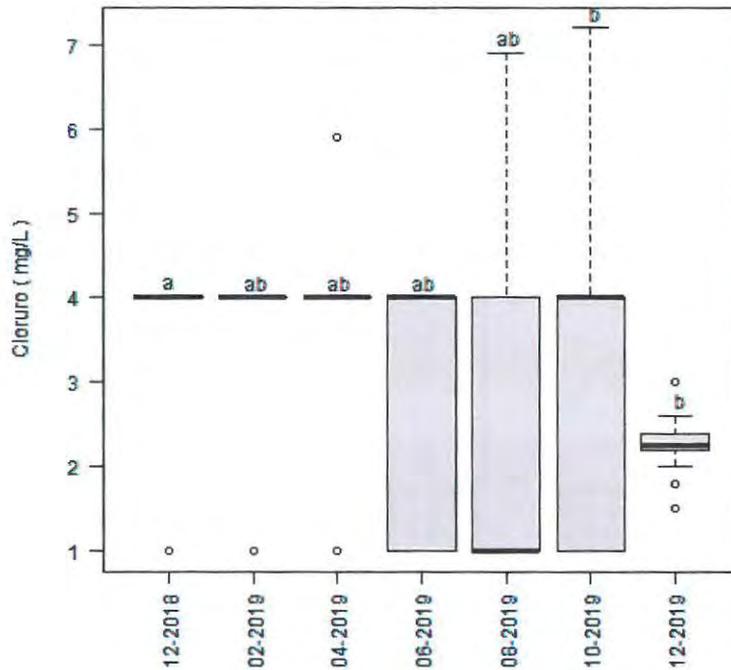
Valor límite de la norma: 250 mg/L de Cl. Digesto de CARU (USO 1).



Variación temporal de cloruros.



Análisis de Varianza espacial de cloruros. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de cloruros. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Sulfato

La media de sulfato para el período analizado es de 2,9 mg/L; registrándose el valor máximo (11,0 mg/L) en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de agosto de 2019. Durante el mes de diciembre de 2019 se detectó sulfato en todos los sitios de estudio en un rango de 1,7 mg/L -en múltiples sitios- a 3,6 mg/L -en el sitio Punta las Rosas margen derecha-. Todas las restantes mediciones de sulfato durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de cuantificación o de detección (< 6 y < 2 mg/L respectivamente).

El límite normativo del digesto CARU para sulfato establece un máximo de 250 mg SO<sub>4</sub>/L, por lo que no se han registrado incumplimientos para este parámetro en el período informado.

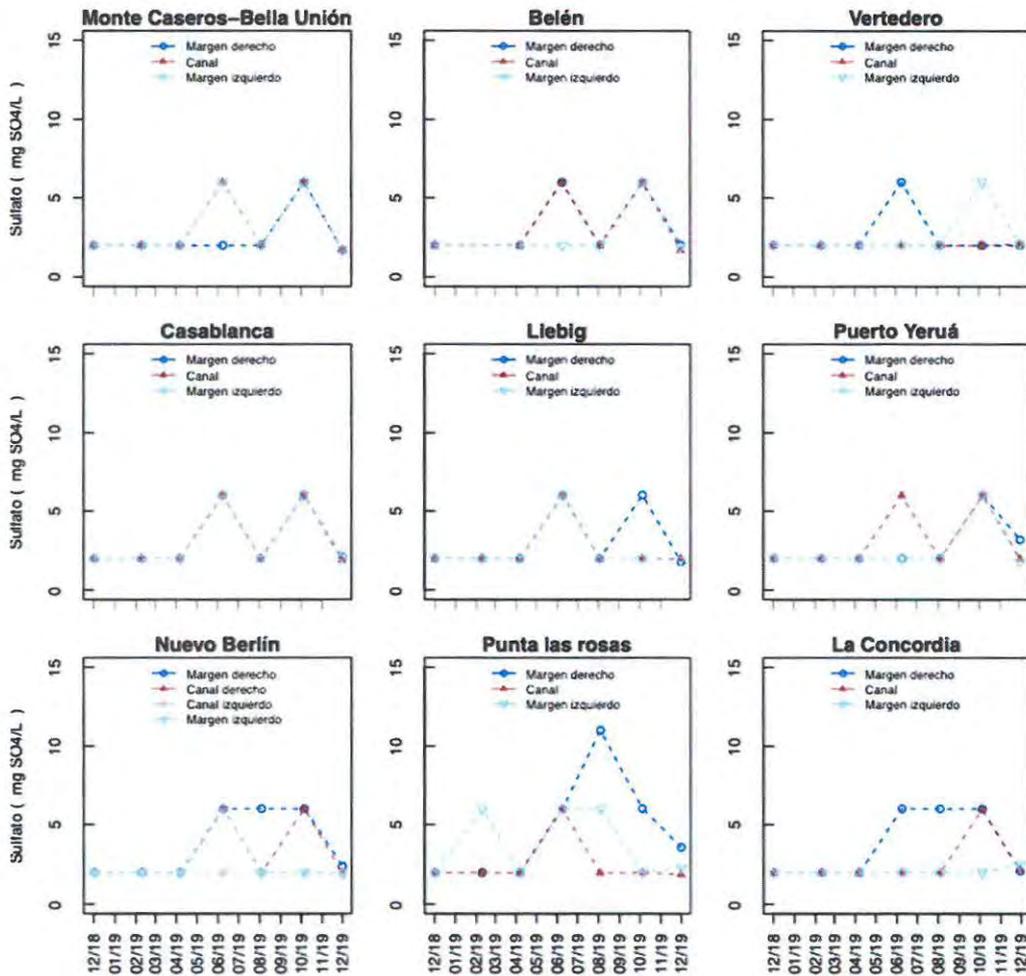
Valores de sulfatos (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	1,7
MCBU-C	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	1,7
MCBU-MD	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 6	1,7
BE-MI	< 2	s/d	< 2	< 2	< 2	< 6	1,9
BE-C	< 2	s/d	< 2	< 6	< 2	< 6	1,7
BE-MD	< 2	s/d	< 2	< 6	< 2	< 6	2,0
VR-MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 6	2,1
VR-C	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2,1
VR-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 2	2,0
PY-MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 6	1,8
PY-C	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	2,0
PY-MD	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 6	3,2
LI-MI	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 2	1,9
LI-C	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 2	2,0
LI-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	1,8
CB-MI	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	2,1
CB-C	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	1,9
CB-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	2,1
NB-MI	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 2	2,0
NB-CI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	1,8
NB-CD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 6	2,0
NB-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 6	< 6	2,4
PR-MI	< 2	< 6	< 2	< 6	< 6	< 2	2,3
PR-C	< 2	< 2	< 2	< 6	< 2	< 2	1,9
PR-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	11,0	< 6	3,6
LC-MI	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2,5

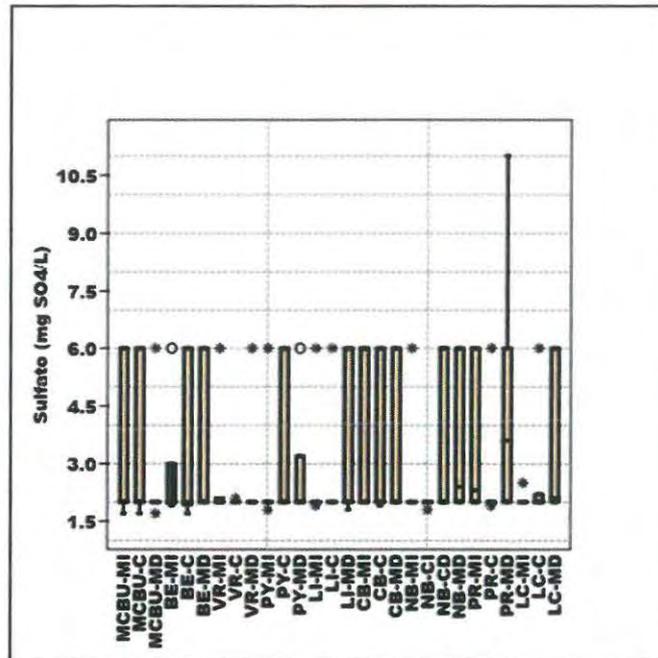


LC-C	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 6	2,2
LC-MD	< 2	< 2	< 2	< 6	< 6	< 6	2,1

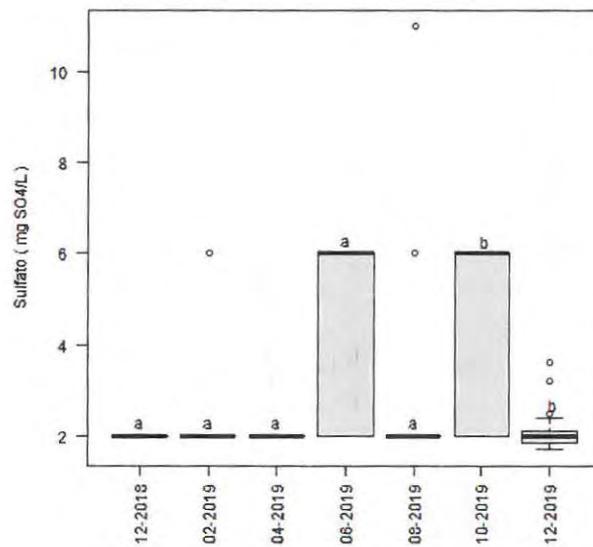
Valor límite de la norma: de 250 mg/L. Digesto de CARU, (USO 1).



Variación temporal de sulfato.



Análisis de Varianza espacial de sulfato. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de sulfato. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



### **Demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

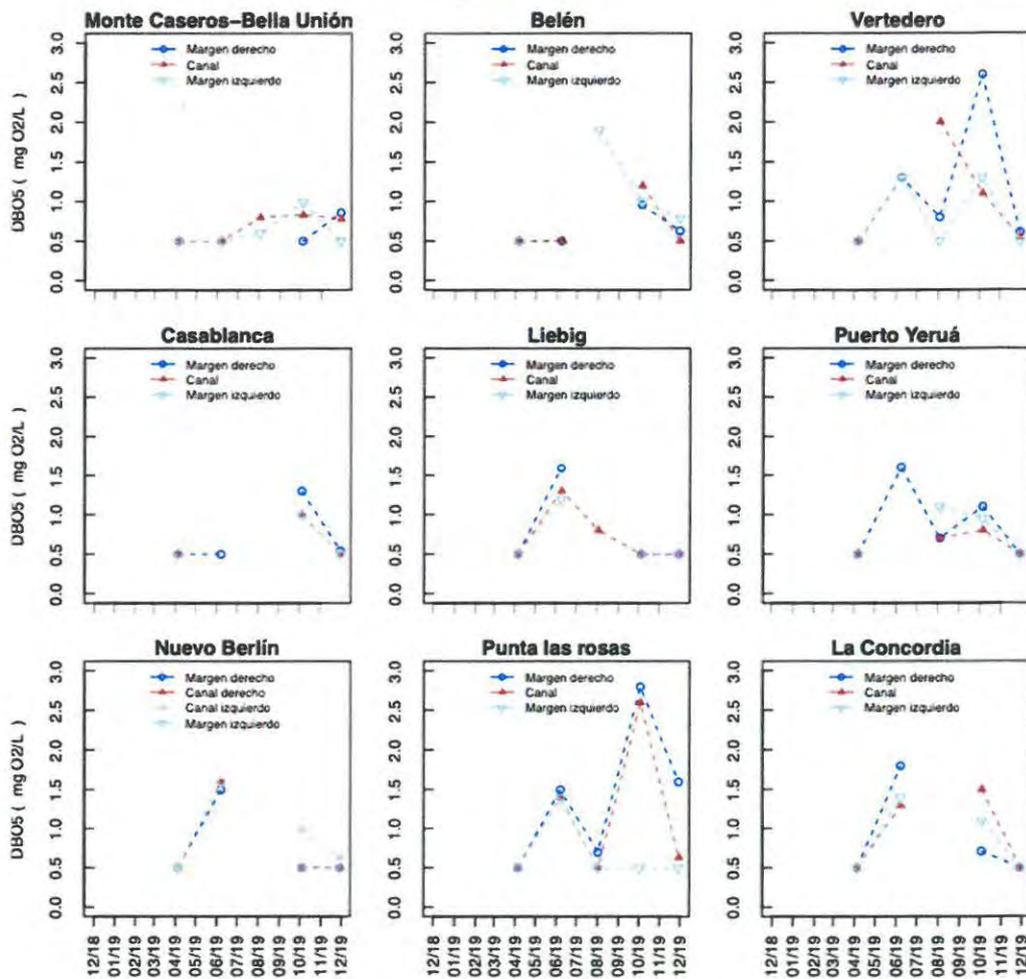
La media de DBO<sub>5</sub> para el período informado es de 0,82 mg O<sub>2</sub>/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de octubre de 2019 con 2,8 mg O<sub>2</sub>/L, mientras que el mínimo fue <0,50 mg O<sub>2</sub>/L y se registró en múltiples sitios durante el periodo informado.

Para la demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (que mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica), los mayores valores se registraron en los sitios Punta las Rosas margen derecha y centro y Vertedero Represa margen derecha, registrándose también valores elevados en Vertedero Represa centro, Belén margen izquierda y La Concordia margen derecha. Para la demanda química de oxígeno (que mide la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica en el agua), los valores más altos se registraron en Monte Caseros–Bella Unión margen izquierda y Vertedero Represa margen derecha, seguidos por Punta las Rosas margen derecha, La Concordia margen izquierda, Casablanca margen izquierda, Belén margen derecha y Monte Caseros–Bella Unión margen derecha.

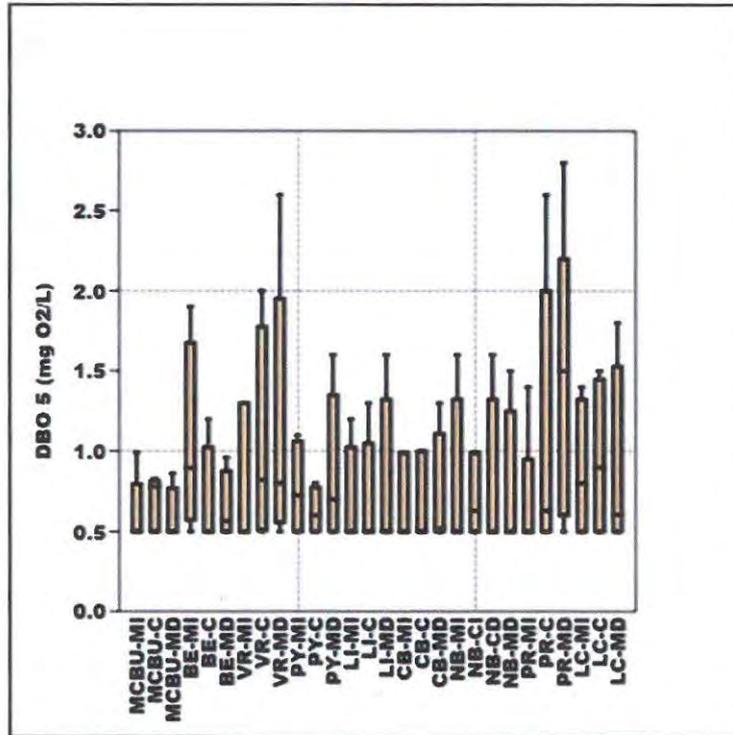
Valores de DBO<sub>5</sub> (mg O<sub>2</sub>/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	0,60	0,99	< 0,50
MCBU-C	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	0,80	0,83	0,78
MCBU-MD	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	s/d	< 0,50	0,86
BE-MI	s/d	s/d	< 0,50	s/d	1,90	1,00	0,79
BE-C	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	s/d	1,20	< 0,50
BE-MD	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	s/d	0,96	0,63
VR-MI	s/d	s/d	< 0,50	1,30	< 0,50	1,30	< 0,50
VR-C	s/d	s/d	< 0,50	s/d	2,00	1,10	0,54
VR-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,30	0,80	2,60	0,61
PY-MI	s/d	s/d	< 0,50	s/d	1,10	0,95	< 0,50
PY-C	s/d	s/d	< 0,50	s/d	0,70	0,80	< 0,50
PY-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,60	0,70	1,10	< 0,50
LI-MI	s/d	s/d	< 0,50	1,20	s/d	< 0,50	< 0,50
LI-C	s/d	s/d	< 0,50	1,30	0,80	< 0,50	< 0,50
LI-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,60	s/d	< 0,50	< 0,50
CB-MI	s/d	s/d	< 0,50	s/d	s/d	0,99	< 0,50
CB-C	s/d	s/d	< 0,50	s/d	s/d	1,00	< 0,50
CB-MD	s/d	s/d	< 0,50	< 0,50	s/d	1,30	0,54
NB-MI	s/d	s/d	< 0,50	1,60	s/d	< 0,50	< 0,50
NB-CI	s/d	s/d	< 0,50	s/d	s/d	0,99	0,63
NB-CD	s/d	s/d	< 0,50	1,60	s/d	< 0,50	< 0,50
NB-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,50	s/d	< 0,50	< 0,50

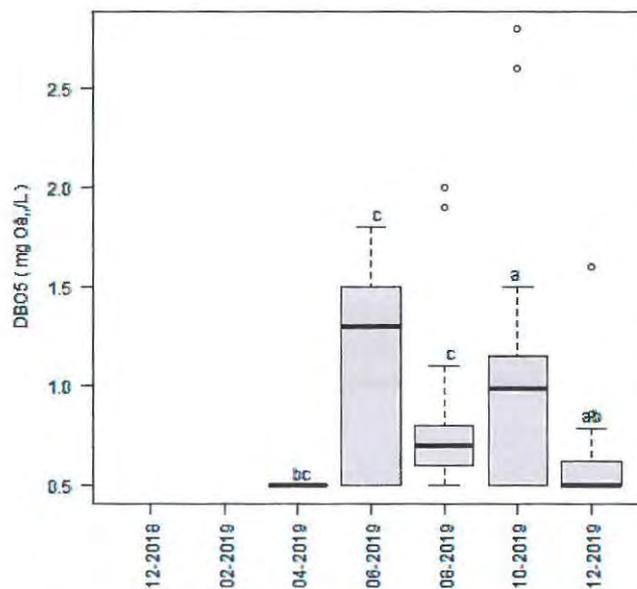
PR-MI	s/d	s/d	< 0,50	1,40	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PR-C	s/d	s/d	< 0,50	1,40	0,50	2,60	0,63
PR-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,50	0,70	2,80	1,60
LC-MI	s/d	s/d	< 0,50	1,40	s/d	1,10	< 0,50
LC-C	s/d	s/d	< 0,50	1,30	s/d	1,50	< 0,50
LC-MD	s/d	s/d	< 0,50	1,80	s/d	0,71	< 0,50



*Variación temporal de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>). La ausencia de valores en algunas campañas se debe a excedencias en los tiempos máximos de almacenamiento de las muestras previo al análisis, por dificultades logísticas con los laboratorios proveedores de servicios analíticos.*



*Análisis de Varianza espacial de DBO<sub>5</sub>. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de DBO<sub>5</sub>. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

### Demanda química de oxígeno (DQO)

A partir del mes de agosto de 2019, las determinaciones analíticas para DQO fueron analizadas en el LCC. Se presentan a continuación los resultados de estas determinaciones para DQO, aunque debido a que sólo se realizaron en un lapso limitado del periodo de estudio no se realizan las representaciones gráficas y análisis estadísticos correspondientes.

La media de DQO para el período informado es de 6,5 mg O<sub>2</sub>/L; registrándose el valor máximo de 15,97 mgO<sub>2</sub>/L en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda durante el mes de agosto de 2019 y Vertedero Represa margen derecha durante el mes de octubre de 2019; mientras que el mínimo fue <2,81 mg O<sub>2</sub>/L y se registró en múltiples sitios durante el periodo informado.

Valores de DQO (mg O<sub>2</sub>/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	15,97	9,30	6,58
MCBU-C	s/d	s/d	s/d	s/d	11,88	6,88	6,27
MCBU-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	9,91	6,58	14,15
BE-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	11,12	10,82	9,91
BE-C	s/d	s/d	s/d	s/d	8,70	7,18	6,58
BE-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	14,15	11,12	9,61
VR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	12,03	11,12	6,58
VR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	13,24	10,21	8,70
VR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	12,33	15,97	9,00
PY-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	12,64	10,21	8,39
PY-C	s/d	s/d	s/d	s/d	11,73	8,39	9,30
PY-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	9,30	6,88	6,58
LI-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	12,33	12,33	8,39
LI-C	s/d	s/d	s/d	s/d	11,42	11,42	4,45
LI-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	10,82	12,94	6,27
CB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	9,30	14,76	5,06
CB-C	s/d	s/d	s/d	s/d	10,82	13,55	10,21
CB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	10,52	13,55	7,18
NB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	10,82	15,36	9,30
NB-CI	s/d	s/d	s/d	s/d	10,21	12,03	9,30
NB-CD	s/d	s/d	s/d	s/d	9,91	12,33	7,48
NB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	11,42	11,12	12,94
PR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	10,21	11,42	10,21
PR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	10,21	9,30	8,70
PR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	6,88	15,36	11,42



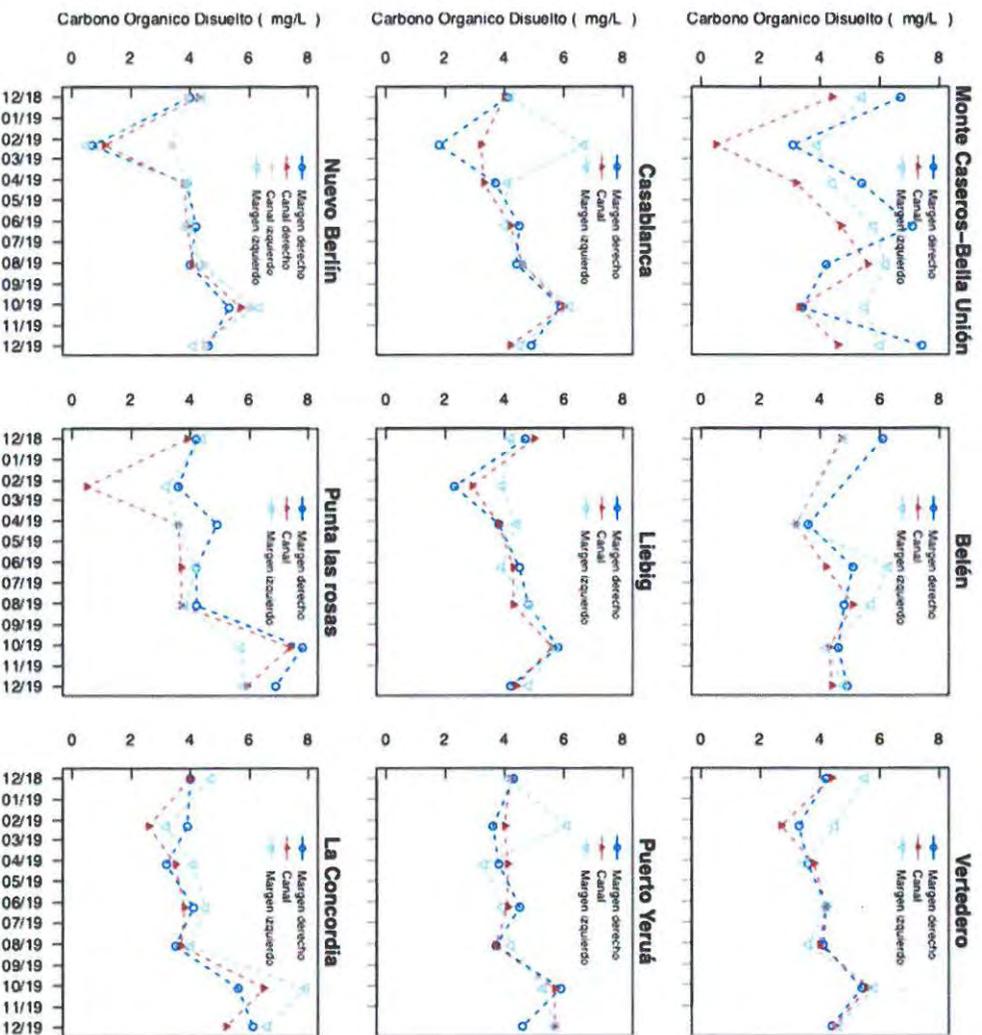
<b>LC-MI</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	10,21	14,76	8,09
<b>LC-C</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	12,33	13,55	< 2,81
<b>LC-MD</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	8,39	11,42	8,39

### Carbono orgánico disuelto

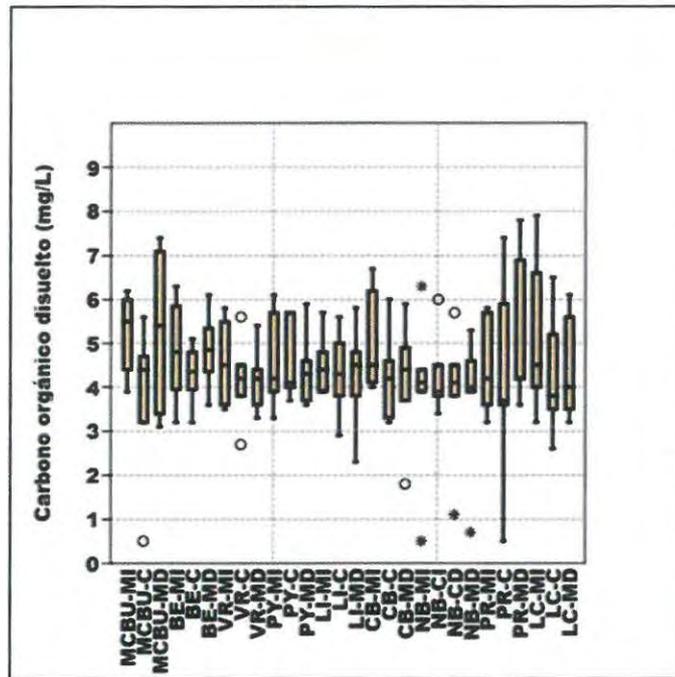
La media de carbono orgánico disuelto para el período analizado es de 4,4 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de octubre de 2019 con 7,9 mg/L, mientras que el mínimo, coincidente con el límite de detección de la técnica analítica, fue < 0,5 mg/L y se registró en más de un sitio de monitoreo durante el periodo informado.

Valores de carbono orgánico disuelto (mg/L):

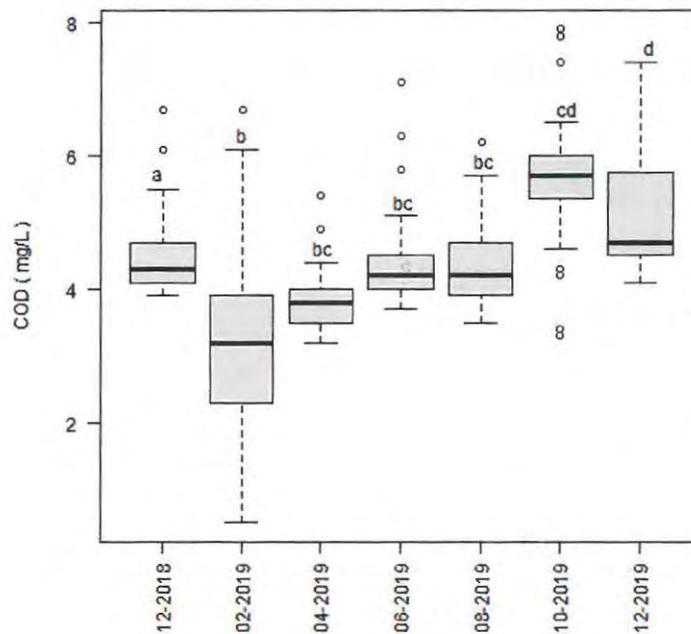
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	5,4	3,9	4,4	5,8	6,2	5,5	6,0
MCBU-C	4,4	< 0,5	3,2	4,7	5,6	3,3	4,6
MCBU-MD	6,7	3,1	5,4	7,1	4,2	3,4	7,4
BE-MI	4,8	s/d	3,2	6,3	5,7	4,2	4,8
BE-C	4,7	s/d	3,2	4,2	5,1	4,3	4,4
BE-MD	6,1	s/d	3,6	5,1	4,8	4,6	4,9
VR-MI	5,5	4,5	3,5	4,2	3,6	5,8	4,6
VR-C	4,4	2,7	3,8	4,2	4,0	5,6	4,5
VR-MD	4,2	3,3	3,6	4,2	4,1	5,4	4,4
PY-MI	4,1	6,1	3,3	3,9	4,2	5,3	5,7
PY-C	4,2	4,0	4,1	4,1	3,7	5,7	5,7
PY-MD	4,3	3,6	3,8	4,5	3,7	5,9	4,6
LI-MI	4,2	3,9	4,4	3,9	4,8	5,7	4,8
LI-C	5,0	2,9	3,8	4,3	4,3	5,6	4,4
LI-MD	4,7	2,3	3,8	4,5	4,8	5,8	4,2
CB-MI	4,2	6,7	4,1	4,0	4,6	6,2	4,5
CB-C	4,0	3,2	3,3	4,2	4,6	6,0	4,2
CB-MD	4,1	1,8	3,7	4,5	4,4	5,9	4,9
NB-MI	4,4	< 0,5	3,9	4,0	4,3	6,3	4,1
NB-CI	3,9	3,4	3,9	3,8	4,5	6,0	4,5
NB-CD	4,3	1,1	3,8	3,9	4,1	5,7	4,5
NB-MD	4,0	0,7	3,9	4,2	4,0	5,3	4,6
PR-MI	4,4	3,2	3,6	4,2	3,8	5,7	5,8
PR-C	3,9	< 0,5	3,6	3,7	3,7	7,4	5,9
PR-MD	4,2	3,6	4,9	4,2	4,2	7,8	6,9
LC-MI	4,7	3,2	4,1	4,5	4,0	7,9	6,6
LC-C	4,0	2,6	3,5	3,8	3,7	6,5	5,2
LC-MD	4,0	3,9	3,2	4,1	3,5	5,6	6,1



*Variación temporal de carbono orgánico disuelto.*



Análisis de Varianza espacial de carbono orgánico disuelto. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de carbono orgánico disuelto. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

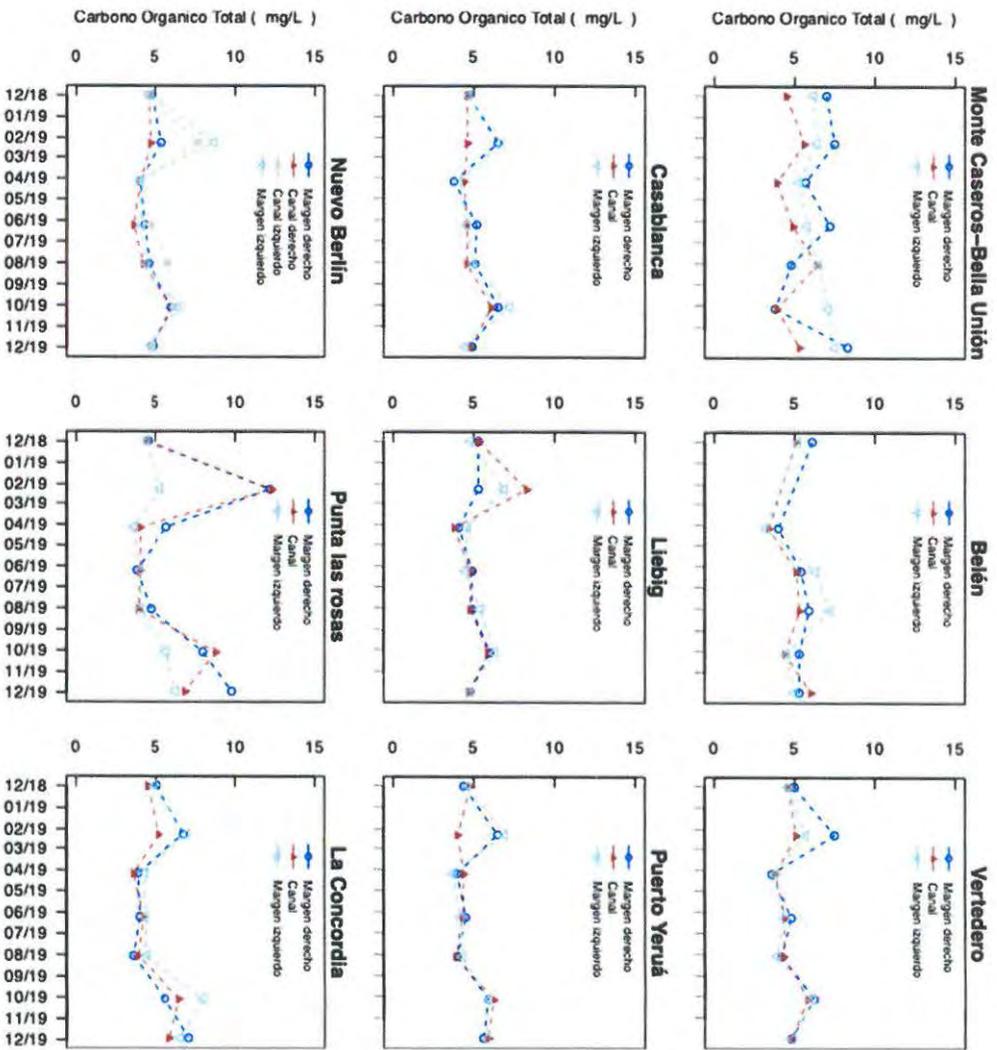


### **Carbono orgánico total**

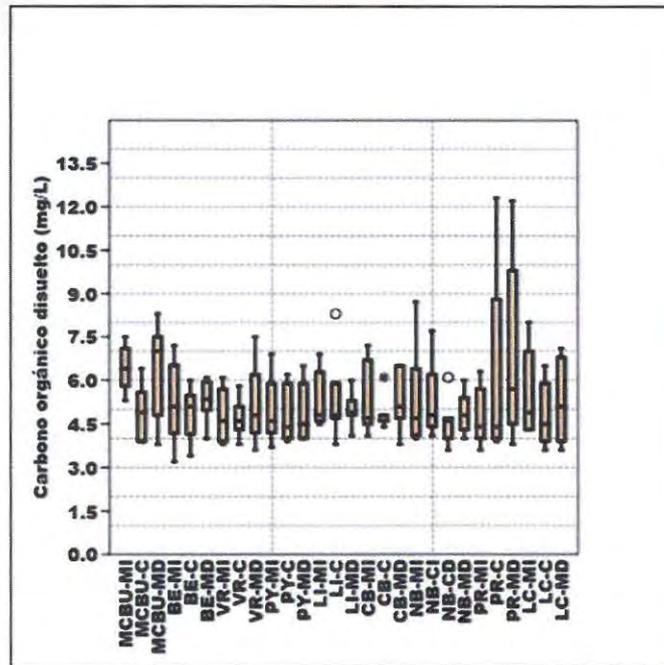
La media de carbono orgánico total para el período analizado es de 5,3 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas centro durante el mes de febrero de 2019 con 12,3 mg/L, mientras que el mínimo fue 3,2 mg/L y se registró en el sitio Belén margen izquierda durante el mes de abril de 2019.

Valores de carbono orgánico total (mg/L):

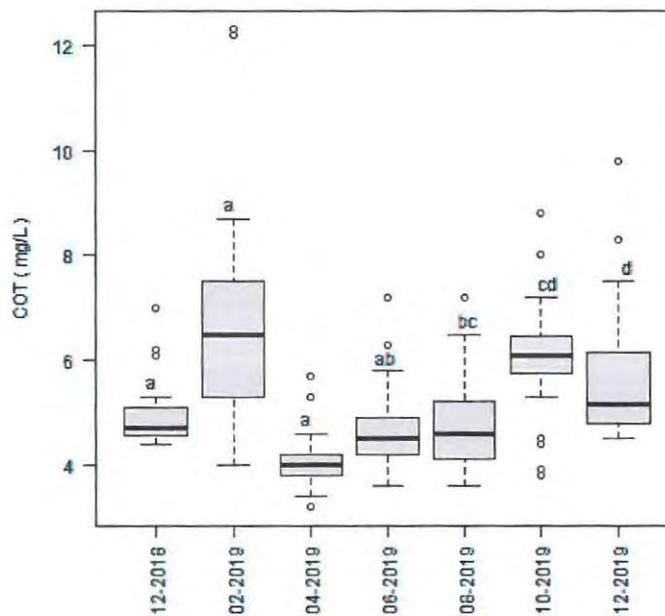
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	6,2	6,4	5,3	5,8	6,5	7,1	7,5
MCBU-C	4,5	5,6	3,9	4,9	6,4	3,9	5,3
MCBU-MD	7,0	7,5	5,7	7,2	4,8	3,8	8,3
BE-MI	5,2	s/d	3,2	6,3	7,2	4,5	5,0
BE-C	5,1	s/d	3,4	5,1	5,3	4,4	6,0
BE-MD	6,1	s/d	4,0	5,4	5,9	5,3	5,3
VR-MI	4,6	5,7	3,8	4,4	3,9	6,1	4,9
VR-C	4,6	5,1	3,8	4,4	4,3	5,8	4,8
VR-MD	5,0	7,5	3,6	4,8	4,2	6,2	4,8
PY-MI	4,6	6,9	3,7	4,2	4,3	5,9	5,8
PY-C	4,8	4,0	4,4	4,3	3,9	6,2	5,9
PY-MD	4,4	6,5	4,0	4,5	4,0	5,9	5,6
LI-MI	4,8	6,9	4,6	4,5	5,4	6,3	4,8
LI-C	5,3	8,3	3,8	4,8	4,8	5,9	4,7
LI-MD	5,3	5,3	4,1	4,9	4,9	6,0	4,8
CB-MI	4,7	6,7	4,1	4,6	5,0	7,2	4,5
CB-C	4,6	4,6	4,4	4,6	4,6	6,1	4,8
CB-MD	4,7	6,5	3,8	5,2	5,1	6,5	4,9
NB-MI	4,7	8,7	4,0	4,1	4,4	6,4	4,7
NB-CI	4,4	7,7	4,1	4,7	5,8	6,2	4,8
NB-CD	4,6	4,7	4,0	3,6	4,2	6,1	4,7
NB-MD	4,8	5,4	4,0	4,3	4,6	6,0	4,9
PR-MI	4,4	5,3	3,6	4,0	4,0	5,7	6,3
PR-C	4,4	12,3	4,0	4,0	3,9	8,8	6,9
PR-MD	4,5	12,2	5,7	3,8	4,7	8,0	9,8
LC-MI	4,9	7,0	4,3	4,3	4,4	8,0	6,6
LC-C	4,5	5,2	3,6	4,2	3,9	6,5	5,9
LC-MD	5,1	6,8	3,9	4,0	3,6	5,6	7,1



Variación temporal de carbono orgánico total.



*Análisis de Varianza espacial de carbono orgánico total. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de carbono orgánico total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

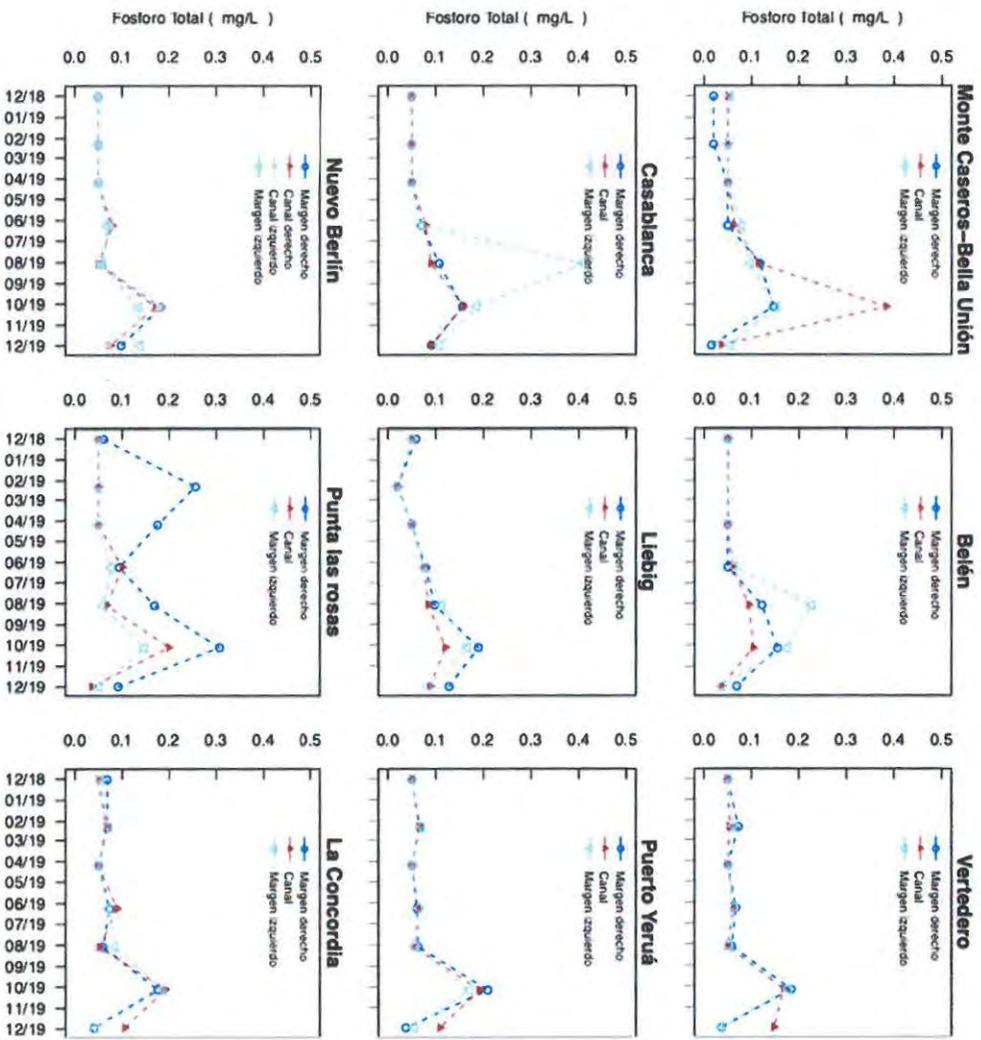
### Fósforo total

La media de fósforo total para el período analizado es de 0,084 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de agosto de 2019 con 0,4080 mg/L, mientras que el mínimo fue <0,015 mg/L y se registró en el sitio Monte Caseros-Bella Unión en el mes de diciembre de 2019.

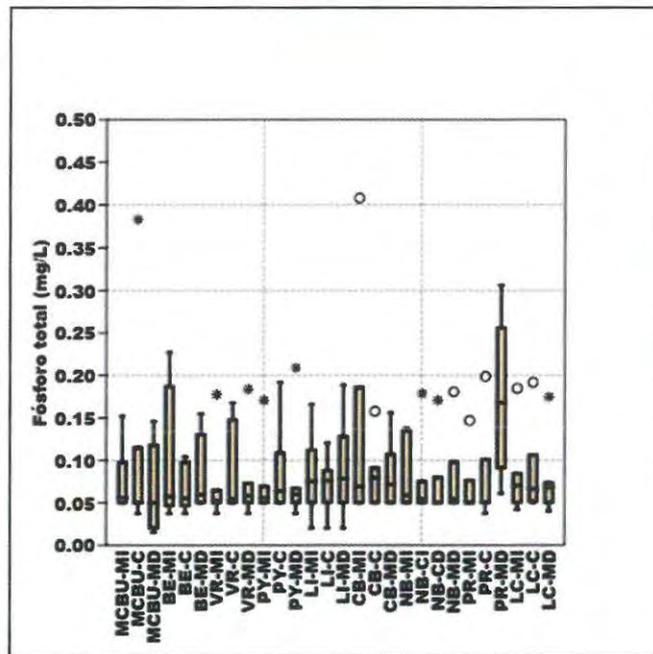
Valores de fósforo total (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,0559	< 0,0500	< 0,0500	0,0791	0,0974	0,1520	0,0540
MCBU-C	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0648	0,1150	0,3830	< 0,0370
MCBU-MD	< 0,0200	< 0,0200	< 0,0500	< 0,0500	0,1180	0,1460	< 0,0150
BE-MI	< 0,0500	s/d	< 0,0500	0,0641	0,2270	0,1740	< 0,0370
BE-C	< 0,0500	s/d	< 0,0500	0,0600	0,0951	0,1040	< 0,0370
BE-MD	< 0,0500	s/d	< 0,0500	< 0,0500	0,1220	0,1550	0,0690
VR-MI	< 0,0500	0,0619	< 0,0500	0,0645	0,0524	0,1780	< 0,0370
VR-C	< 0,0500	0,0543	< 0,0500	0,0619	< 0,0500	0,1680	0,1480
VR-MD	< 0,0500	0,0728	< 0,0500	0,0672	0,0582	0,1840	< 0,0370
PY-MI	< 0,0500	0,0693	< 0,0500	0,0638	0,0556	0,1710	0,0550
PY-C	< 0,0500	0,0653	< 0,0500	0,0636	0,0549	0,1920	0,1090
PY-MD	< 0,0500	0,0669	< 0,0500	0,0599	0,0626	0,2090	< 0,0370
LI-MI	0,0500	< 0,0200	< 0,0500	0,0754	0,1120	0,1660	0,0840
LI-C	< 0,0500	< 0,0200	< 0,0500	0,0757	0,0850	0,1200	0,0880
LI-MD	0,0583	< 0,0200	< 0,0500	0,0783	0,0972	0,1890	0,1280
CB-MI	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0692	0,4080	0,1860	0,1080
CB-C	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0793	0,0905	0,1580	0,0910
CB-MD	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0711	0,1070	0,1560	0,0910
NB-MI	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0687	0,0585	0,1350	0,1380
NB-CI	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0752	0,0543	0,1790	0,0710
NB-CD	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0798	< 0,0500	0,1710	0,0760
NB-MD	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0761	0,0546	0,1810	0,0980
PR-MI	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	0,0762	0,0587	0,1470	0,0500
PR-C	< 0,0500	0,0506	< 0,0500	0,1010	0,0678	0,1990	0,0370
PR-MD	0,0609	0,2560	0,1750	0,0937	0,1680	0,3060	0,0910
LC-MI	0,0540	0,0711	< 0,0500	0,0699	0,0841	0,1850	0,0420
LC-C	0,0513	0,0663	< 0,0500	0,0896	0,0527	0,1920	0,1060
LC-MD	0,0682	0,0693	< 0,0500	0,0732	0,0591	0,1750	0,0400

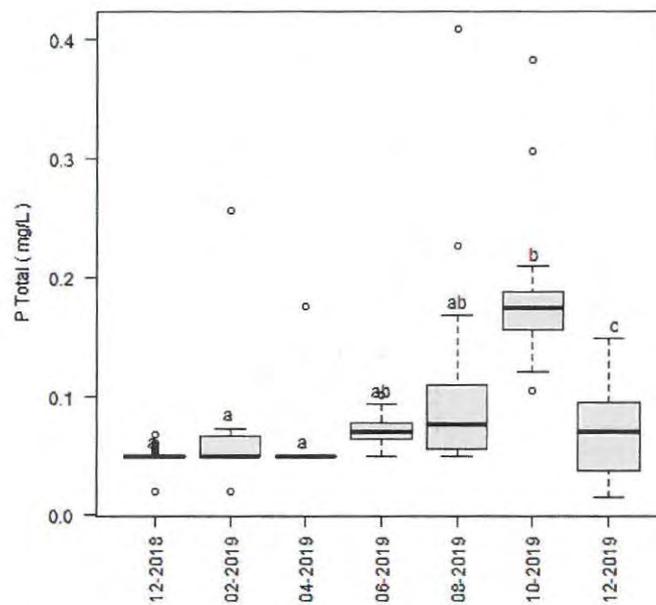
Nota: Los límites de detección y cuantificación para este parámetro bajaron en los últimos muestreos realizados hasta valores de 15 y 37 microgramos por litro respectivamente.



*Variación temporal de fósforo total.*



*Análisis de Varianza espacial de fósforo total. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de fósforo total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



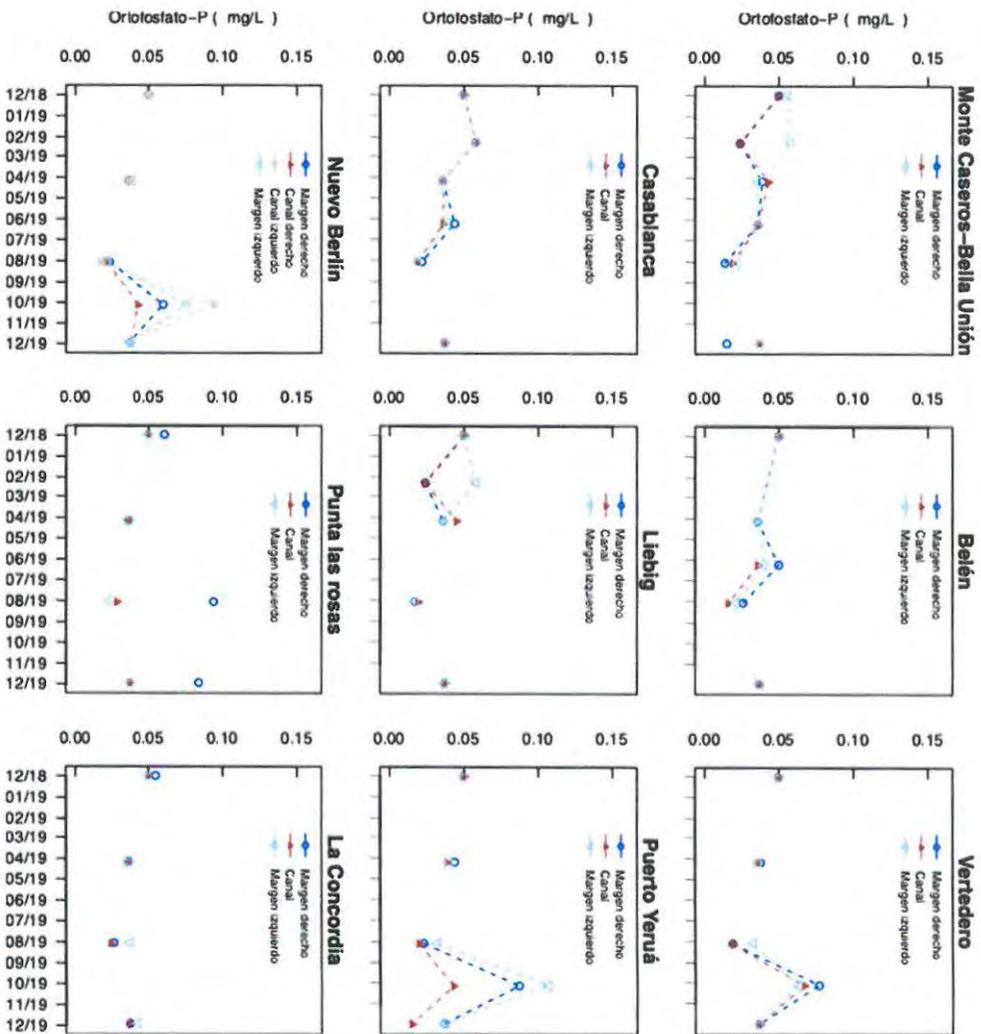
### Ortofosfato - P

La media de ortofosfato - P para el período analizado es de 0,0405 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yeruá margen izquierda durante el mes de octubre de 2019 con 0,107 mg/L, mientras que el mínimo fue 0,014 mg/L en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

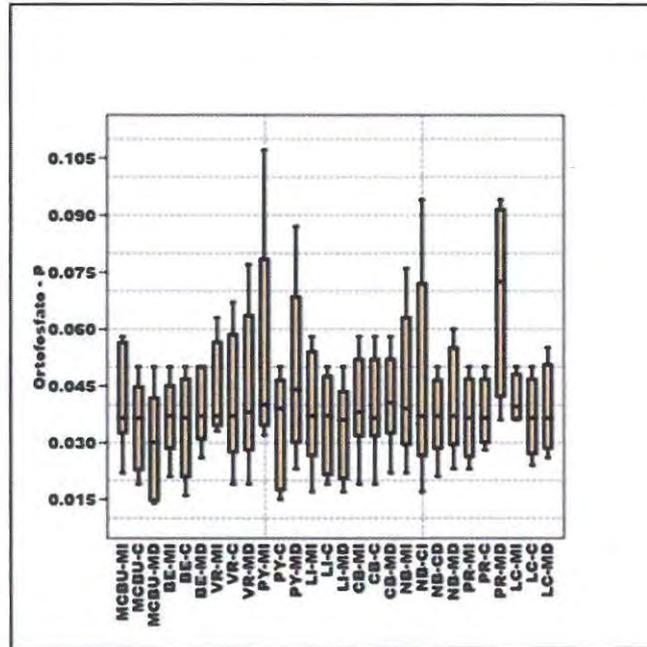
Valores de ortofosfato - P (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,0559	< 0,0580	0,0360	0,0360	0,0220	s/d	< 0,0370
MCBU-C	< 0,0500	< 0,0240	0,0430	< 0,0360	0,0190	s/d	< 0,0370
MCBU-MD	< 0,0500	< 0,0240	0,0390	< 0,0360	0,0140	s/d	< 0,0150
BE-MI	< 0,0500	s/d	< 0,0360	0,0400	0,0210	s/d	< 0,0370
BE-C	< 0,0500	s/d	s/d	< 0,0360	0,0160	s/d	< 0,0370
BE-MD	< 0,0500	s/d	< 0,0360	< 0,0500	0,0260	s/d	< 0,0370
VR-MI	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0330	0,0630	< 0,0370
VR-C	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0190	0,0670	< 0,0370
VR-MD	< 0,0500	s/d	0,0380	s/d	0,0190	0,0770	< 0,0370
PY-MI	< 0,0500	s/d	0,0400	s/d	0,0320	0,1070	< 0,0370
PY-C	< 0,0500	s/d	0,0390	s/d	0,0200	0,0430	< 0,0150
PY-MD	< 0,0500	s/d	0,0440	s/d	0,0230	0,0870	< 0,0370
LI-MI	< 0,0500	< 0,0580	< 0,0360	s/d	0,0170	s/d	< 0,0370
LI-C	< 0,0500	< 0,0240	0,0450	s/d	0,0190	s/d	< 0,0370
LI-MD	< 0,0500	< 0,0240	< 0,0360	s/d	0,0170	s/d	< 0,0370
CB-MI	< 0,0500	< 0,0580	< 0,0360	0,0390	0,0190	s/d	< 0,0370
CB-C	< 0,0500	< 0,0580	< 0,0360	< 0,0360	0,0190	s/d	< 0,0370
CB-MD	< 0,0500	< 0,0580	< 0,0360	0,0440	0,0220	s/d	< 0,0370
NB-MI	< 0,0500	s/d	0,0390	s/d	0,0220	0,0760	< 0,0370
NB-CI	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0170	0,0940	< 0,0370
NB-CD	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0210	0,0430	< 0,0370
NB-MD	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0230	0,0600	< 0,0370
PR-MI	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0230	s/d	< 0,0370
PR-C	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0280	s/d	< 0,0370
PR-MD	0,0609	s/d	< 0,0360	s/d	0,0940	s/d	0,0840
LC-MI	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0370	s/d	0,0420
LC-C	< 0,0500	s/d	< 0,0360	s/d	0,0240	s/d	< 0,0370
LC-MD	0,05510	s/d	< 0,0360	s/d	0,0260	s/d	< 0,0370

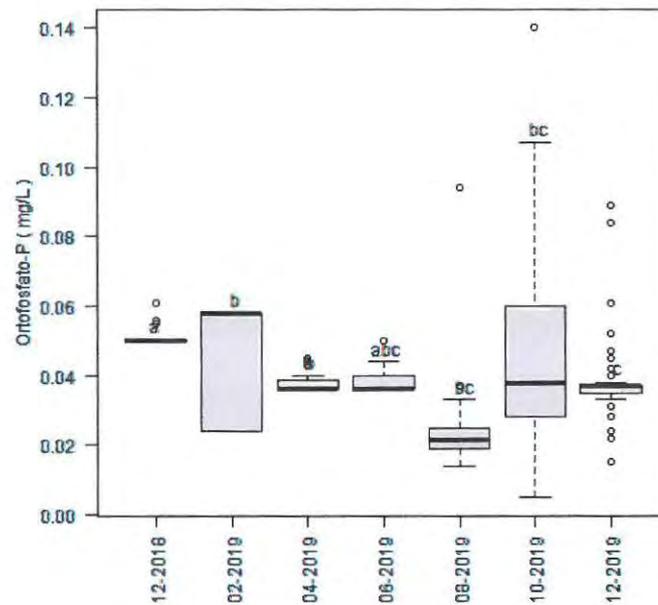
Nota: se ha logrado tener límites de detección y cuantificación menores al final del período informado (0.015 y 0.037 mg/L respectivamente). Puntualmente además en el muestreo de agosto 2019 se bajó aún más tales límites, lo que explica el mínimo valor registrado de 0.014 mg/L.



Variación temporal del ortofosfato - P.



*Análisis de Varianza espacial de ortofosfato-P (mg/L). No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de ortofosfato. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

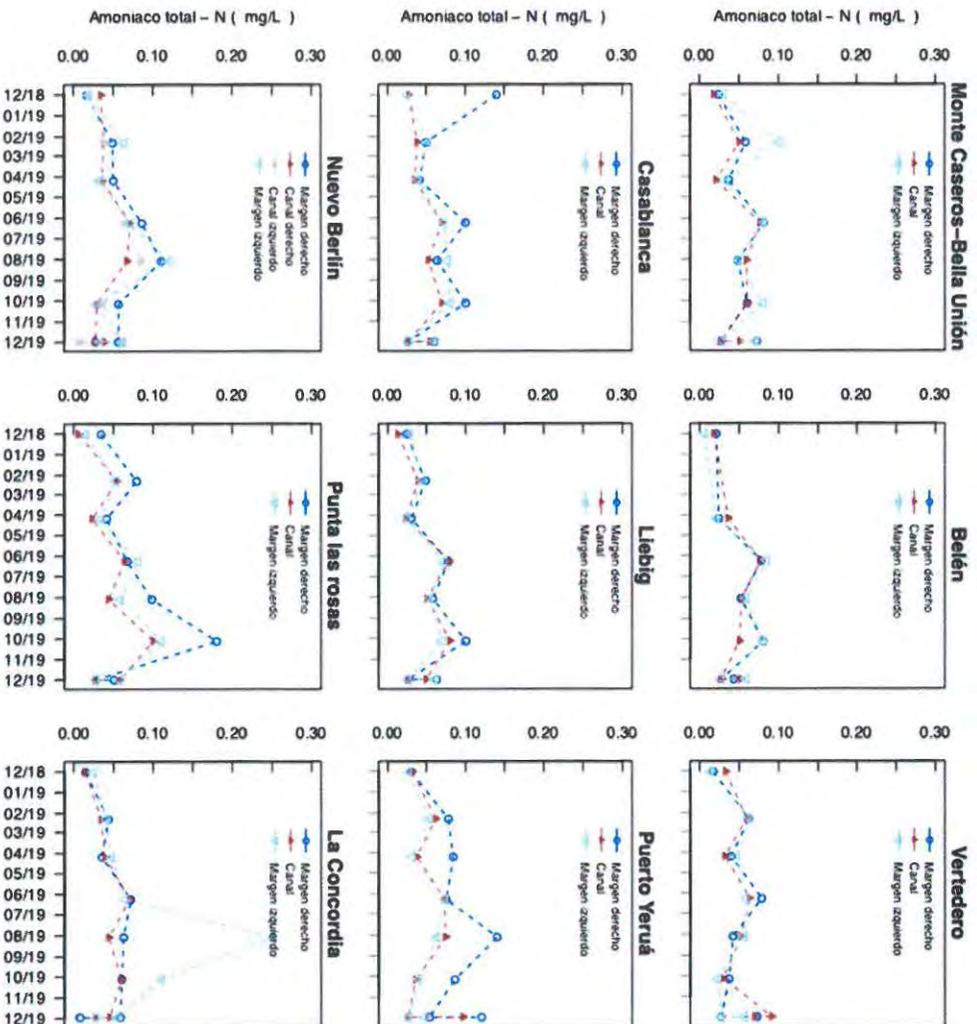
### Amoníaco total

La media de amoníaco total para el período analizado es de 0,056 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de agosto de 2019 con 0,250 mg/L, mientras que el mínimo fue 0,006 mg/L registrado en los sitios Belén margen izquierda y Punta las Rosas centro, ambos durante el mes de diciembre de 2018.

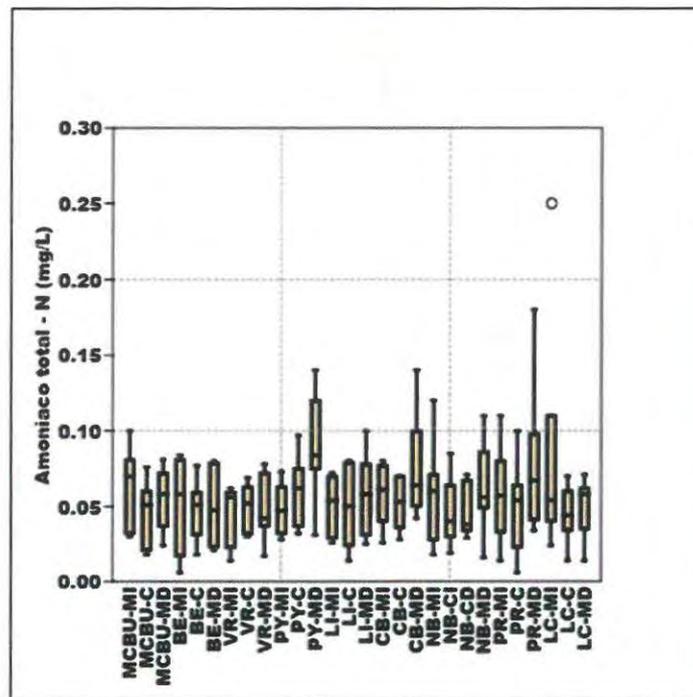
El valor más alto de amoníaco total se registró en La Concordia margen izquierda. El amoníaco no ionizable tiene el valor más elevado en la margen izquierda de Belén, seguido por Punta las Rosas margen derecha y La Concordia margen izquierda; las medias más altas para este parámetro se registraron en los sitios Casablanca margen izquierda, La Concordia margen izquierda y Punta las Rosas margen derecha.

Valores de amoníaco total-N (mg/L):

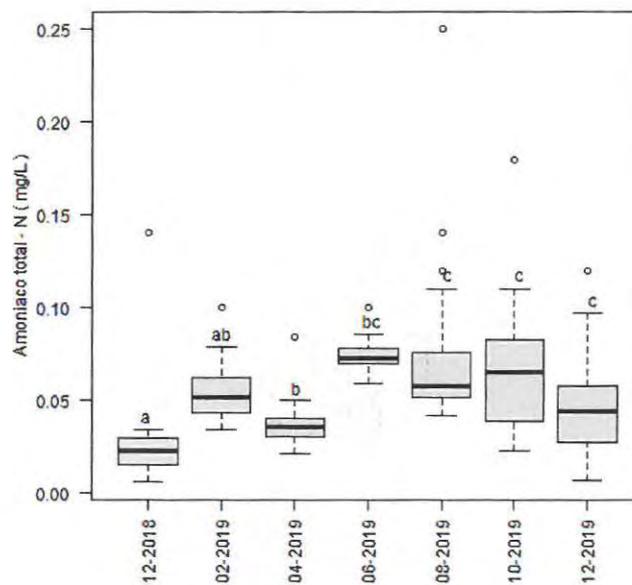
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,030	0,100	0,032	0,081	0,049	0,080	0,070
MCBU-C	0,018	0,050	0,021	0,076	0,059	0,060	0,051
MCBU-MD	0,024	0,058	0,037	0,081	0,048	0,060	0,072
BE-MI	0,006	s/d	0,021	0,084	0,058	0,080	0,058
BE-C	0,018	s/d	0,036	0,077	0,053	0,050	0,052
BE-MD	0,021	s/d	0,024	0,078	0,052	0,080	0,043
VR-MI	0,014	0,062	0,046	0,059	0,056	0,023	0,056
VR-C	0,033	0,059	0,032	0,063	0,052	0,030	0,069
VR-MD	0,017	0,062	0,040	0,078	0,042	0,037	0,072
PY-MI	0,028	0,053	0,032	0,073	0,063	0,041	0,047
PY-C	0,032	0,062	0,038	0,073	0,075	0,037	0,097
PY-MD	0,031	0,078	0,084	0,075	0,140	0,086	0,120
LI-MI	0,029	0,045	0,026	0,072	0,054	0,070	0,060
LI-C	0,014	0,040	0,024	0,079	0,051	0,080	0,050
LI-MD	0,025	0,049	0,031	0,078	0,058	0,100	0,063
CB-MI	0,026	0,052	0,040	0,073	0,077	0,080	0,061
CB-C	0,028	0,039	0,036	0,070	0,053	0,070	0,055
CB-MD	0,140	0,050	0,042	0,100	0,064	0,100	0,060
NB-MI	0,018	0,063	0,034	0,071	0,120	0,028	0,060
NB-CI	0,019	0,040	0,030	0,064	0,085	0,036	0,062
NB-CD	0,034	0,038	0,036	0,071	0,067	0,029	0,039
NB-MD	0,016	0,049	0,050	0,086	0,110	0,056	0,056
PR-MI	0,014	0,053	0,033	0,080	0,058	0,110	0,057
PR-C	0,006	0,054	0,023	0,064	0,044	0,100	0,058
PR-MD	0,034	0,079	0,041	0,067	0,098	0,180	0,050
LC-MI	0,024	0,040	0,047	0,064	0,250	0,110	0,054
LC-C	0,014	0,034	0,039	0,070	0,044	0,060	0,045
LC-MD	0,014	0,043	0,035	0,071	0,062	0,060	0,058



Variación temporal de amoníaco total.



*Análisis de Varianza espacial de amoníaco total. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de amoníaco total. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



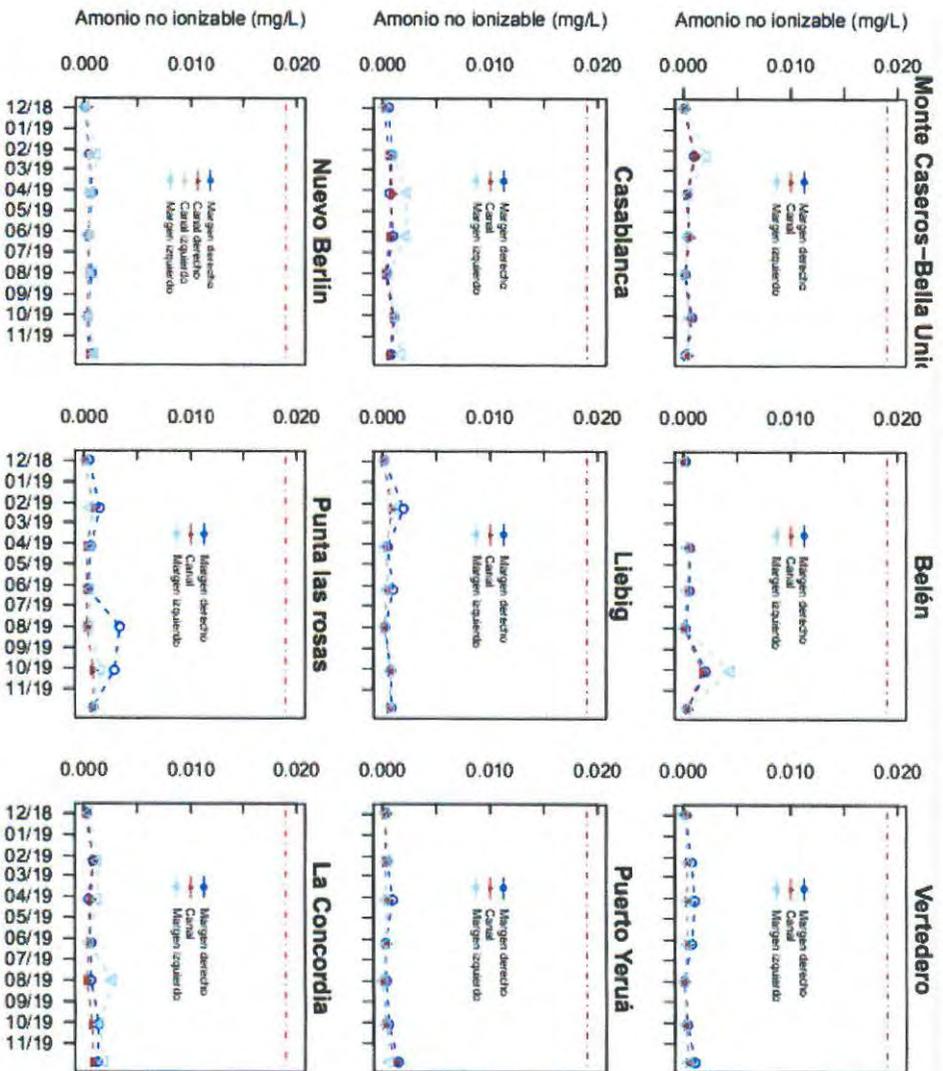
### Amoníaco no ionizable

Por cálculo de equilibrio, a partir de los datos simultáneos de pH y temperatura, se determinaron las concentraciones de amoníaco no ionizable ( $\text{NH}_3$ ), pues éste es el parámetro de calidad que está regulado por el Digesto de CARU. El valor máximo registrado alcanzó 4,41  $\mu\text{g/L}$  en el sitio Belén margen izquierda en el mes de octubre de 2019.

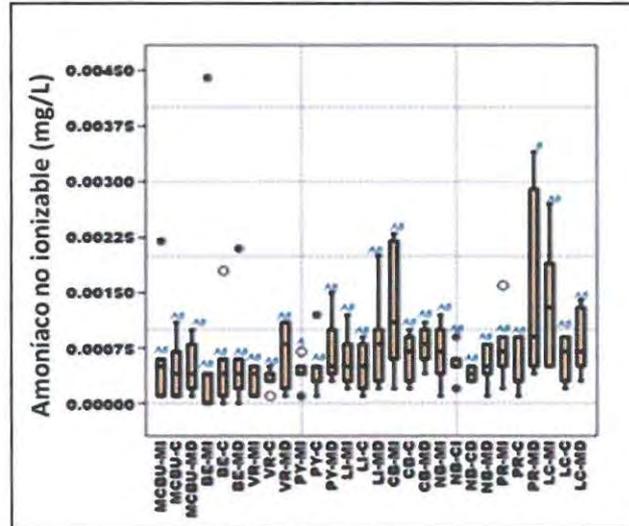
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para amoníaco no ionizable ( $\text{NH}_3$ ) de 19  $\mu\text{g/L}$  (USO 4); por lo que no se registraron incumplimientos en este parámetro.

Valores de amoníaco no ionizable ( $\text{NH}_3$ ) ( $\mu\text{g/L}$ ):

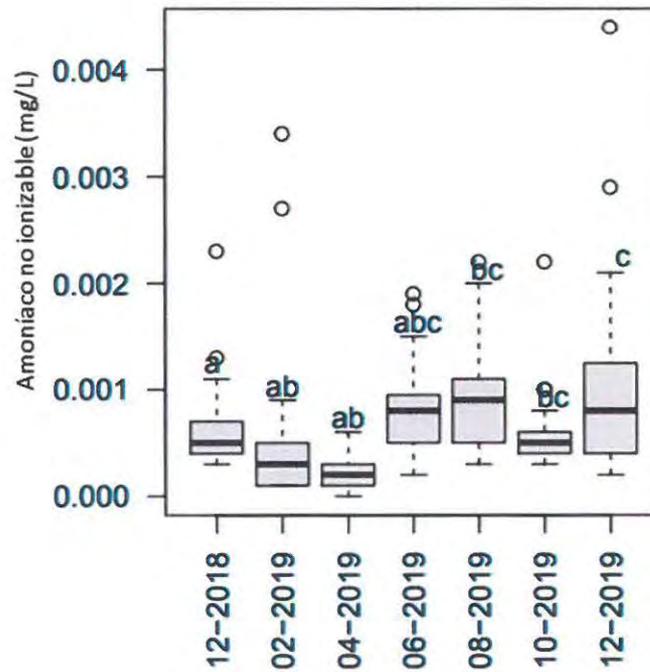
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,11	2,17	0,49	0,54	0,11	0,61	0,33
MCBU-C	0,09	1,11	0,31	0,59	0,13	0,70	0,38
MCBU-MD	0,08	1,02	0,38	0,49	0,23	0,79	0,22
BE-MI	0,05	s/d	0,43	0,39	0,14	4,41	0,42
BE-C	0,15	s/d	0,57	0,44	0,12	1,81	0,37
BE-MD	0,17	s/d	0,63	0,57	0,22	2,06	0,39
VR-MI	0,13	0,53	0,55	0,43	0,13	0,19	0,49
VR-C	0,25	0,40	0,42	0,39	0,12	0,26	0,51
VR-MD	0,18	0,76	1,14	0,75	0,07	0,40	1,06
PY-MI	0,39	0,50	0,43	0,40	0,14	0,39	0,72
PY-C	0,33	0,29	0,48	0,44	0,14	0,30	1,23
PY-MD	0,43	0,54	0,97	0,34	0,36	0,63	1,48
LI-MI	0,18	1,16	0,31	0,48	0,26	0,77	0,85
LI-C	0,10	0,92	0,41	0,51	0,23	0,80	0,66
LI-MD	0,22	1,99	0,55	0,98	0,28	0,83	0,91
CB-MI	0,15	1,03	2,31	2,23	0,63	1,14	1,77
CB-C	0,18	0,61	0,87	0,70	0,28	1,00	0,75
CB-MD	0,57	0,91	0,73	1,04	0,38	1,14	0,83
NB-MI	0,14	1,16	0,66	0,42	0,92	0,42	1,01
NB-CI	0,16	0,64	0,48	0,61	0,53	0,47	0,95
NB-CD	0,25	0,52	0,50	0,43	0,39	0,30	0,49
NB-MD	0,10	0,53	0,76	0,41	0,66	0,42	0,82
PR-MI	0,21	0,69	0,70	0,63	0,51	1,63	0,91
PR-C	0,06	0,86	0,35	0,31	0,32	0,95	0,91
PR-MD	0,54	1,45	0,74	0,44	3,40	2,87	0,90
LC-MI	0,49	1,28	1,27	0,51	2,68	1,49	1,92
LC-C	0,22	0,86	0,67	0,45	0,33	0,77	0,87
LC-MD	0,34	0,90	0,52	0,74	0,68	1,43	1,29



*Variación temporal del amoníaco no ionizable.*



Análisis de Varianza espacial de amoníaco no ionizable. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de amoníaco no ionizable. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Nitrato

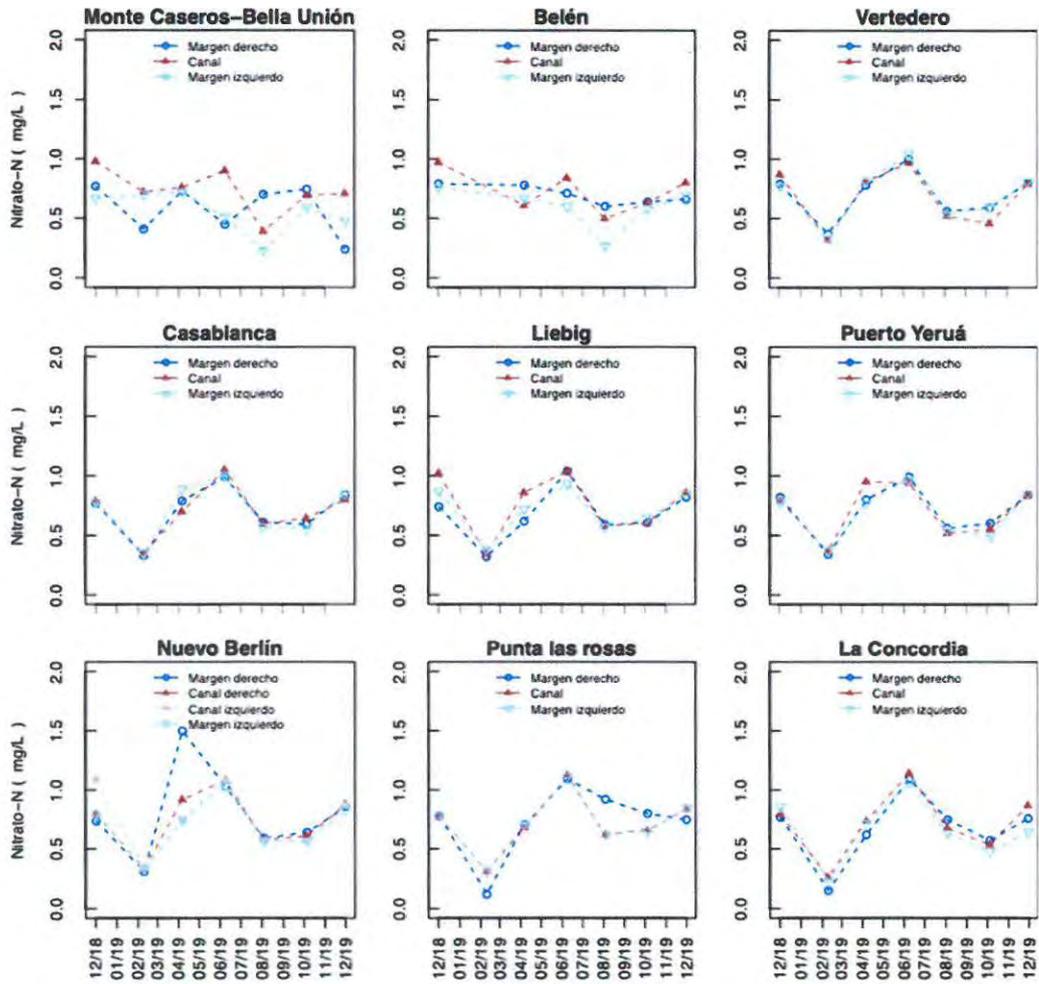
La media de nitrato para el período analizado es de 0,7 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Nuevo Berlín margen derecha durante el mes de abril de 2019 con 1,5 mg/L, mientras que el mínimo fue 0,12 mg/L y se registró en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de febrero de 2019.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Nitrato (USO 1) de 10 mg/L de N. No se registraron incumplimientos en este parámetro.

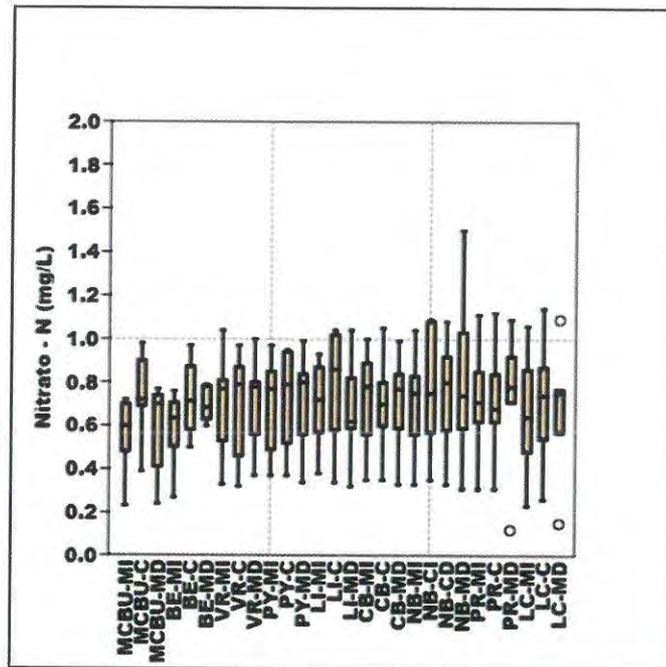
Valores de nitrato - N (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,67	0,70	0,72	0,51	0,23	0,60	0,48
MCBU-C	0,98	0,72	0,76	0,90	0,39	0,69	0,71
MCBU-MD	0,77	0,41	0,73	0,45	0,70	0,74	0,24
BE-MI	0,76	s/d	0,67	0,60	0,27	0,58	0,69
BE-C	0,97	s/d	0,61	0,84	0,50	0,63	0,80
BE-MD	0,79	s/d	0,78	0,71	0,60	0,64	0,66
VR-MI	0,77	0,33	0,81	1,04	0,53	0,60	0,81
VR-C	0,87	0,32	0,81	0,97	0,52	0,46	0,79
VR-MD	0,79	0,37	0,78	1,00	0,56	0,59	0,80
PY-MI	0,78	0,37	0,77	0,97	0,55	0,49	0,85
PY-C	0,79	0,37	0,95	0,94	0,52	0,55	0,84
PY-MD	0,82	0,34	0,80	0,99	0,56	0,60	0,84
LI-MI	0,87	0,38	0,72	0,93	0,57	0,64	0,85
LI-C	1,02	0,34	0,86	1,04	0,58	0,60	0,86
LI-MD	0,74	0,32	0,62	1,04	0,59	0,61	0,82
CB-MI	0,78	0,35	0,89	1,00	0,57	0,56	0,85
CB-C	0,79	0,35	0,70	1,05	0,60	0,64	0,80
CB-MD	0,77	0,33	0,79	0,99	0,61	0,59	0,84
NB-MI	0,80	0,33	0,75	1,04	0,57	0,56	0,83
NB-CI	1,09	0,35	0,75	1,08	0,57	0,57	0,87
NB-CD	0,80	0,33	0,92	1,08	0,58	0,61	0,88
NB-MD	0,74	0,31	1,50	1,03	0,59	0,64	0,86
PR-MI	0,78	0,31	0,71	1,11	0,62	0,65	0,85
PR-C	< 0,78	0,31	0,68	1,12	0,62	0,66	0,84
PR-MD	0,78	0,12	0,71	1,09	0,92	0,80	0,75
LC-MI	0,86	0,23	0,72	1,06	0,63	0,48	0,64
LC-C	0,80	0,26	0,74	1,14	0,68	0,54	0,87
LC-MD	0,77	0,15	0,62	1,09	0,75	0,57	0,76

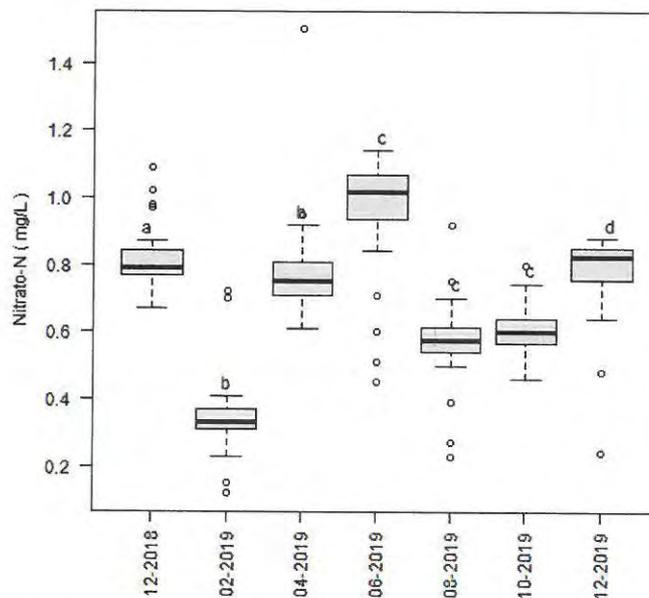
Valor límite de la norma: 10 mg/L de N (Digesto de CARU, USO 1).



Variación temporal de nitrato.



*Análisis de Varianza espacial de nitrato. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de nitrato. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



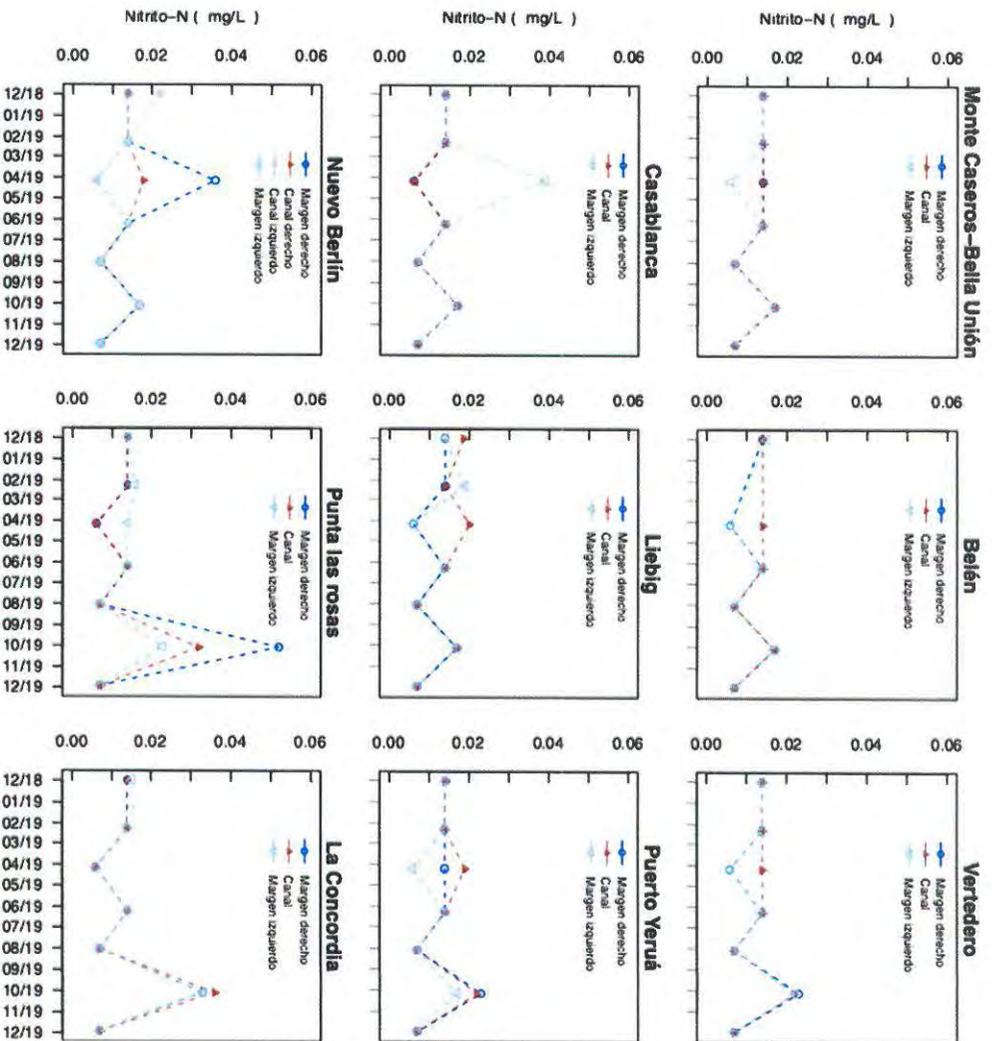
### Nitrito

La media de nitrito para el período analizado es de 0,013 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de octubre de 2019 con 0,052 mg/L, mientras que el mínimo fue <0,006 mg/L en varios sitios en diferentes muestreos.

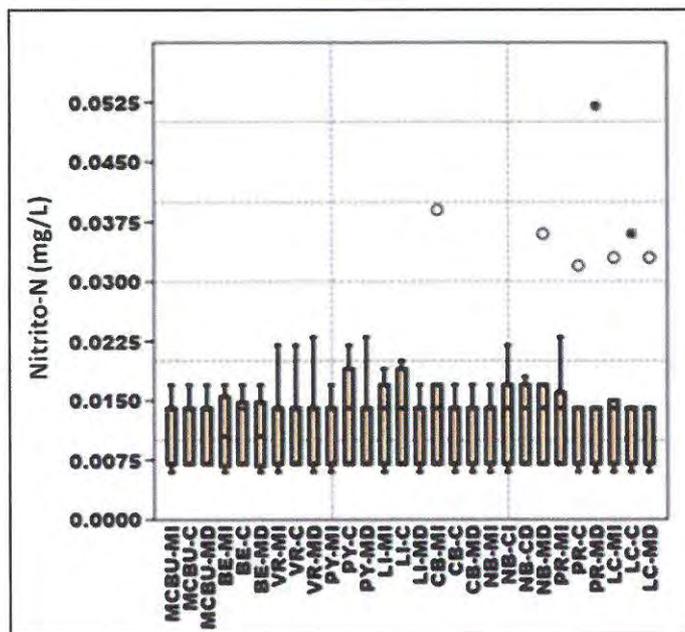
Valores de nitrito - N (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,014	< 0,014	< 0,006	0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
MCBU-C	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
MCBU-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
BE-MI	0,015	s/d	< 0,006	0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
BE-C	< 0,014	s/d	< 0,014	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
BE-MD	< 0,014	s/d	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
VR-MI	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,022	< 0,007
VR-C	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,007	0,022	< 0,007
VR-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,023	< 0,007
PY-MI	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
PY-C	< 0,014	< 0,014	0,019	< 0,014	< 0,007	0,022	< 0,007
PY-MD	0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,014	< 0,007	0,023	< 0,007
LI-MI	< 0,014	0,019	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
LI-C	0,019	< 0,014	0,020	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
LI-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
CB-MI	< 0,014	< 0,014	0,039	0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
CB-C	< 0,014	< 0,014	< 0,006	0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
CB-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
NB-MI	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
NB-CI	0,022	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
NB-CD	< 0,014	< 0,014	0,018	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
NB-MD	< 0,014	< 0,014	0,036	< 0,014	< 0,007	< 0,017	< 0,007
PR-MI	< 0,014	0,016	< 0,014	< 0,014	< 0,007	0,023	< 0,007
PR-C	< 0,014	0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,032	< 0,007
PR-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,052	< 0,007
LC-MI	0,015	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,033	< 0,007
LC-C	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,036	< 0,007
LC-MD	< 0,014	< 0,014	< 0,006	< 0,014	< 0,007	0,033	< 0,007

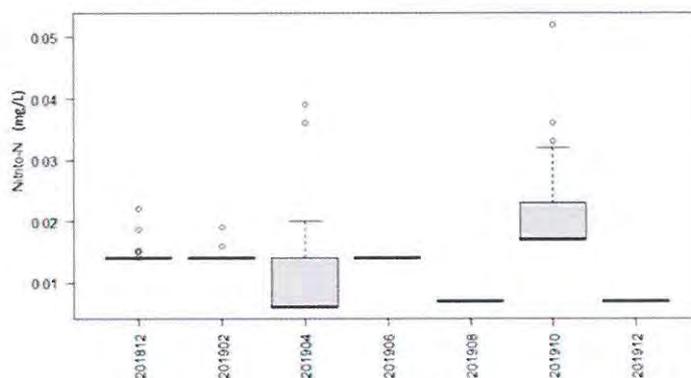
Nota: los límites de detección y cuantificación con los que ha informado el laboratorio han variado a lo largo del tiempo, lo cual explica el comportamiento de los resultados que mayormente están por debajo de tales valores.



Variación temporal de nitrato.



*Análisis de Varianza espacial de nitrito. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



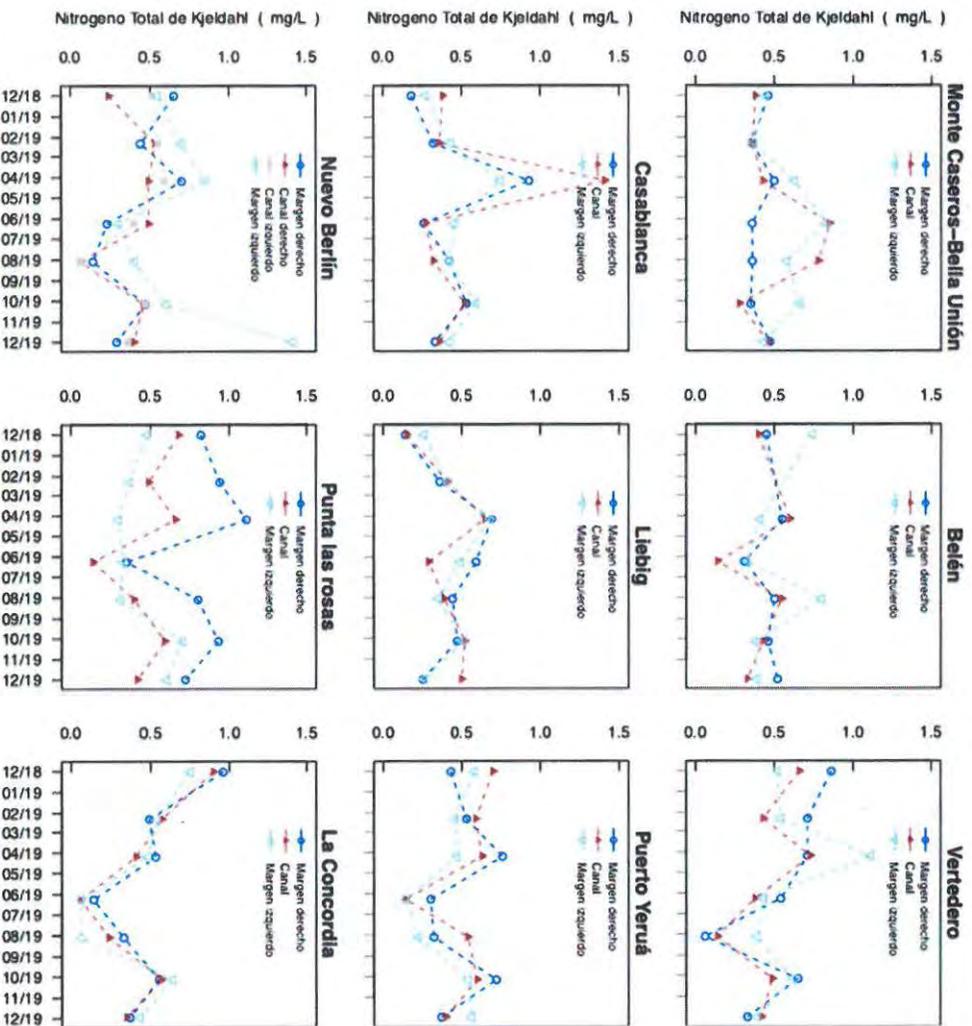
*Análisis de Varianza temporal de nitrito. No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

### Nitrógeno total de Kjeldahl (NTK)

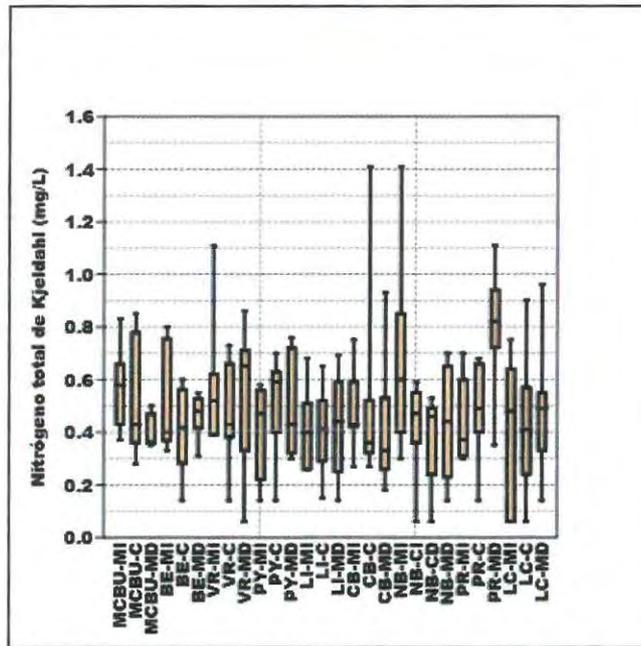
La media de nitrógeno total de Kjeldahl (NTK) para el período analizado es de 0,48 mg/L; registrándose el valor máximo de 1,41 mg/L en los sitios Casablanca centro durante el mes de abril de 2019 y Nuevo Berlín margen izquierda durante el mes de diciembre de 2019; mientras que el mínimo, coincidente con el límite de detección, fue <0,06 mg/L en varios sitios en diferentes muestreos.

Valores de nitrógeno total de Kjeldahl (mg/L):

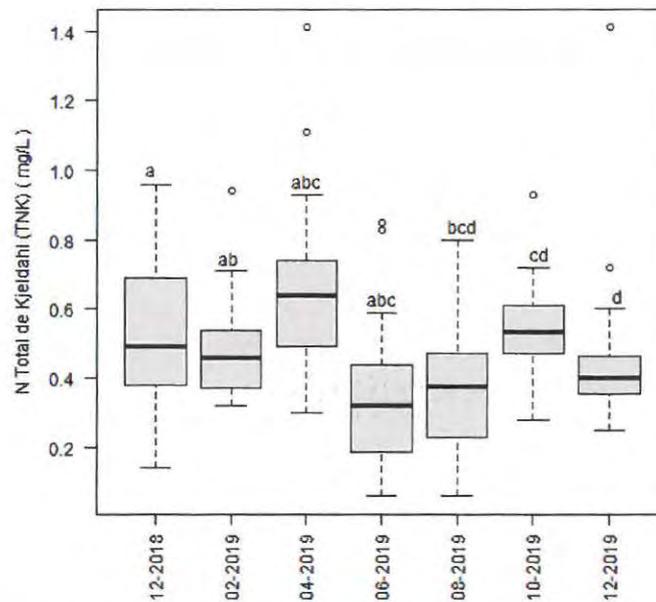
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,44	0,37	0,63	0,83	0,58	0,66	0,43
MCBU-C	0,38	0,36	0,43	0,85	0,78	0,28	0,46
MCBU-MD	0,46	0,36	0,50	0,36	0,36	0,35	0,47
BE-MI	0,74	s/d	0,41	0,33	0,80	0,38	0,39
BE-C	0,40	s/d	0,60	0,14	0,55	0,43	0,33
BE-MD	0,45	s/d	0,55	0,31	0,50	0,46	0,52
VR-MI	0,52	0,54	1,11	0,43	0,39	0,62	0,39
VR-C	0,66	0,43	0,73	0,38	< 0,14	0,49	0,42
VR-MD	0,86	0,71	0,71	0,54	< 0,06	0,65	0,33
PY-MI	0,58	0,46	0,47	< 0,14	0,22	0,54	0,56
PY-C	0,70	0,59	0,63	< 0,14	0,54	0,60	0,40
PY-MD	0,43	0,53	0,76	0,30	0,32	0,72	0,37
LI-MI	0,26	0,40	0,68	0,49	0,35	0,51	0,26
LI-C	0,15	0,41	0,65	0,29	0,39	0,52	0,50
LI-MD	0,14	0,36	0,69	0,59	0,44	0,47	0,25
CB-MI	0,27	0,43	0,75	0,45	0,42	0,59	0,42
CB-C	0,38	0,36	1,41	0,27	0,32	0,52	0,36
CB-MD	0,18	0,32	0,93	0,26	0,42	0,53	0,33
NB-MI	0,55	0,70	0,85	0,30	0,40	0,60	1,41
NB-CI	0,51	0,55	0,59	0,40	< 0,06	0,47	0,36
NB-CD	0,24	0,53	0,49	0,49	< 0,06	0,46	0,40
NB-MD	0,65	0,44	0,70	0,23	< 0,14	0,47	0,29
PR-MI	0,48	0,37	0,30	0,33	0,31	0,70	0,60
PR-C	0,68	0,49	0,66	< 0,14	0,40	0,59	0,42
PR-MD	0,82	0,94	1,11	0,35	0,80	0,93	0,72
LC-MI	0,75	0,54	0,48	< 0,06	< 0,06	0,64	0,43
LC-C	0,90	0,57	0,41	< 0,06	0,24	0,57	0,35
LC-MD	0,96	0,49	0,53	< 0,14	0,33	0,55	0,37



*Variación temporal de nitrógeno total de Kjeldahl.*



*Análisis de Varianza espacial de nitrógeno total de Kjeldahl. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de nitrógeno total de Kjeldahl. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

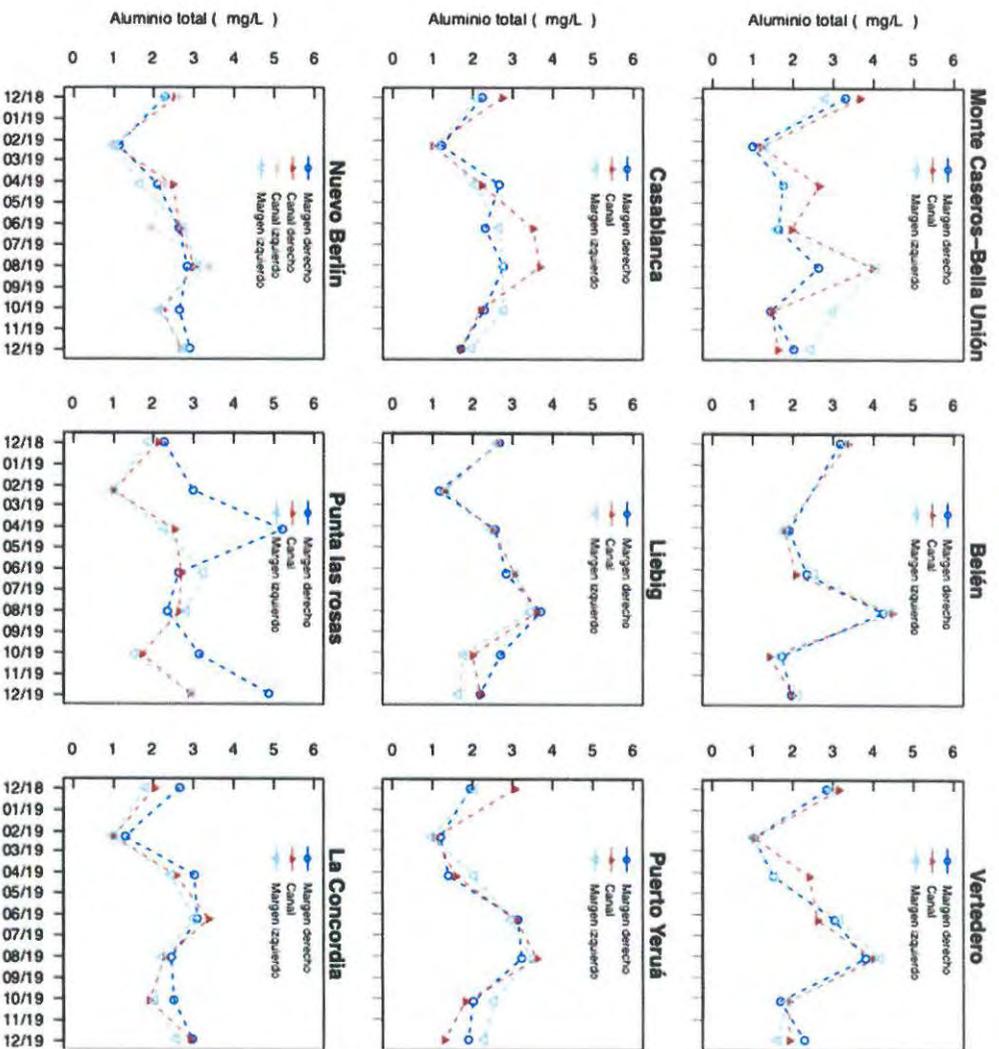


## Aluminio

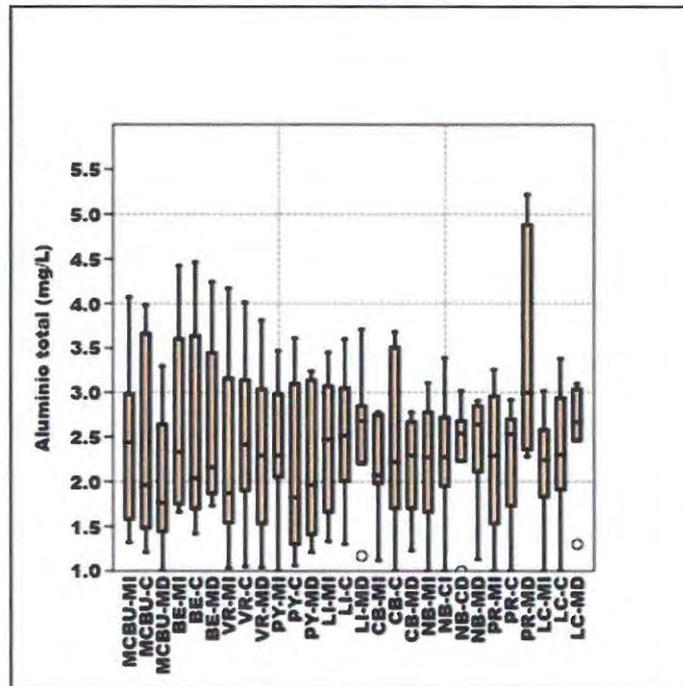
La media de aluminio para el período analizado es de 2,38 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de abril de 2019 con 5,22 mg/L, mientras que el mínimo (coincidente con el límite de cuantificación de la técnica) fue < 1 mg/L y se registró en múltiples sitios en la campaña de febrero de 2019.

Valores de aluminio (mg/L):

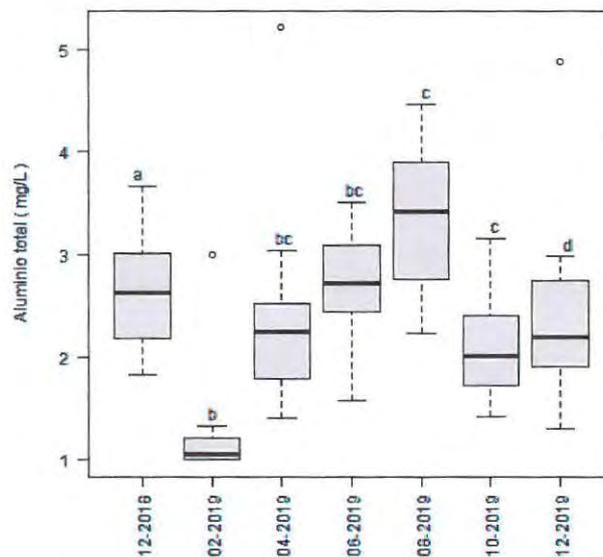
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	2,80	1,32	1,80	1,58	4,07	2,98	2,44
MCBU-C	3,66	1,21	2,65	1,96	3,98	1,48	1,62
MCBU-MD	3,30	< 1,00	1,76	1,64	2,64	1,44	2,02
BE-MI	3,33	s/d	1,78	2,53	4,42	1,66	2,13
BE-C	3,36	s/d	1,79	2,07	4,46	1,42	2,00
BE-MD	3,18	s/d	1,91	2,35	4,24	1,73	1,97
VR-MI	2,95	1,03	1,54	3,16	4,17	1,87	1,61
VR-C	3,14	1,05	2,41	2,62	4,01	1,90	1,91
VR-MD	2,85	1,04	1,53	3,04	3,81	1,69	2,29
PY-MI	2,05	1,00	2,05	2,98	3,47	2,53	2,29
PY-C	3,06	1,06	1,59	3,10	3,61	1,82	1,30
PY-MD	1,96	1,21	1,41	3,14	3,24	2,02	1,90
LI-MI	2,62	1,33	2,47	3,07	3,45	1,79	1,66
LI-C	2,64	1,30	2,51	3,05	3,60	2,00	2,20
LI-MD	2,68	1,17	2,57	2,85	3,71	2,71	2,20
CB-MI	2,07	1,12	2,06	2,67	2,75	2,78	1,98
CB-C	2,74	< 1,00	2,22	3,51	3,68	2,20	1,70
CB-MD	2,24	1,23	2,67	2,32	2,78	2,29	1,70
NB-MI	2,27	< 1,00	1,66	2,75	3,11	2,14	2,78
NB-CI	2,62	< 1,00	2,27	1,95	3,39	2,17	2,72
NB-CD	2,54	< 1,00	2,48	2,66	3,02	2,23	2,68
NB-MD	2,29	1,13	2,11	2,64	2,85	2,65	2,91
PR-MI	1,89	< 1,00	2,29	3,26	2,83	1,53	2,96
PR-C	2,13	< 1,00	2,53	2,70	2,64	1,73	2,92
PR-MD	2,28	3,00	5,22	2,64	2,36	3,15	4,88
LC-MI	1,83	< 1,00	2,45	3,02	2,24	2,04	2,58
LC-C	2,04	< 1,00	2,57	3,38	2,30	1,91	2,94
LC-MD	2,67	1,30	3,04	3,10	2,46	2,52	2,98



Variación temporal de aluminio.



Análisis de Varianza espacial de aluminio. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de aluminio. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

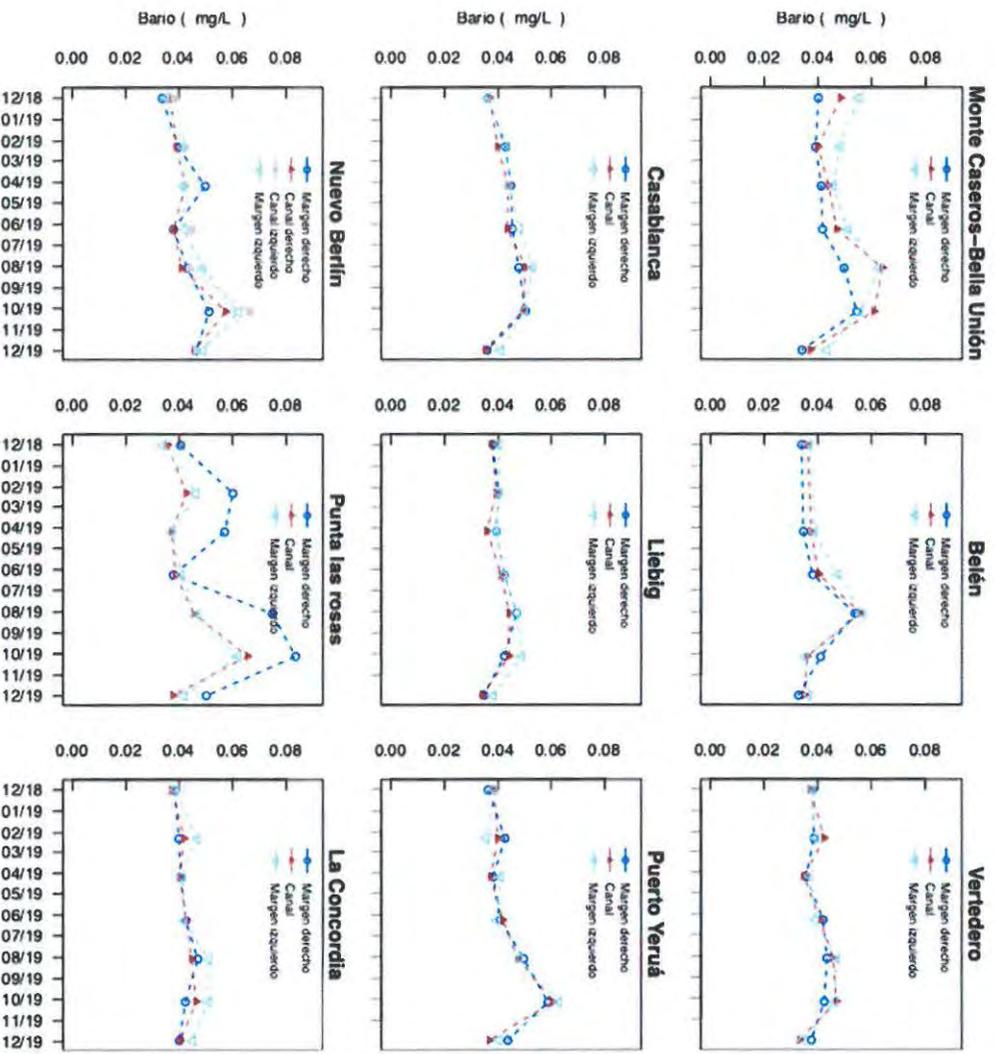
## Bario

La media de bario para el período analizado es de 0,043 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de octubre de 2019 con 0,083 mg/L, mientras que el mínimo fue 0,033 mg/L y se registró en Belén margen derecha durante el mes de diciembre de 2019.

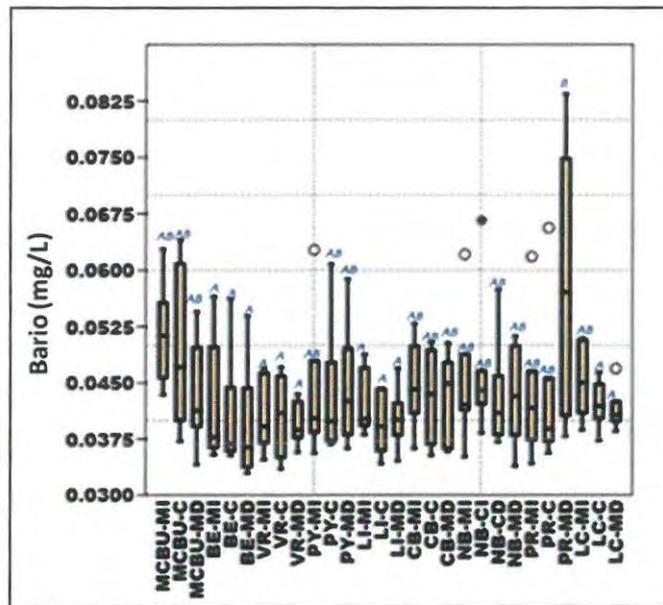
Los valores de bario son superiores al resto en Punta las Rosas margen derecha seguido por Monte Caseros–Bella Unión margen izquierda.

Valores de bario (mg/L):

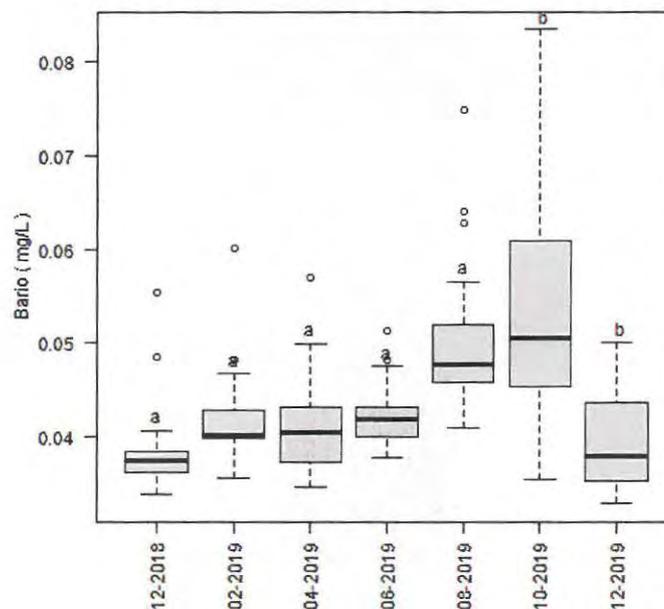
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,0553	0,0482	0,0457	0,0513	0,0628	0,0557	0,0434
MCBU-C	0,0485	0,0400	0,0442	0,0471	0,0640	0,0609	0,0372
MCBU-MD	0,0402	0,0392	0,0413	0,0418	0,0497	0,0545	0,0341
BE-MI	0,0368	s/d	0,0387	0,0475	0,0565	0,0354	0,0367
BE-C	0,0361	s/d	0,0376	0,0405	0,0562	0,0361	0,0353
BE-MD	0,0340	s/d	0,0347	0,0381	0,0539	0,0411	0,0329
VR-MI	0,0379	0,0394	0,0370	0,0392	0,0469	0,0463	0,0347
VR-C	0,0374	0,0425	0,0350	0,0410	0,0459	0,0471	0,0335
VR-MD	0,0382	0,0387	0,0357	0,0420	0,0435	0,0425	0,0377
PY-MI	0,0384	0,0356	0,0407	0,0395	0,0479	0,0627	0,0403
PY-C	0,0385	0,0399	0,0372	0,0418	0,0477	0,0608	0,0368
PY-MD	0,0362	0,0426	0,0381	0,0407	0,0496	0,0588	0,0437
LI-MI	0,0402	0,0402	0,0393	0,0423	0,0470	0,0488	0,0381
LI-C	0,0377	0,0392	0,0359	0,0412	0,0443	0,0442	0,0342
LI-MD	0,0380	0,0401	0,0393	0,0423	0,0469	0,0423	0,0346
CB-MI	0,0362	0,0434	0,0441	0,0481	0,0529	0,0499	0,0410
CB-C	0,0368	0,0399	0,0439	0,0435	0,0504	0,0494	0,0353
CB-MD	0,0362	0,0428	0,0449	0,0454	0,0477	0,0503	0,0358
NB-MI	0,0351	0,0414	0,0417	0,0421	0,0488	0,0621	0,0488
NB-CI	0,0383	0,0425	0,0422	0,0450	0,0440	0,0666	0,0466
NB-CD	0,0371	0,0392	0,0423	0,0381	0,0410	0,0574	0,0459
NB-MD	0,0339	0,0399	0,0499	0,0380	0,0432	0,0512	0,0464
PR-MI	0,0342	0,0463	0,0374	0,0407	0,0465	0,0618	0,0417
PR-C	0,0356	0,0428	0,0372	0,0389	0,0456	0,0656	0,0378
PR-MD	0,0406	0,0601	0,0570	0,0378	0,0748	0,0834	0,0501
LC-MI	0,0387	0,0467	0,0410	0,0417	0,0509	0,0507	0,0450
LC-C	0,0373	0,0419	0,0403	0,0427	0,0448	0,0464	0,0404
LC-MD	0,0385	0,0399	0,0407	0,0425	0,0469	0,0423	0,0401



*Variación temporal de bario.*



Análisis de Varianza espacial de bario (mg/L). Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de bario. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

## Hierro

La media de hierro para el período analizado es de 2,21 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de abril de 2019 con 4,01 mg/L, mientras que el mínimo fue 1,16 mg/L y se registró en Nuevo Berlín centro izquierdo durante el mes de febrero de 2019.

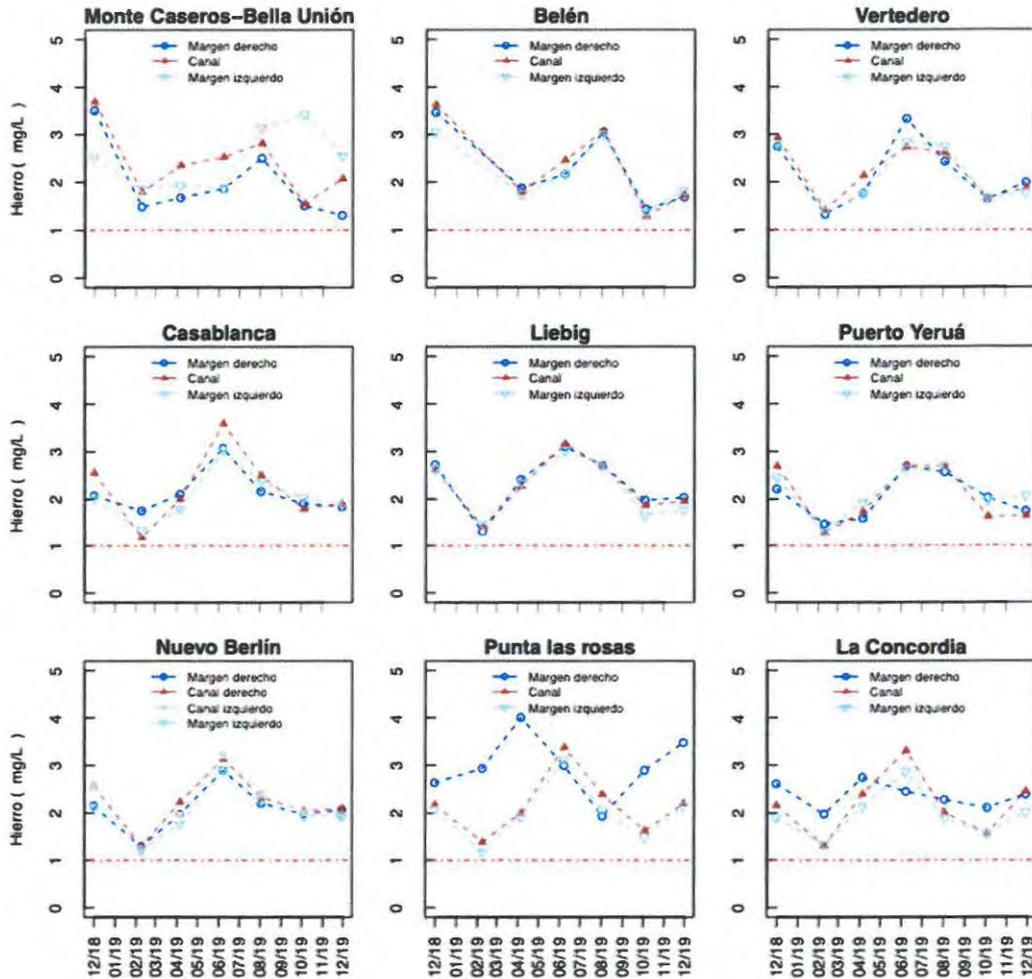
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para hierro de 1000 µg/L (1 mg/L), (USO 4). En color naranja se presentan los incumplimientos, los que han ocurrido en todas las instancias en las que se ha podido realizar la determinación de este parámetro.

Valores de hierro (mg/L):

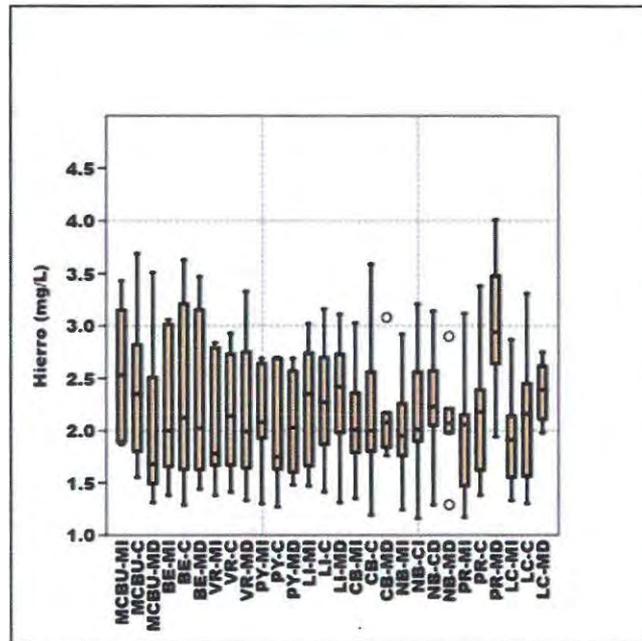
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	2,53	1,87	1,93	1,89	3,15	3,43	2,55
MCBU-C	3,69	1,80	2,35	2,53	2,82	1,55	2,07
MCBU-MD	3,51	1,49	1,68	1,87	2,51	1,51	1,31
BE-MI	3,06	s/d	1,75	2,17	3,00	1,38	1,83
BE-C	3,63	s/d	1,79	2,46	3,07	1,29	1,74
BE-MD	3,47	s/d	1,88	2,17	3,05	1,44	1,69
VR-MI	2,79	1,38	1,76	2,84	2,75	1,67	1,78
VR-C	2,93	1,41	2,14	2,73	2,61	1,67	1,87
VR-MD	2,75	1,33	1,77	3,33	2,43	1,64	1,99
PY-MI	2,46	1,30	1,93	2,64	2,69	1,97	2,08
PY-C	2,69	1,27	1,75	2,70	2,69	1,63	1,65
PY-MD	2,22	1,48	1,60	2,69	2,57	2,03	1,75
LI-MI	2,63	1,47	2,35	3,02	2,74	1,66	1,78
LI-C	2,62	1,41	2,27	3,16	2,70	1,87	1,96
LI-MD	2,73	1,31	2,42	3,11	2,71	1,98	2,04
CB-MI	2,01	1,35	1,79	3,03	2,36	2,03	1,89
CB-C	2,56	1,19	2,00	3,59	2,50	1,80	1,90
CB-MD	2,08	1,76	2,11	3,08	2,17	1,91	1,84
NB-MI	2,13	1,24	1,76	2,92	2,26	1,93	1,95
NB-CI	2,56	1,16	1,97	3,21	2,41	2,01	1,90
NB-CD	2,57	1,29	2,23	3,14	2,33	2,05	2,09
NB-MD	2,16	1,29	1,98	2,90	2,21	1,98	2,07
PR-MI	2,07	1,17	1,93	3,12	2,06	1,47	2,15
PR-C	2,18	1,38	2,00	3,38	2,39	1,62	2,20
PR-MD	2,64	2,94	4,01	3,00	1,94	2,90	3,48
LC-MI	1,91	1,33	2,14	2,87	1,89	1,55	2,02
LC-C	2,16	1,30	2,40	3,31	2,01	1,56	2,45

LC-MD	2,62	1,98	2,75	2,45	2,28	2,11	2,39
-------	------	------	------	------	------	------	------

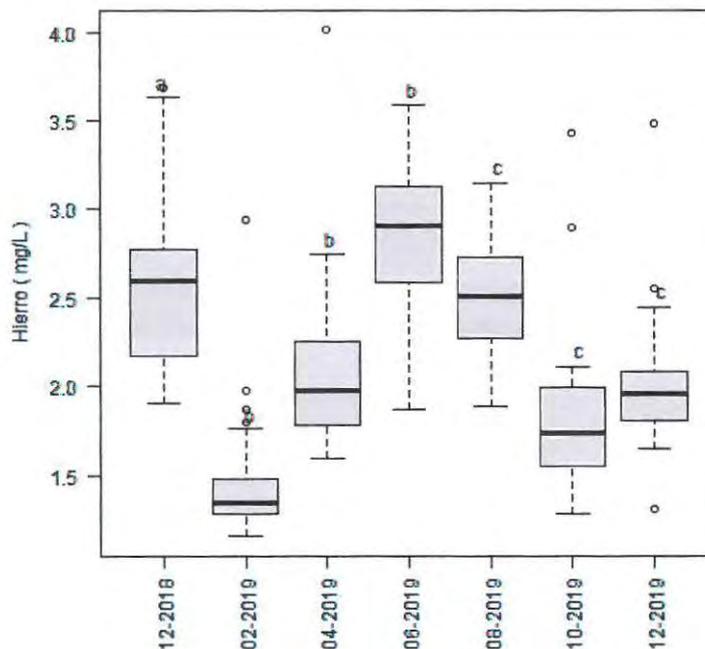
Valor límite de la norma: 1000 µg/L (1 mg/L, Digesto de CARU -USO 4-). Respecto a los incumplimientos normativos para este parámetro se marcan en color naranja los incumplimientos.



Variación temporal de hierro. La línea roja indica el valor límite normativo.



*Análisis de Varianza espacial de hierro. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de hierro. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

## Manganeso

La media de manganeso para el período analizado es de 0,032 mg/L; registrándose el valor máximo en el Punta las Rosas margen derecha durante el mes de febrero de 2019 con 0,088 mg/L, mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,010 mg/L y se registró en el sitio Punta las Rosas margen izquierda en el mes de octubre de 2019.

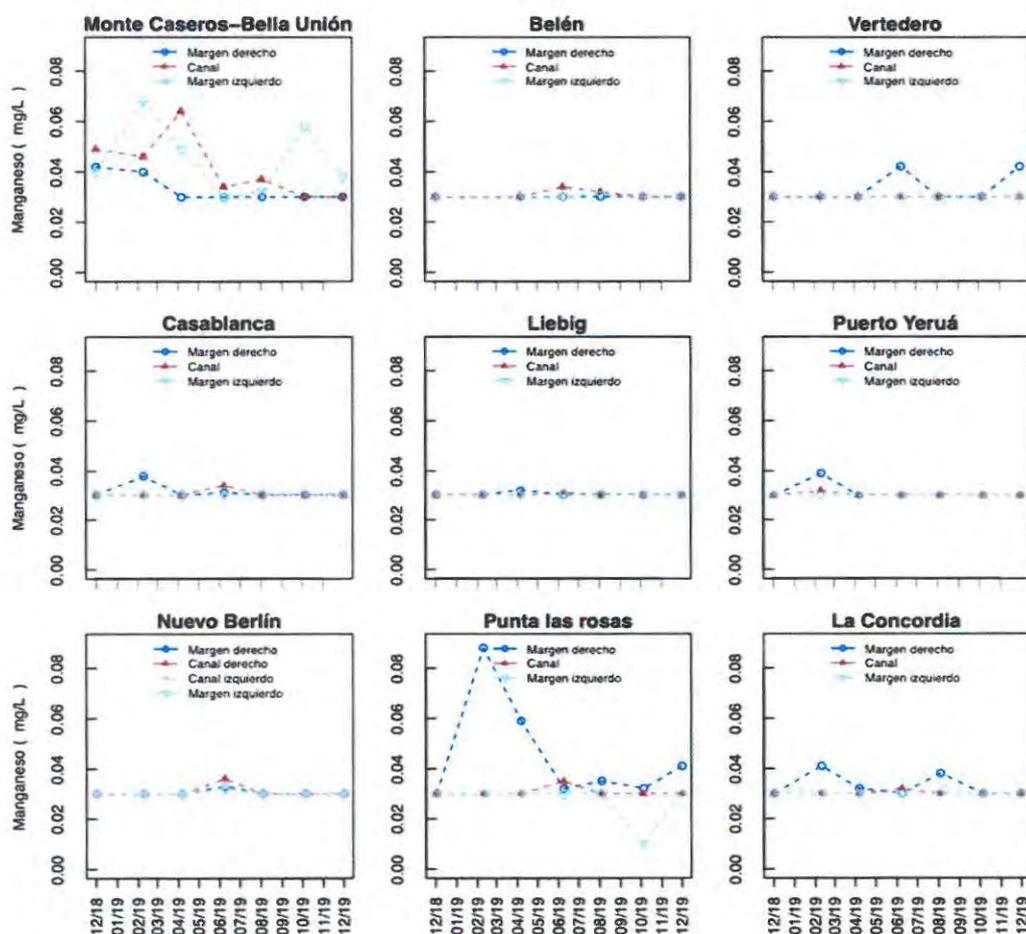
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar de 0,1 mg/L de Mn para manganeso (con contenido de Amonio menor a 0,5 mg/L en NH<sub>3</sub>) (USO 1). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

Valores de manganeso (mg/L):

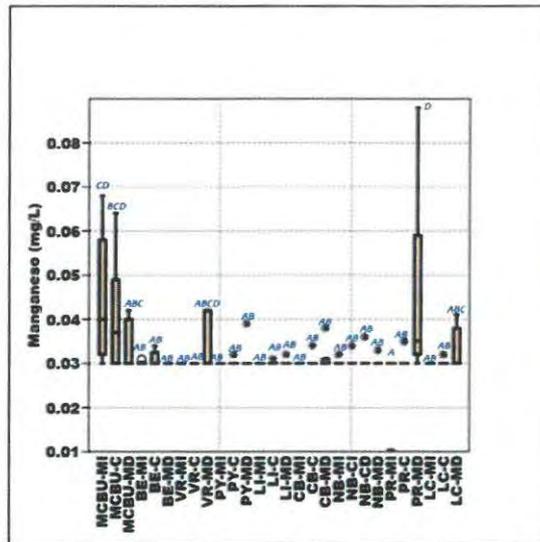
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,040	0,068	0,049	< 0,030	0,032	0,058	0,038
MCBU-C	0,049	0,046	0,064	0,034	0,037	< 0,030	< 0,030
MCBU-MD	0,042	0,040	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
BE-MI	< 0,030	s/d	< 0,030	< 0,030	0,031	< 0,030	< 0,030
BE-C	< 0,030	s/d	< 0,030	0,034	0,032	< 0,030	< 0,030
BE-MD	< 0,030	s/d	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
VR-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
VR-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
VR-MD	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,042	< 0,030	< 0,030	0,042
PY-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PY-C	< 0,030	0,032	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PY-MD	< 0,030	0,039	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
LI-MI	< 0,030	< 0,030	0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
LI-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,031	< 0,030	< 0,030	< 0,030
LI-MD	< 0,030	< 0,030	0,032	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
CB-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
CB-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,034	< 0,030	< 0,030	< 0,030
CB-MD	< 0,030	0,038	< 0,030	0,031	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,032	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-CI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,034	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-CD	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,036	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-MD	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,033	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PR-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030
PR-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,035	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PR-MD	< 0,030	0,088	0,059	0,032	0,035	0,032	0,041
LC-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030

LC-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,032	< 0,030	< 0,030	< 0,030
LC-MD	< 0,030	0,041	0,032	< 0,030	0,038	< 0,030	< 0,030

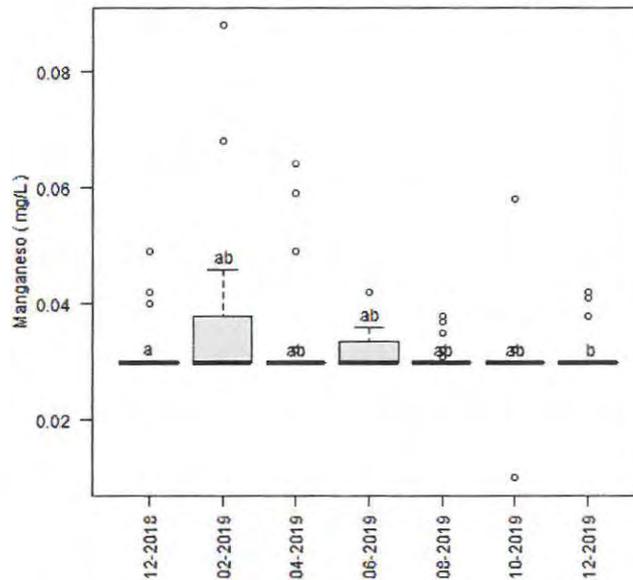
Valor límite de la norma: de 0,1 mg/L de Mn (con contenido de Amonio menor a 0,5 mg/L en NH3). Digesto de CARU, (USO 1). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.



Variación temporal de manganeso.



*Análisis de Varianza espacial de manganeso. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de manganeso. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Si bien se detectan diferencias significativas mediante los test realizados, se advierte que en su interpretación debe considerarse que la mayoría de los valores utilizados coinciden numéricamente con el límite de cuantificación de la técnica.*



## Zinc

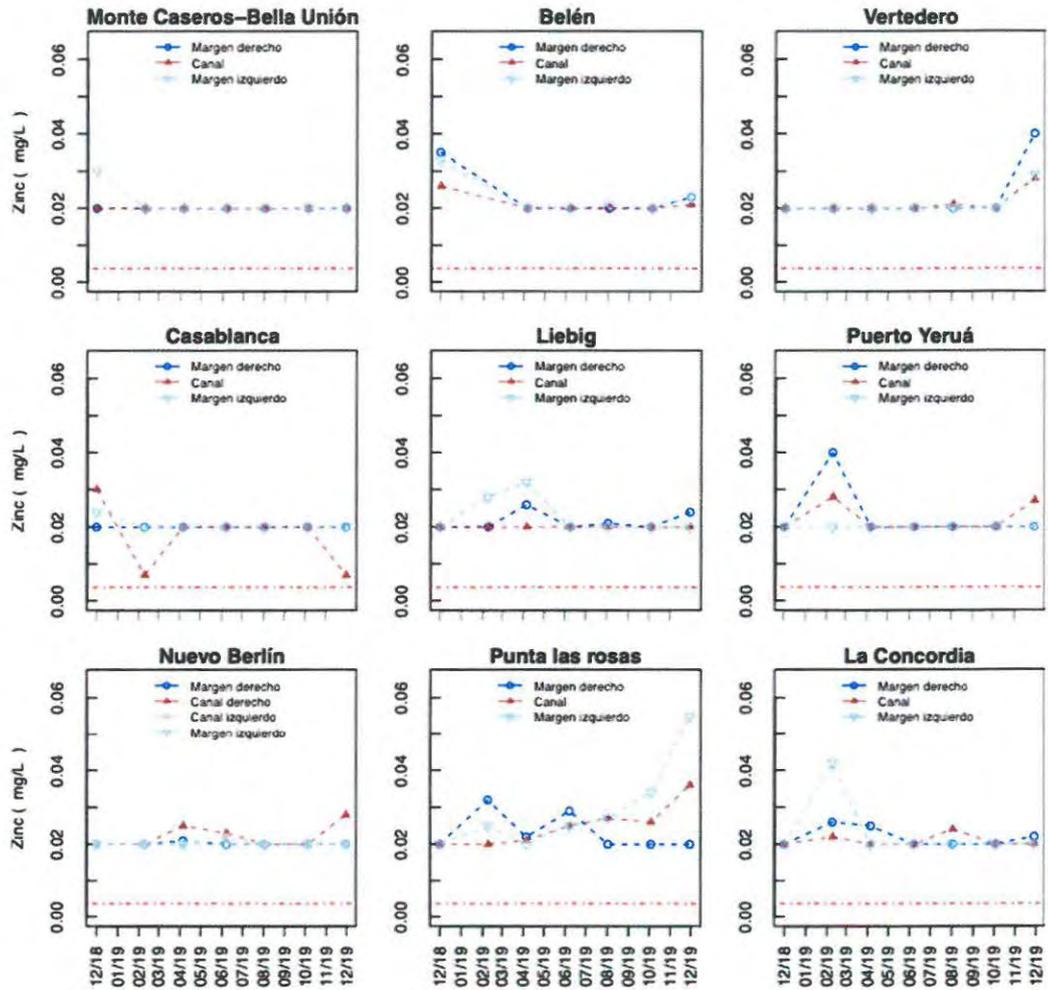
La media de zinc para el período analizado es de 0,022 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen izquierda durante el mes de diciembre de 2019 con 0,055 mg/L, mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,007 mg/L y se registró en el sitio Casablanca centro durante diferentes muestreos.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para zinc de 37 µg/L (0,037 mg/L), (USO 4). Se marcan a continuación, los incumplimientos en color naranja.

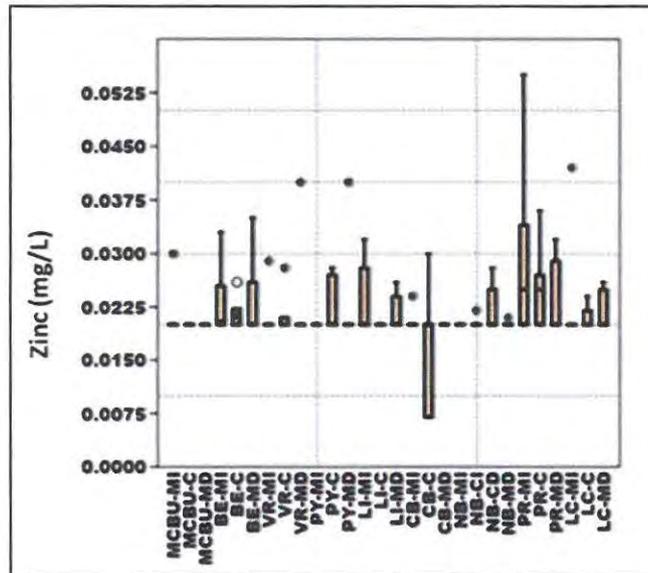
Valores de zinc (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,030	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
MCBU-C	0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
MCBU-MD	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
BE-MI	0,033	s/d	< 0,020	< 0,020	0,021	< 0,020	0,023
BE-C	0,026	s/d	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,021
BE-MD	0,035	s/d	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,023
VR-MI	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,029
VR-C	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,021	< 0,020	0,028
VR-MD	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,040
PY-MI	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
PY-C	< 0,020	0,028	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,027
PY-MD	< 0,020	0,040	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,020	< 0,020
LI-MI	< 0,020	0,028	0,032	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
LI-C	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
LI-MD	< 0,020	< 0,020	0,026	< 0,020	0,021	< 0,020	0,024
CB-MI	0,024	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
CB-C	0,030	< 0,007	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,007
CB-MD	0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
NB-MI	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
NB-CI	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,022	< 0,020	< 0,020	< 0,020
NB-CD	< 0,020	< 0,020	0,025	0,023	< 0,020	< 0,020	0,028
NB-MD	< 0,020	< 0,020	0,021	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
PR-MI	< 0,020	0,025	< 0,020	0,025	0,027	0,034	0,055
PR-C	< 0,020	< 0,020	0,021	0,025	0,027	0,026	0,036
PR-MD	< 0,020	0,032	0,022	0,029	< 0,020	< 0,020	< 0,020
LC-MI	< 0,020	0,042	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
LC-C	< 0,020	0,022	< 0,020	< 0,020	0,024	< 0,020	< 0,020
LC-MD	< 0,020	0,026	0,025	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,022

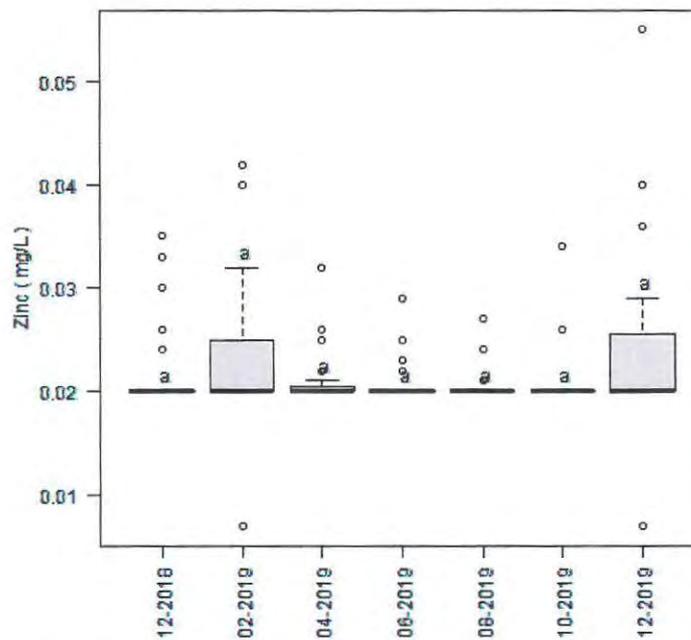
Valor límite de la norma: 37 µg/L (0,037 mg/L). Digesto de CARU (USO 4).



Variación temporal de zinc. La línea roja indica el valor límite normativo.



*Análisis de Varianza espacial de zinc. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



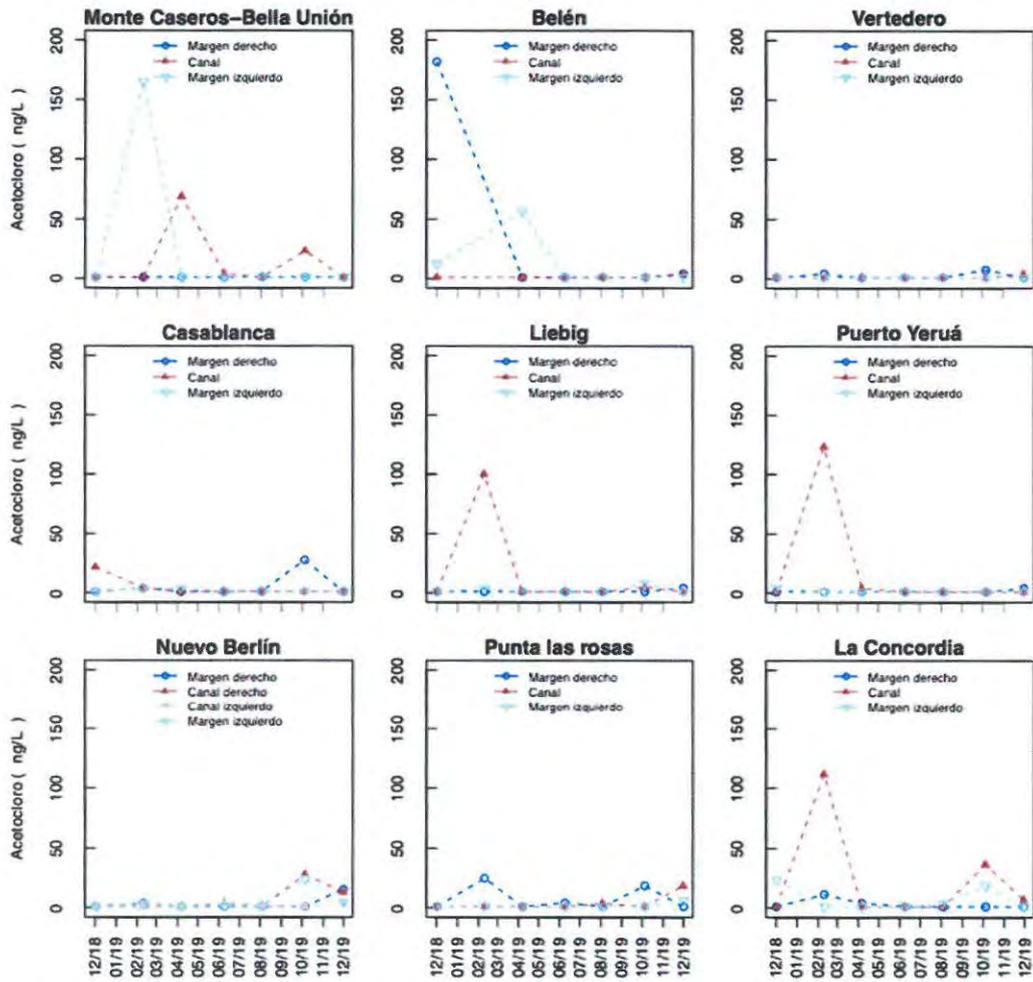
*Análisis de Varianza temporal de zinc. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

### Acetocloro

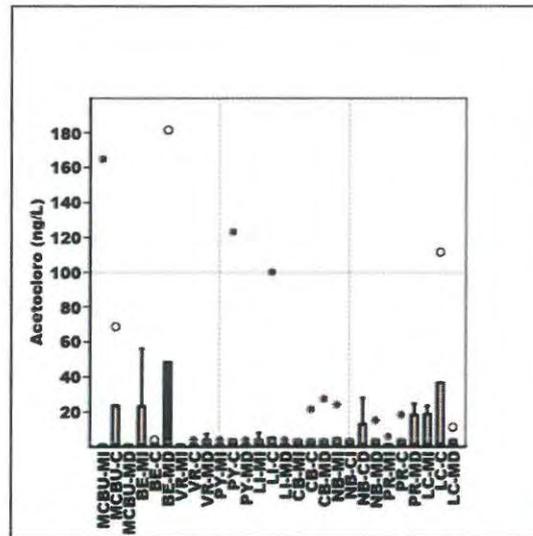
La media de acetocloro para el período analizado es de 7,23 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Belén margen derecha durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 181,64 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1,00 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de acetocloro (ng/L):

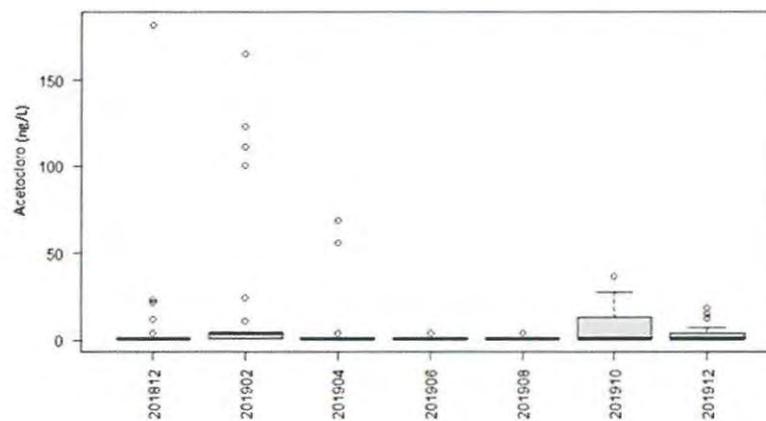
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1,00	164,84	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
MCBU-C	< 1,00	< 1,00	68,71	< 4,00	< 1,00	23,41	< 1,00
MCBU-MD	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
BE-MI	12,20	s/d	56,05	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
BE-C	< 1,00	s/d	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
BE-MD	181,64	s/d	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
VR-MI	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
VR-C	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
VR-MD	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	7,45	< 1,00
PY-MI	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
PY-C	< 1,00	123,16	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
PY-MD	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
LI-MI	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	7,93	< 1,00
LI-C	< 1,00	100,10	< 1,00	< 1,00	< 1,00	5,06	< 1,00
LI-MD	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
CB-MI	< 1,00	< 4,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
CB-C	21,65	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
CB-MD	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	27,61	< 1,00
NB-MI	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	24,22	4,80
NB-CI	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00
NB-CD	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00	< 1,00	27,97	13,00
NB-MD	< 1,00	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	15,30
PR-MI	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	6,00
PR-C	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00	< 1,00	18,50
PR-MD	< 1,00	24,78	< 1,00	< 4,00	< 1,00	18,33	< 1,00
LC-MI	23,42	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 4,00	18,65	< 1,00
LC-C	< 1,00	111,66	< 1,00	< 1,00	< 1,00	36,64	7,20
LC-MD	< 1,00	11,35	< 4,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00



Variación temporal de acetochloro.



*Análisis de Varianza espacial de acetocloro. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de acetocloro (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

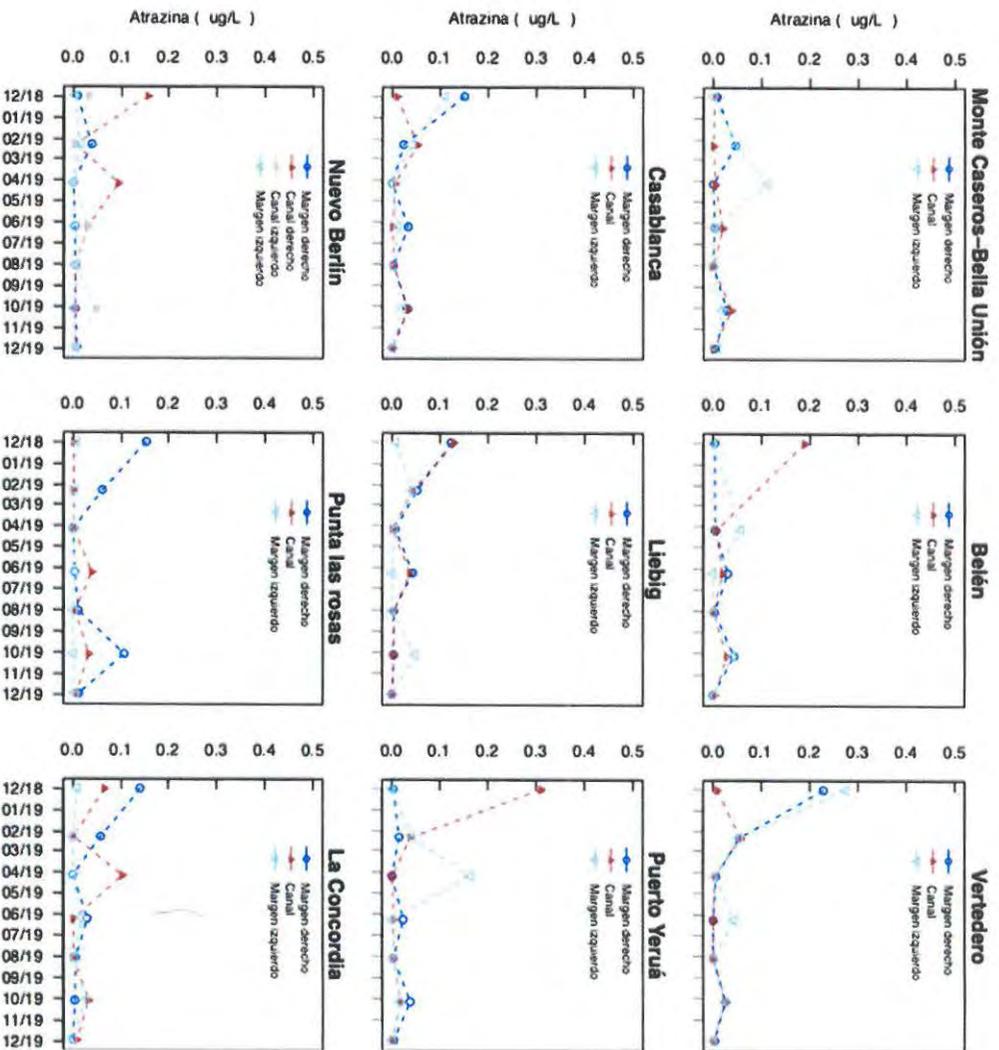


### Atrazina

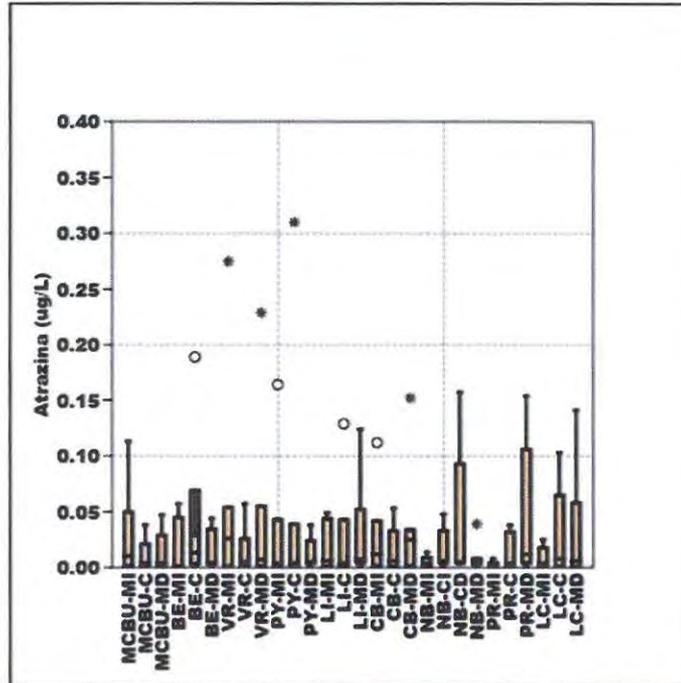
La media de atrazina para el período analizado es de 0,076 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yerúa centro durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 0,310 µg/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,001 µg/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de atrazina (µg/L):

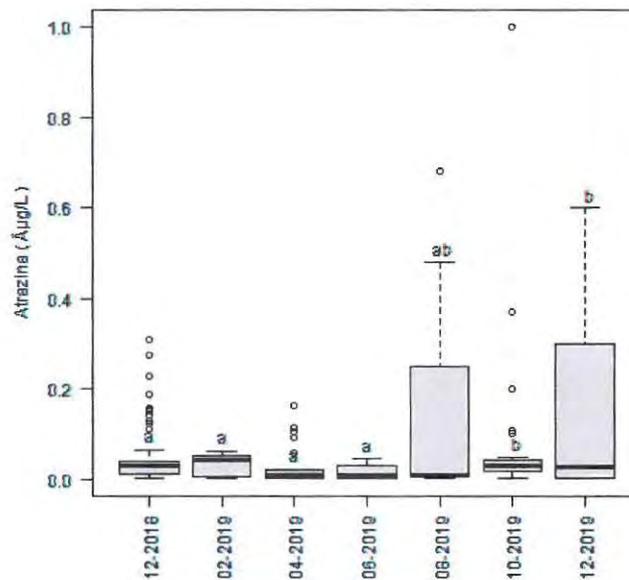
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,001	0,050	0,113	< 0,004	< 0,001	0,018	0,010
MCBU-C	< 0,004	< 0,001	0,005	0,021	< 0,001	0,038	< 0,001
MCBU-MD	0,009	0,047	< 0,001	< 0,004	< 0,001	0,029	< 0,004
BE-MI	< 0,001	s/d	0,057	< 0,001	< 0,001	0,041	< 0,001
BE-C	0,189	s/d	0,007	0,020	< 0,001	0,029	< 0,004
BE-MD	< 0,004	s/d	0,005	0,031	< 0,004	0,044	< 0,001
VR-MI	0,275	0,054	0,005	0,044	< 0,001	0,026	< 0,001
VR-C	0,009	0,057	0,005	< 0,001	< 0,001	0,026	< 0,001
VR-MD	0,229	0,055	0,007	< 0,001	< 0,001	0,026	< 0,004
PY-MI	< 0,001	0,043	0,164	< 0,001	< 0,004	0,017	< 0,001
PY-C	0,310	0,039	< 0,001	< 0,004	< 0,004	0,018	< 0,001
PY-MD	< 0,004	0,016	< 0,001	0,024	< 0,004	0,038	0,005
LI-MI	0,008	0,044	0,006	< 0,001	< 0,001	0,049	< 0,001
LI-C	0,129	0,043	< 0,001	0,038	< 0,004	< 0,004	< 0,001
LI-MD	0,124	0,052	0,007	0,044	< 0,004	< 0,004	< 0,001
CB-MI	0,112	0,042	< 0,001	0,012	0,007	0,021	< 0,001
CB-C	0,010	0,053	0,006	< 0,001	< 0,004	0,033	< 0,001
CB-MD	0,152	0,025	< 0,001	0,034	< 0,004	0,032	< 0,001
NB-MI	< 0,004	0,014	< 0,001	< 0,004	0,009	< 0,001	0,007
NB-CI	0,033	< 0,004	< 0,001	0,032	< 0,004	0,048	0,006
NB-CD	0,157	< 0,004	0,093	0,030	0,005	< 0,004	0,005
NB-MD	0,008	0,039	< 0,001	< 0,004	0,004	< 0,004	0,007
PR-MI	0,008	< 0,004	< 0,001	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,004
PR-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,038	< 0,004	0,032	0,007
PR-MD	0,154	0,061	< 0,001	< 0,004	0,011	0,106	0,012
LC-MI	0,009	< 0,001	< 0,001	0,018	< 0,004	0,025	< 0,001
LC-C	0,065	< 0,001	0,103	< 0,001	< 0,001	0,032	0,008
LC-MD	0,141	0,058	< 0,001	0,030	0,006	< 0,004	< 0,001



Variación temporal de atrazina.



Análisis de Varianza espacial de atrazina. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



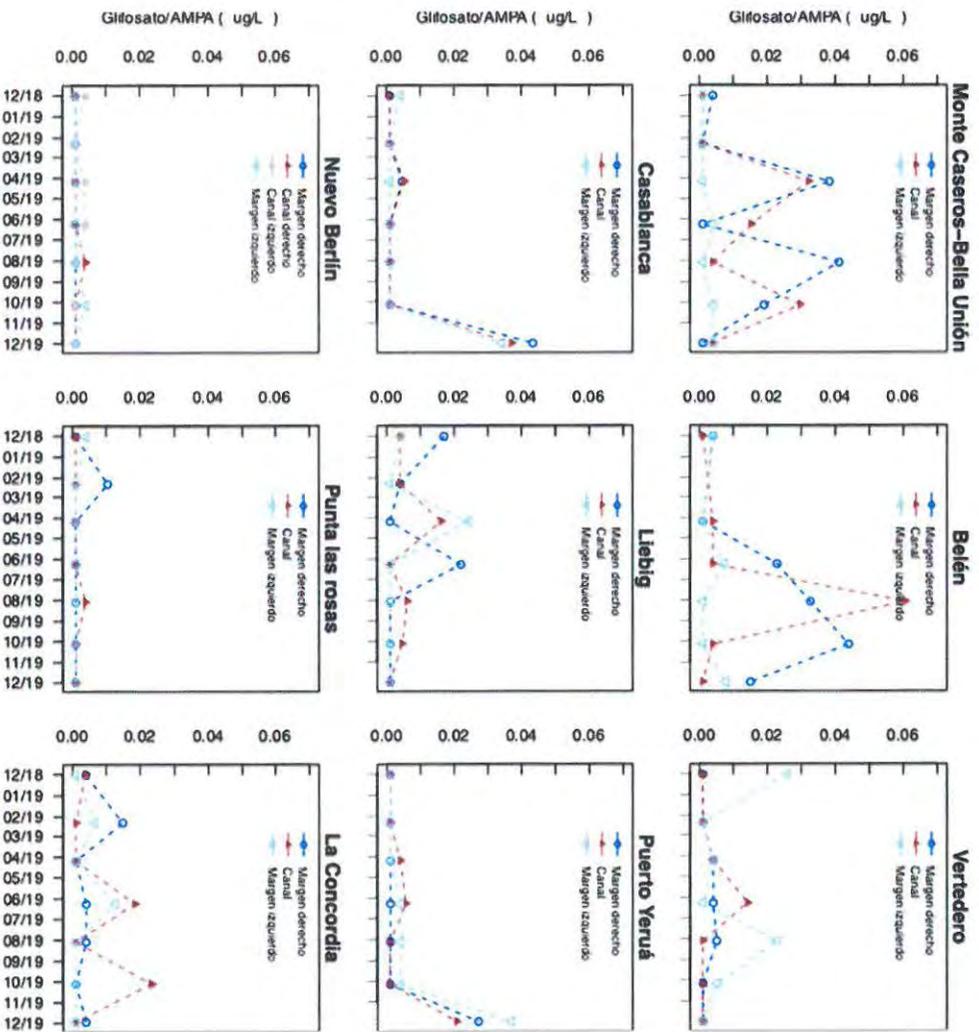
Análisis de Varianza temporal de atrazina. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Glifosato/AMPA

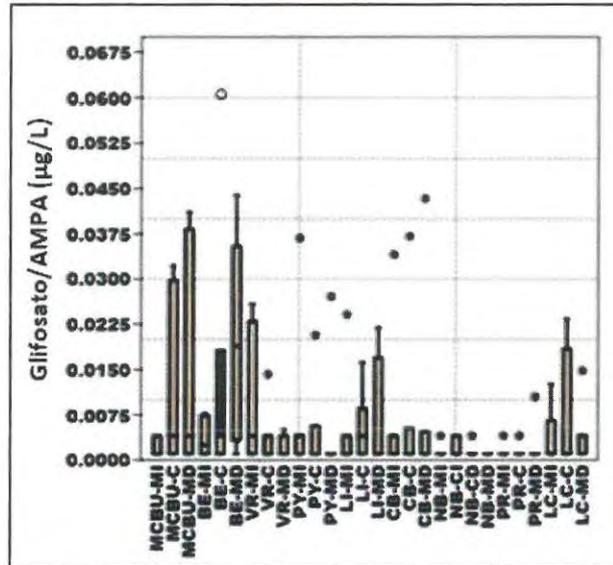
La media de glifosato/AMPA para el período analizado es de 0,005 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Belén centro durante el mes de agosto de 2019 con un valor de 0,061 µg/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,001 µg/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de glifosato/AMPA (µg/L):

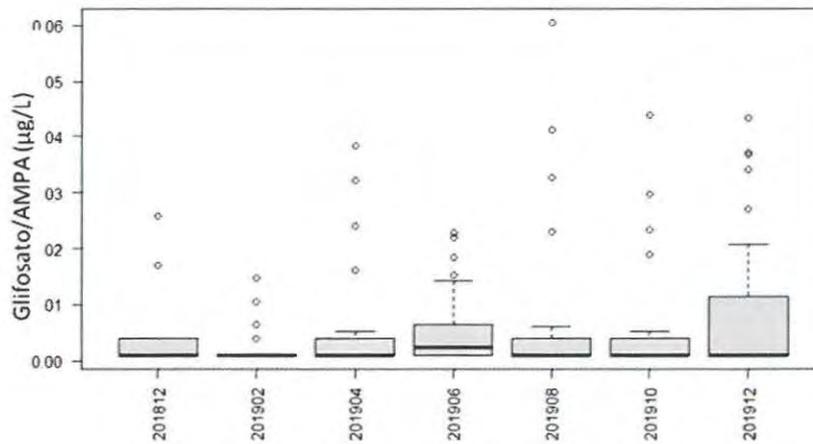
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400
MCBU-C	< 0,00100	< 0,00100	0,03224	0,01531	< 0,00400	0,02973	< 0,00400
MCBU-MD	< 0,00400	< 0,00100	0,03829	< 0,00100	0,04107	0,01903	< 0,00100
BE-MI	< 0,00400	s/d	< 0,00100	0,00729	< 0,00100	< 0,00100	0,00770
BE-C	< 0,00100	s/d	< 0,00400	< 0,00400	0,06055	< 0,00400	< 0,00100
BE-MD	< 0,00400	s/d	< 0,00100	0,02280	0,03263	0,04384	0,01500
VR-MI	0,02587	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,02295	< 0,00915	< 0,00100
VR-C	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	0,01424	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
VR-MD	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	0,00504	< 0,00100	< 0,00100
PY-MI	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00400	0,03680
PY-C	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	0,00563	< 0,00100	< 0,00100	0,02070
PY-MD	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,02710
LI-MI	< 0,00400	< 0,00100	0,02413	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
LI-C	< 0,00400	< 0,00400	0,01618	< 0,00100	0,00615	< 0,00856	< 0,00100
LI-MD	0,01694	< 0,00400	< 0,00100	0,02187	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
CB-MI	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,03410
CB-C	< 0,00100	< 0,00100	0,00526	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,03710
CB-MD	< 0,00100	< 0,00100	0,00471	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,04330
NB-MI	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100
NB-CI	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
NB-CD	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
NB-MD	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
PR-MI	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
PR-C	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
PR-MD	< 0,00100	0,01050	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
LC-MI	< 0,00100	0,00654	< 0,00100	0,01256	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
LC-C	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	0,01845	< 0,00100	0,02334	< 0,00100
LC-MD	< 0,00400	0,01482	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00400



Variación temporal de glifosato/AMPA.



*Análisis de Varianza espacial de glifosato/AMPA. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de glifosato/AMPA. No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

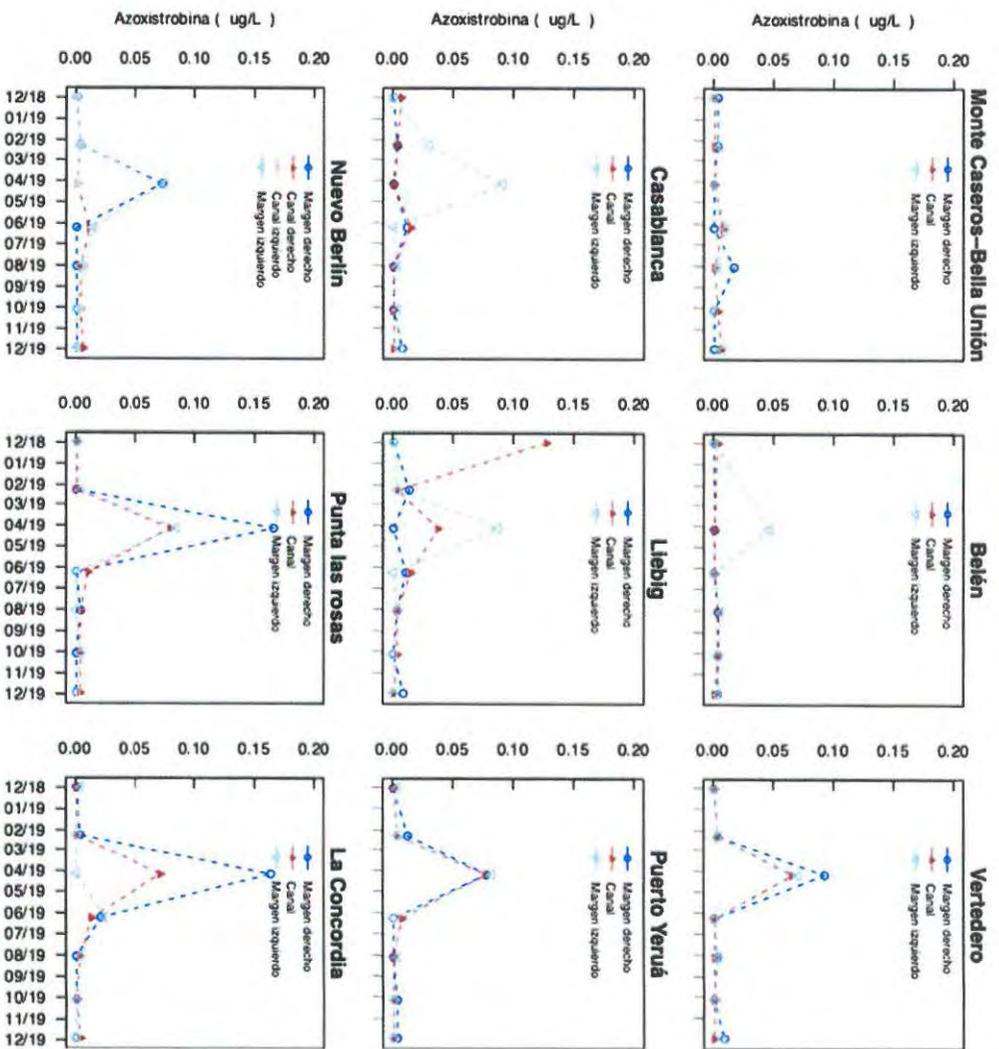


### **Azoxistrobina**

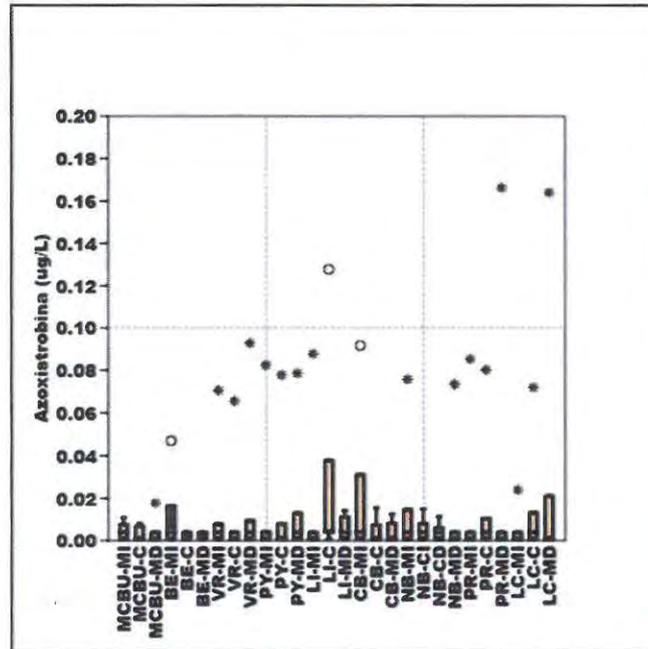
La media de azoxistrobina para el período analizado es de 0,01157 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de abril de 2019 con un valor de 0,1663 µg/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,0010 µg/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de azoxistrobina (µg/L):

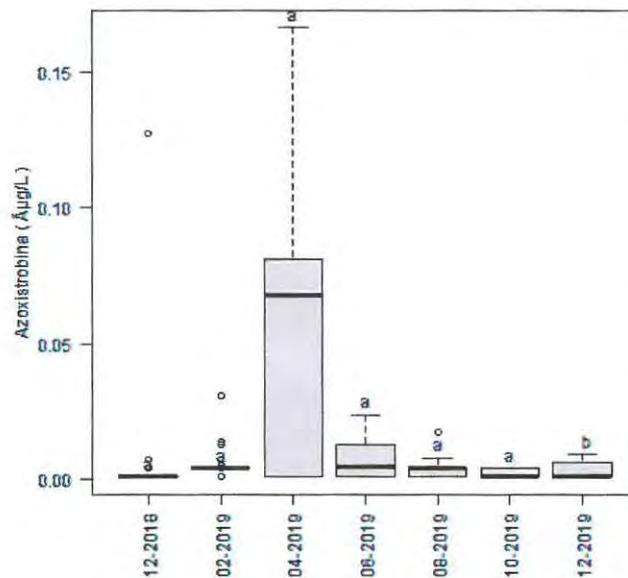
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,00100	0,00508	< 0,00100	0,01080	< 0,00400	< 0,00100	0,00770
MCBU-C	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,00820	< 0,00100	< 0,00400	0,00670
MCBU-MD	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	0,01774	< 0,00100	< 0,00100
BE-MI	< 0,00100	s/d	0,04699	< 0,00100	0,00633	< 0,00400	< 0,00400
BE-C	< 0,00400	s/d	< 0,00100	< 0,00100	0,00413	< 0,00400	< 0,00100
BE-MD	< 0,00100	s/d	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00400
VR-MI	< 0,00100	< 0,00400	0,07059	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,00780
VR-C	< 0,00100	< 0,00400	0,06556	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
VR-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,09280	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,00940
PY-MI	< 0,00400	< 0,00400	0,08251	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
PY-C	< 0,00100	< 0,00400	0,07779	0,00800	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
PY-MD	< 0,00100	0,01292	0,07867	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400
LI-MI	< 0,00100	< 0,00400	0,08785	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
LI-C	0,12768	0,00429	0,03781	0,01520	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00100
LI-MD	< 0,00100	0,01410	< 0,00100	0,01130	< 0,00400	< 0,00100	0,00920
CB-MI	< 0,00100	0,03111	0,09175	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	0,00600
CB-C	0,00735	< 0,00400	< 0,00100	0,01530	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
CB-MD	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,01240	< 0,00100	< 0,00100	0,00820
NB-MI	< 0,00100	< 0,00400	0,07576	0,01460	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
NB-CI	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,01480	0,00800	< 0,00400	< 0,00100
NB-CD	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,01140	< 0,00400	< 0,00400	0,00610
NB-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,07341	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
PR-MI	< 0,00100	< 0,00400	0,08529	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100
PR-C	< 0,00100	< 0,00100	0,08023	0,01040	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00400
PR-MD	< 0,00100	< 0,00100	0,16630	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
LC-MI	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	0,02380	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
LC-C	< 0,00100	< 0,00100	0,07197	0,01320	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00400
LC-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,16401	0,02110	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100



Variación temporal de azoxistrobina.



Análisis de Varianza espacial de azoxistrobina. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



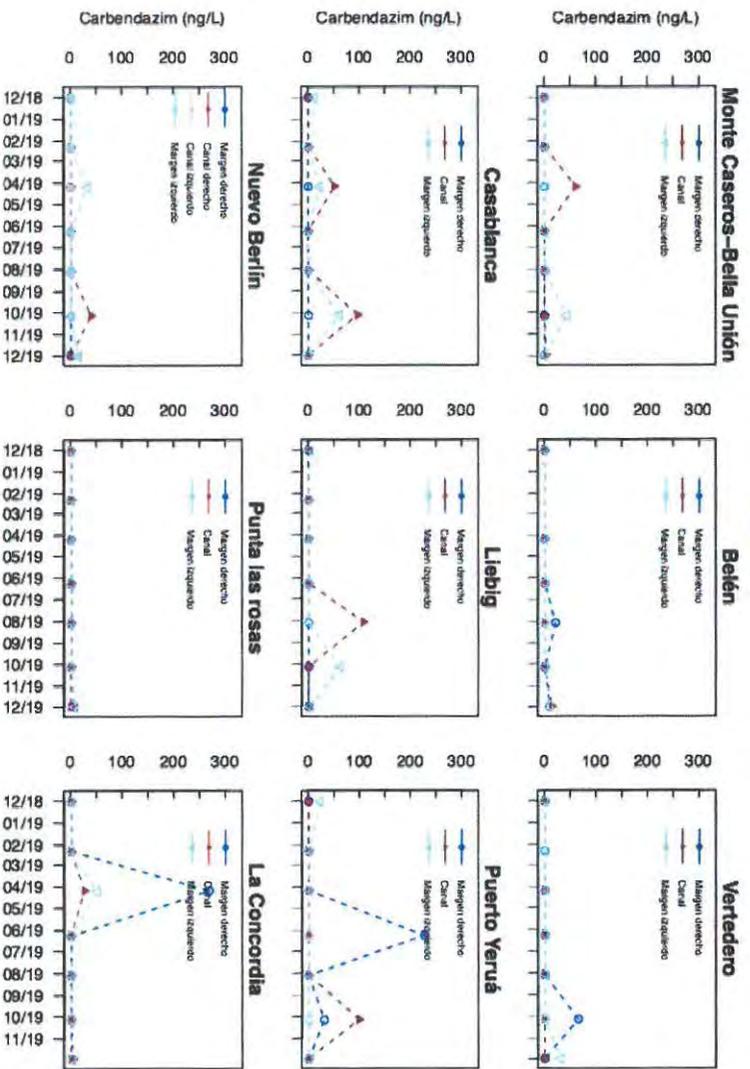
Análisis de Varianza temporal de azoxistrobina. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Carbendazim (Benomil)

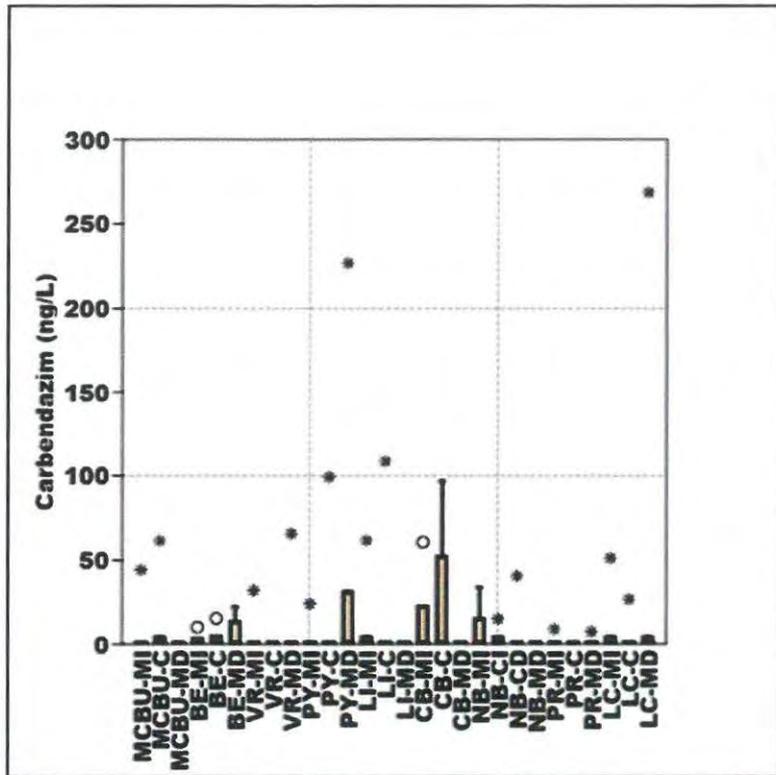
La media de carbendazim (benomil) para el período analizado es de 8,88 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio La Concordia margen derecha durante el mes de abril de 2019 con un valor de 268,63 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1,00 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de carbendazim (benomil) (ng/L):

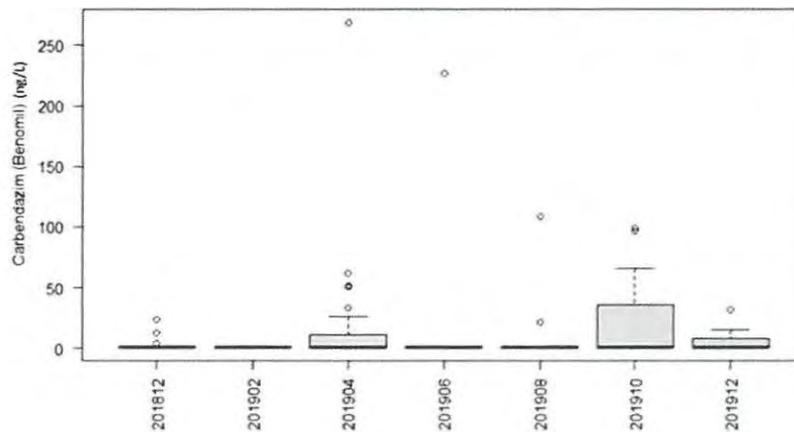
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	44,2	< 1
MCBU-C	< 1	< 1	61,6	< 1	< 1	< 1	< 4
MCBU-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	10,0
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	15,2
BE-MD	< 1	s/d	< 1	< 1	21,9	< 1	10,3
VR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	31,9
VR-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	65,8	< 1
PY-MI	23,9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	99,4	< 1
PY-MD	< 1	< 1	< 1	226,9	< 1	30,9	< 1
LI-MI	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	61,7	< 4
LI-C	< 1	< 1	< 1	< 1	108,6	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MI	13,0	< 1	22,3	< 1	< 1	60,6	< 1
CB-C	< 1	< 1	52,0	< 1	< 1	96,8	< 1
CB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	< 1	33,7	< 1	< 1	< 1	15,0
NB-CI	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	14,9
NB-CD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	40,4	< 1
NB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	8,9
PR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	7,4
LC-MI	< 1	< 1	51,2	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-C	< 1	< 1	26,6	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MD	< 1	< 1	268,6	< 1	< 1	< 1	< 4



Variación temporal de carbendazim.



*Análisis de Varianza espacial de carbendazim. No se detectaron diferencias significativas entre sitios (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de carbendazim (Benomil) -ng/L-. No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

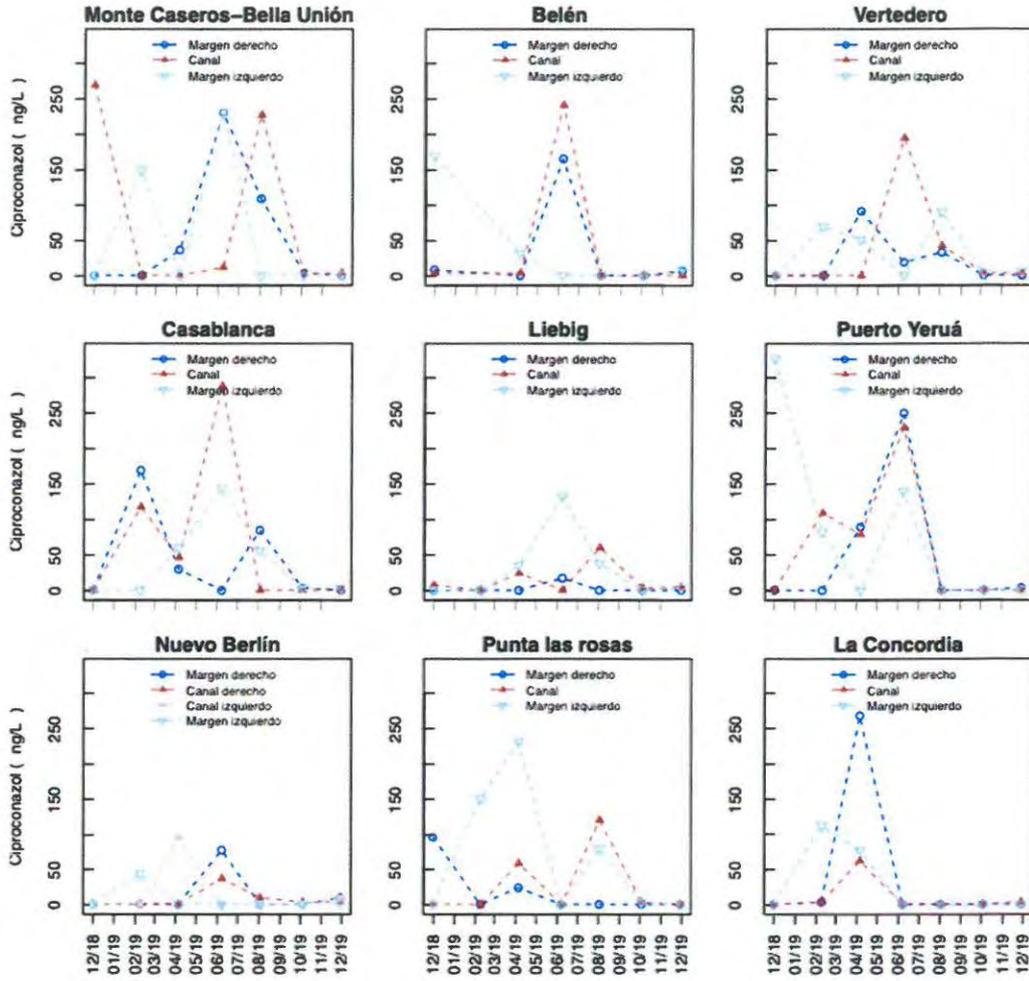


### Ciproconazol

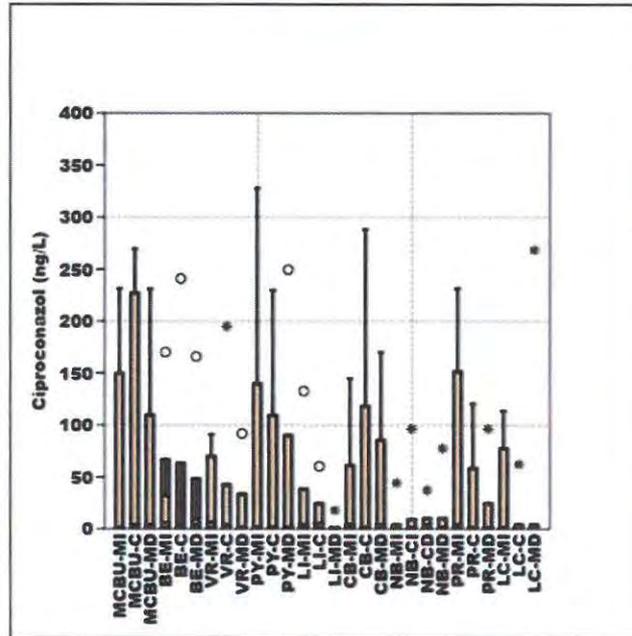
La media de ciproconazol para el período analizado es de 35,74 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yerúa margen izquierda durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 327,57 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1,00 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de ciproconazol (ng/L):

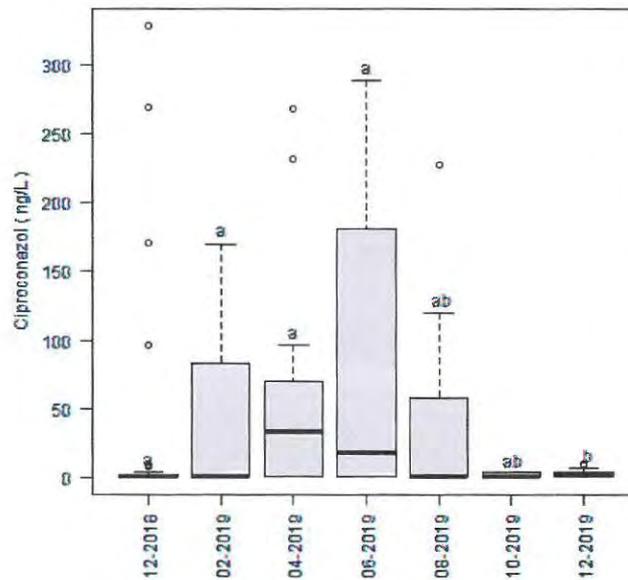
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	149,79	< 1	231,60	< 1	< 1	< 1
MCBU-C	269,45	< 1	< 1	12,10	227,21	< 4	< 4
MCBU-MD	< 1	< 1	36,77	230,90	109,48	< 4	< 1
BE-MI	170,25	s/d	32,19	< 1	< 1	< 1	10,10
BE-C	< 4	s/d	< 4	241,20	< 1	< 1	< 1
BE-MD	9,02	s/d	< 1	166,00	< 1	< 1	7,50
VR-MI	< 1	69,89	51,81	< 1	91,09	< 4	6,30
VR-C	< 1	< 1	< 1	195,00	42,62	< 4	< 4
VR-MD	< 1	< 1	91,95	19,40	33,40	< 1	< 1
PY-MI	327,57	82,96	< 1	139,70	< 1	< 1	< 1
PY-C	< 1	109,27	79,45	229,80	< 1	< 1	< 1
PY-MD	< 1	< 1	90,04	249,80	< 1	< 1	4,20
LI-MI	< 1	< 1	35,68	132,80	38,48	< 1	< 4
LI-C	7,87	< 1	24,43	< 1	60,28	< 4	5,30
LI-MD	< 1	< 1	< 1	17,90	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	< 1	61,00	144,80	56,73	< 4	< 4
CB-C	< 1	117,99	46,35	288,20	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	169,80	30,50	< 1	85,71	< 4	< 1
NB-MI	< 1	44,34	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
NB-CI	< 1	< 1	96,29	< 1	< 1	< 1	9,20
NB-CD	< 1	< 1	< 1	37,40	9,99	< 4	< 4
NB-MD	< 1	< 1	< 1	77,60	< 1	< 1	10,10
PR-MI	< 1	151,49	231,44	< 1	79,93	< 4	< 1
PR-C	< 1	< 1	58,46	< 1	120,26	< 4	< 1
PR-MD	96,32	< 1	24,45	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MI	< 1	113,53	77,43	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-C	< 1	< 4	62,52	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-MD	< 1	< 4	268,60	< 1	< 1	< 1	< 1



Variación temporal de ciproconazol.



Análisis de Varianza espacial de ciproconazol. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



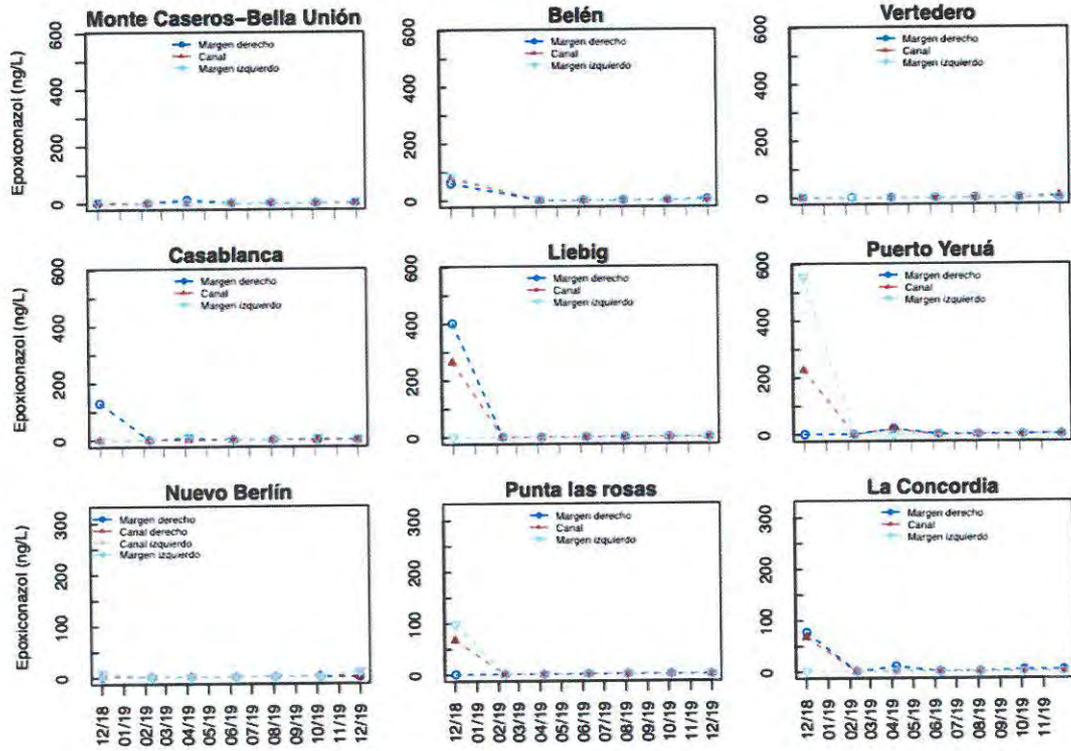
Análisis de Varianza temporal de ciproconazol. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Epoxiconazol

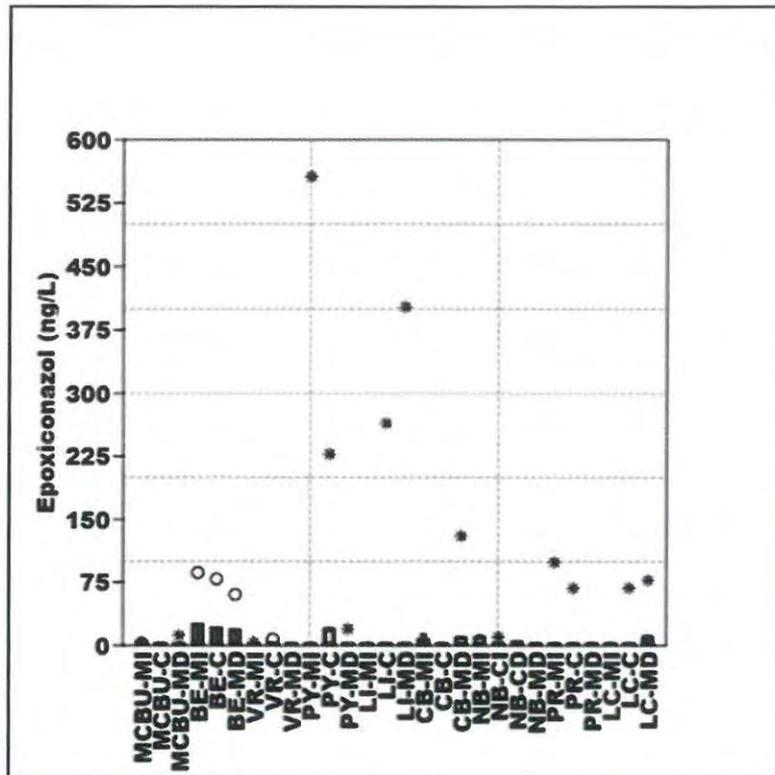
La media de epoxiconazol para el período analizado es de 12,77 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yerúa margen izquierda durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 556,4 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de epoxiconazol (ng/L):

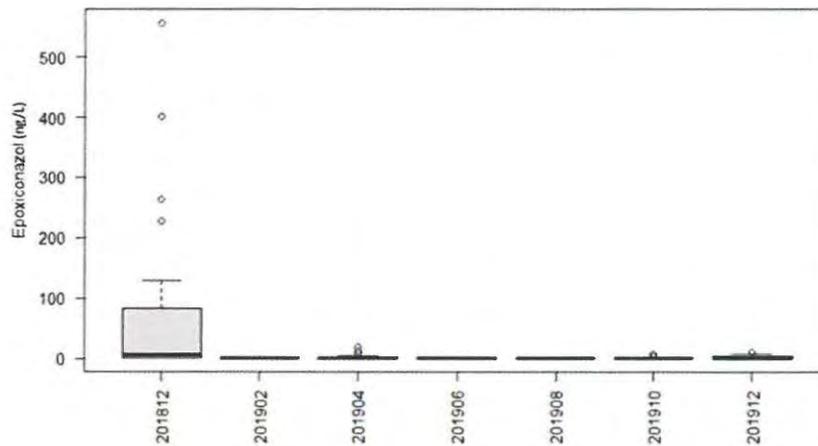
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	7,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4,9
MCBU-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	11,9	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	86,6	s/d	4,0	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-C	78,8	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MD	60,4	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
VR-MI	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	7,4
VR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MI	556,4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	227,7	< 1	19,1	< 1	< 1	< 1	< 4
PY-MD	< 1	< 1	19,7	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-C	264,3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	402,4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	< 1	11,9	< 1	< 1	7,4	< 4
CB-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	130,0	< 1	9,3	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	9,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10,9
NB-CI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10,2
NB-CD	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 1
NB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MI	98,9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-C	68,1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-C	68,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MD	77,6	< 1	10,0	< 1	< 1	< 4	< 4



*Variación temporal de epoxiconazol.*



*Análisis de Varianza espacial de epoxiconazol. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de epoxiconazol (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

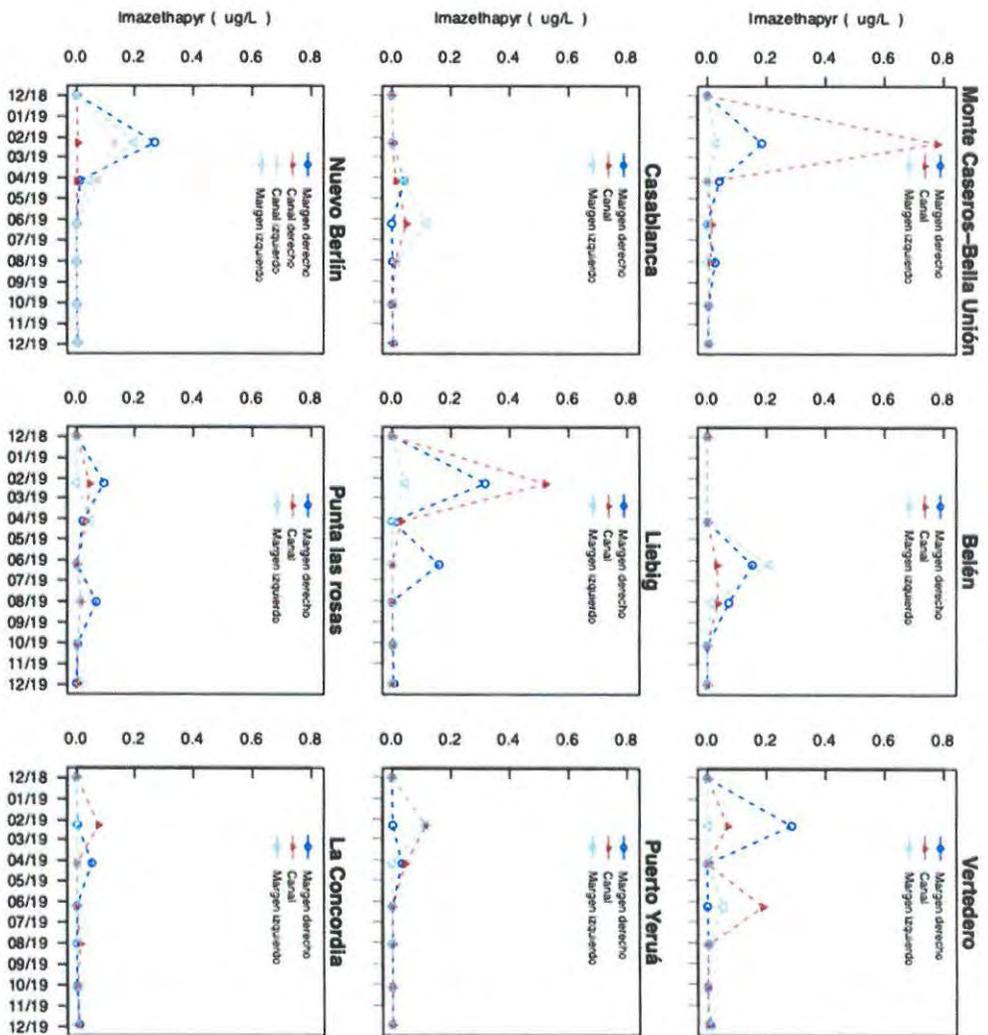


### Imazethapyr

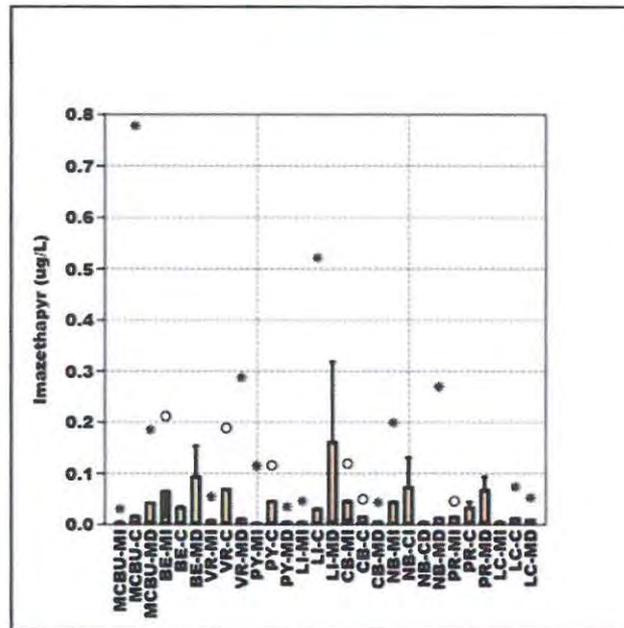
La media de imazethapyr para el período analizado es de 0,027 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 0,777 µg/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <0,001 µg/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de imazethapyr (µg/L):

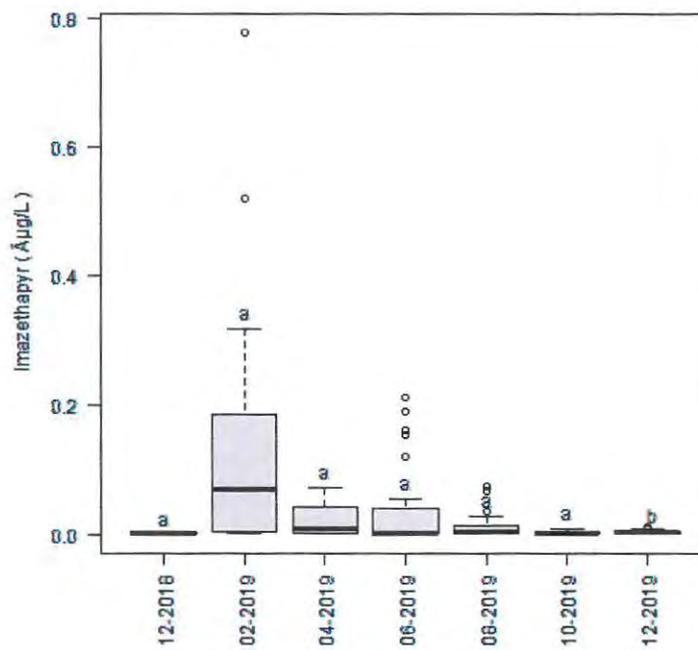
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,00100	0,03053	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400
MCBU-C	< 0,00100	0,77787	< 0,00100	0,01550	0,00964	0,00438	< 0,00400
MCBU-MD	< 0,00100	0,18538	0,04178	< 0,00100	0,02779	< 0,00400	< 0,00400
BE-MI	< 0,00100	s/d	< 0,00100	0,21180	0,01483	< 0,00100	< 0,00100
BE-C	< 0,00100	s/d	< 0,00100	0,03180	0,03485	< 0,00100	< 0,00100
BE-MD	< 0,00100	s/d	< 0,00100	0,15340	0,07342	< 0,00100	< 0,00100
VR-MI	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,05430	< 0,00400	< 0,00400	0,00720
VR-C	< 0,00100	0,06842	< 0,00100	0,18880	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
VR-MD	< 0,00100	0,28727	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	0,01010
PY-MI	< 0,00100	0,11493	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
PY-C	< 0,00100	0,11580	0,04531	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100
PY-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,03501	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
LI-MI	< 0,00100	0,04602	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00400	< 0,00100
LI-C	< 0,00100	0,52148	0,03027	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
LI-MD	< 0,00100	0,31806	< 0,00100	0,16080	< 0,00100	0,00454	0,00810
CB-MI	< 0,00100	< 0,00100	0,04538	0,11930	0,01807	0,00838	< 0,00100
CB-C	< 0,00100	< 0,00100	0,01475	0,04970	0,01111	< 0,00100	< 0,00400
CB-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,04349	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00400
NB-MI	< 0,00100	0,19917	0,04352	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100
NB-CI	< 0,00100	0,13047	0,07253	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400
NB-CD	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400
NB-MD	< 0,00100	0,26965	0,01231	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400
PR-MI	< 0,00100	< 0,00100	0,04607	< 0,00100	0,01400	< 0,00100	0,01140
PR-C	< 0,00100	0,04408	0,03200	< 0,00100	0,01503	< 0,00100	0,00420
PR-MD	< 0,00100	0,09336	0,02221	< 0,00100	0,06699	< 0,00400	< 0,00100
LC-MI	< 0,00100	< 0,00100	0,00498	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00400	< 0,00100
LC-C	< 0,00100	0,07426	< 0,00100	< 0,00100	0,01174	< 0,00400	0,00720
LC-MD	< 0,00100	< 0,00400	0,05276	< 0,00100	< 0,00100	< 0,00100	0,00890



Variación temporal de imazethapyr.



Análisis de Varianza espacial de imazethapyr. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



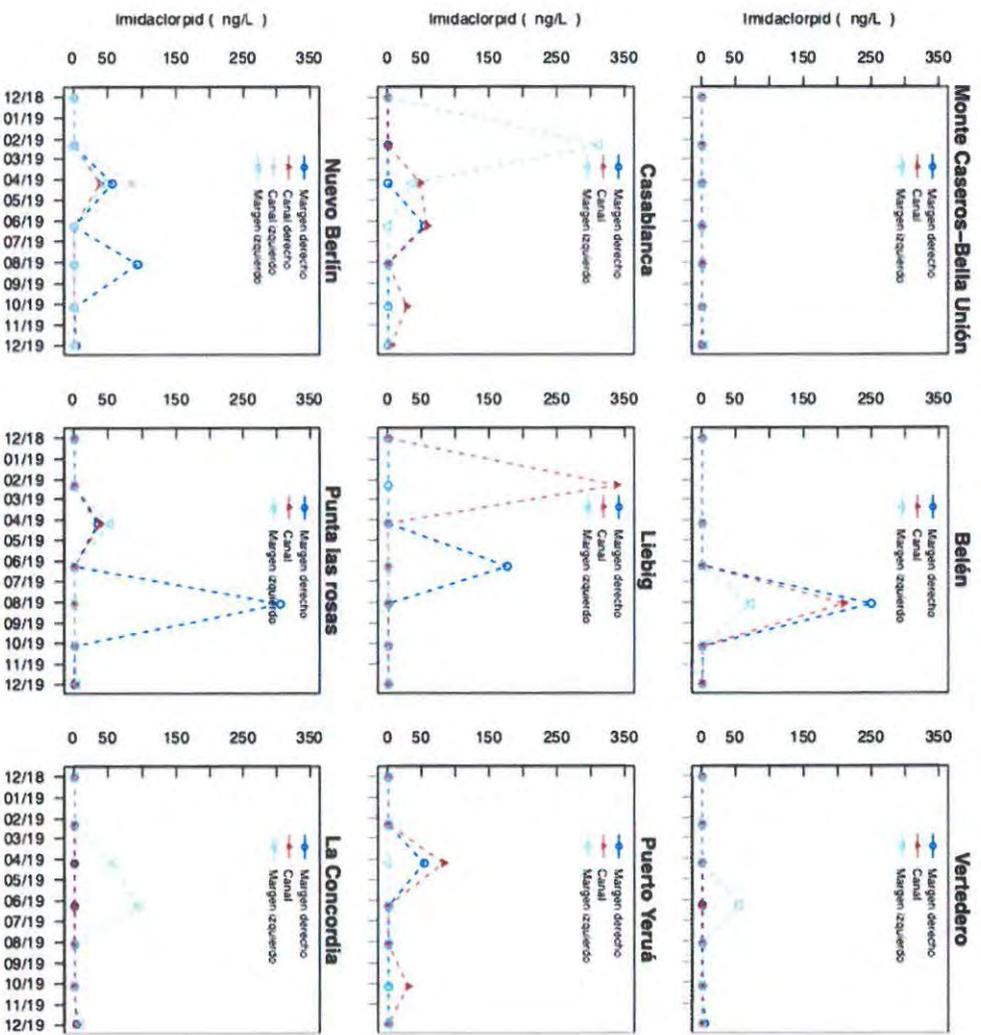
Análisis de Varianza temporal de imazethapyr. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

### Imidacloprid

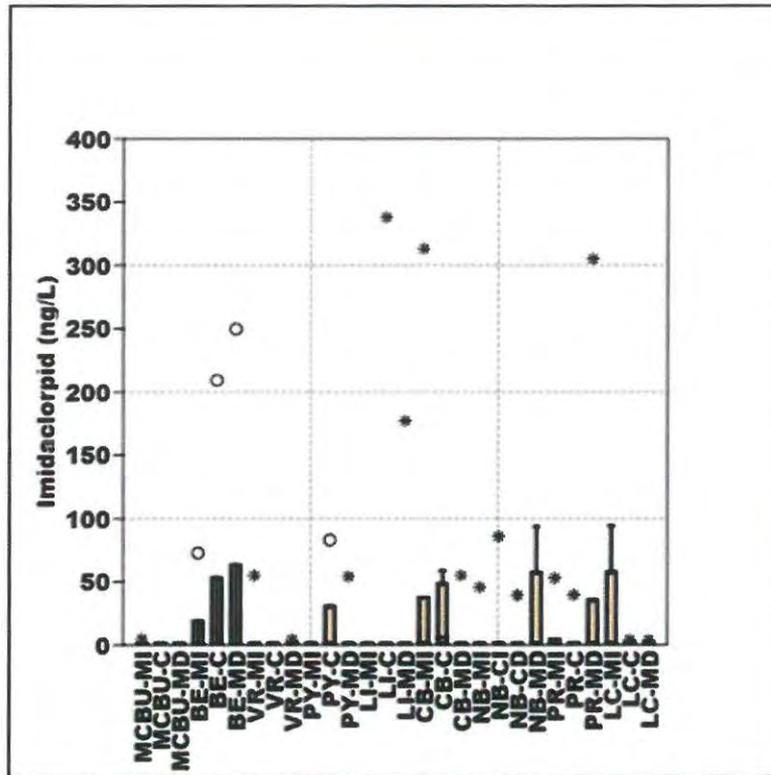
La media de imidacloprid para el período analizado es de 15,1 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Liebig centro durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 337,92 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1,00 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de imidacloprid (ng/L):

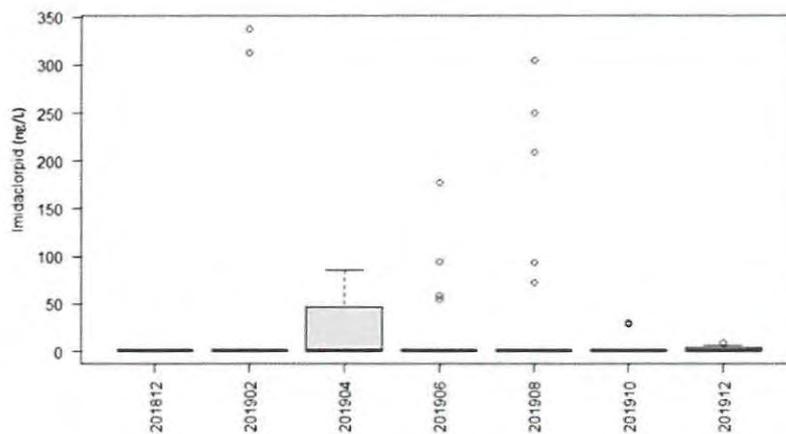
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4,7
MCBU-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	< 1	s/d	< 1	< 1	72,7	< 1	< 1
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	209,2	< 1	< 1
BE-MD	< 1	s/d	< 1	< 1	249,7	< 1	< 1
VR-MI	< 1	< 1	< 1	55,0	< 1	< 1	< 1
VR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4,3
PY-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	< 1	< 1	83,1	< 1	< 1	30,4	< 1
PY-MD	< 1	< 1	54,1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-C	< 1	337,9	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 1	176,9	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	313,1	37,3	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-C	< 1	< 1	48,4	58,6	< 1	28,5	5,6
CB-MD	< 1	< 1	< 1	55,0	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	< 1	45,7	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CI	< 1	< 1	85,8	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CD	< 1	< 1	39,2	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MD	< 1	< 1	57,0	< 1	93,5	< 1	< 4
PR-MI	< 1	< 1	52,9	< 1	< 1	< 1	4,5
PR-C	< 1	< 1	39,5	< 1	< 1	< 1	1,2
PR-MD	< 1	< 1	35,4	< 1	305,0	< 1	< 1
LC-MI	< 1	< 1	57,6	94,3	< 1	< 1	9,3
LC-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4



*Variación temporal de imidacloprid.*



*Análisis de Varianza espacial de imidacloprid. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de imidacloprid (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

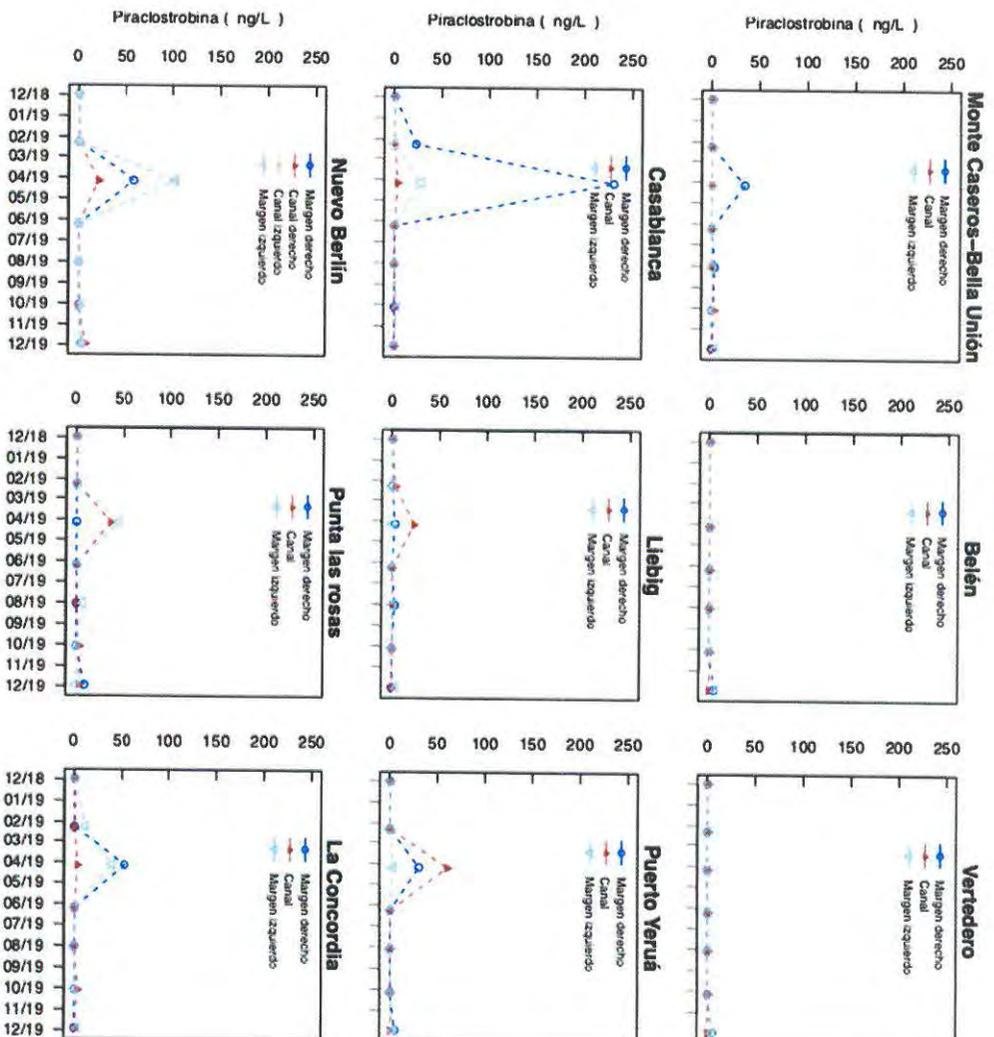


### Piraclostrobina

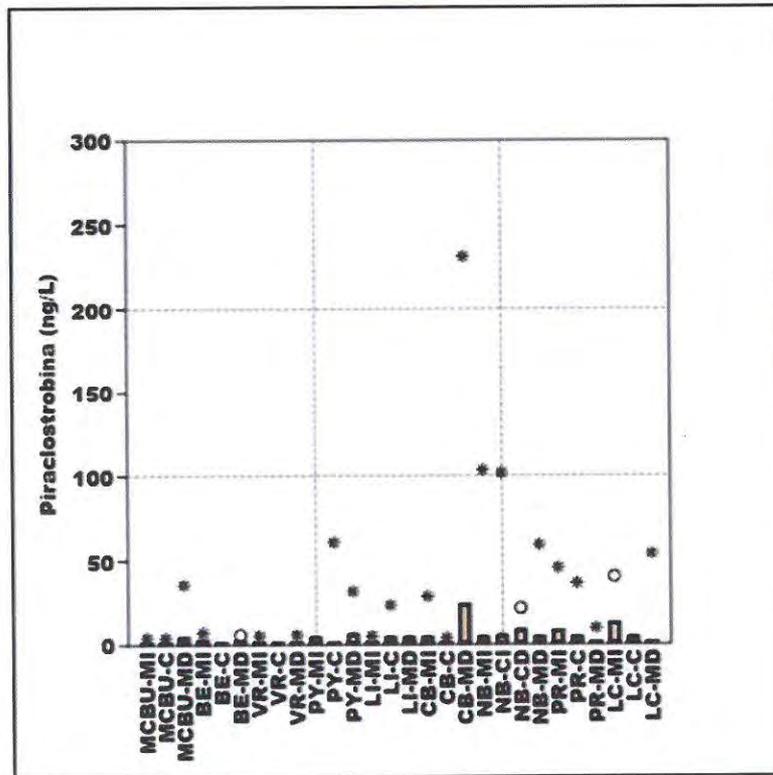
La media de piraclostrobina para el período analizado es de 6,19 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Casablanca margen derecha durante el mes de abril de 2019 con un valor de 231,14 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de piraclostrobina (ng/L):

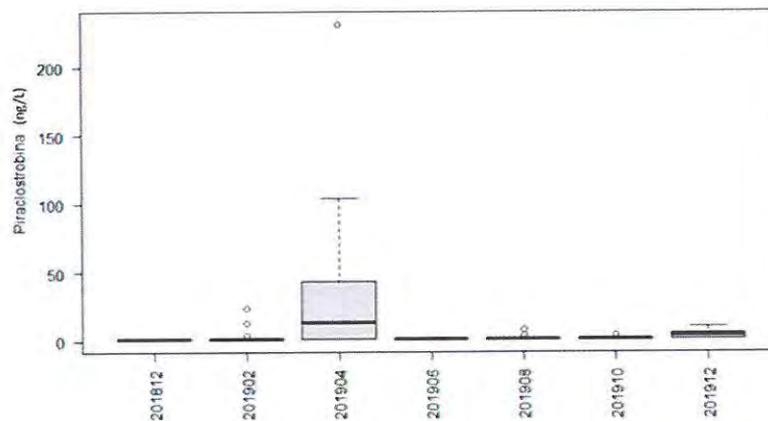
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4,2
MCBU-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	35,5	< 1	< 4	< 1	< 1
BE-MI	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	7,2
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MD	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	5,9
VR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,4
VR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,8
PY-MI	< 1	< 1	4,5	< 1	< 1	< 1	< 4
PY-C	< 1	< 1	60,7	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MD	< 1	< 1	31,5	< 1	< 1	< 1	5,9
LI-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5,2
LI-C	< 1	< 4	23,4	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 4	< 1	< 4	< 1	< 1
CB-MI	< 1	< 1	28,6	< 1	< 1	< 4	< 1
CB-C	< 1	< 1	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	23,3	231,1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	< 1	103,5	< 1	< 1	< 1	< 4
NB-CI	< 1	< 1	101,8	< 1	< 1	< 4	4,9
NB-CD	< 1	< 1	21,5	< 1	< 1	< 1	8,3
NB-MD	< 1	< 1	59,2	< 1	< 1	< 1	< 4
PR-MI	< 1	< 1	45,6	< 1	7,9	< 1	< 1
PR-C	< 1	< 1	36,4	< 1	< 1	< 4	< 4
PR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	9,8
LC-MI	< 1	12,3	40,2	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-C	< 1	< 1	< 4	< 1	< 1	< 4	< 1
LC-MD	< 1	< 1	53,7	< 1	< 1	< 1	< 1



Variación temporal de piraclostrobina.



*Análisis de Varianza espacial de piraclostrobina. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



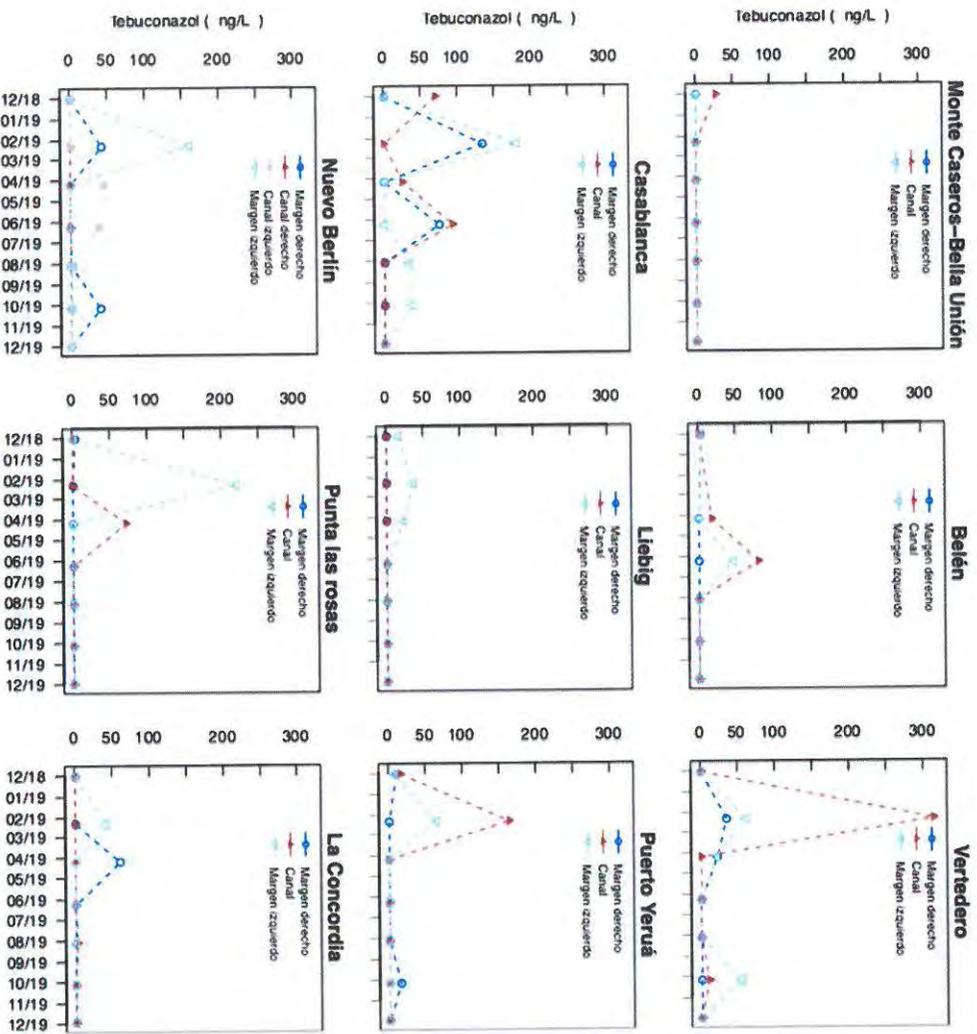
*Análisis de Varianza temporal de piraclostrobina (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

### Tebuconazol

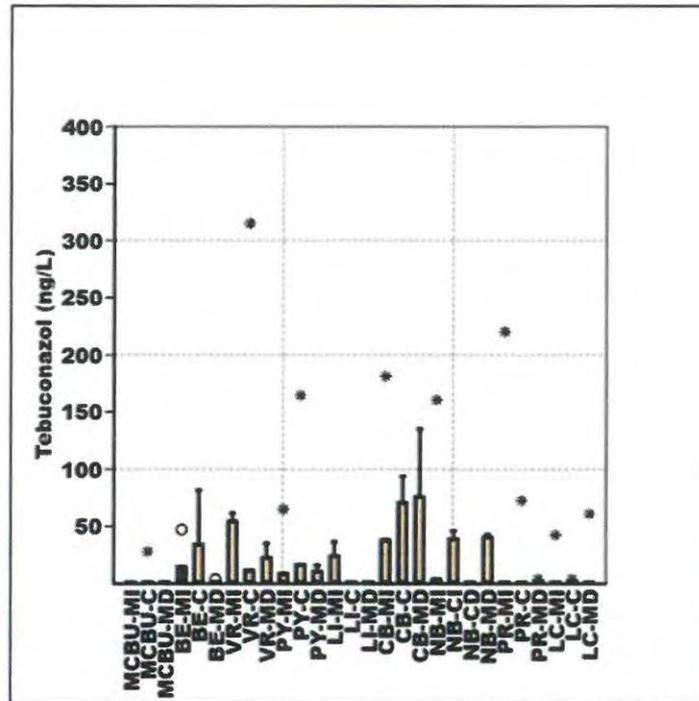
La media de tebuconazol para el período analizado es de 13,54 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Vertedero Represa centro durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 315,0 ng/L mientras que el mínimo (coincidente con el límite de detección) fue <1 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de tebuconazol (ng/L):

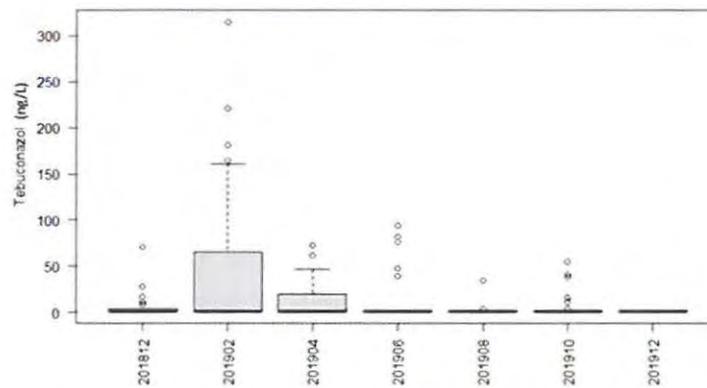
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-C	28,1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	< 4	s/d	< 1	47,3	< 1	< 1	< 1
BE-C	< 1	s/d	18,4	81,7	< 1	< 1	< 1
BE-MD	< 4	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MI	< 1	61,7	21,4	< 1	< 1	54,5	< 1
VR-C	< 1	315,0	< 1	< 1	< 1	11,6	< 1
VR-MD	< 1	35,2	22,8	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MI	8,7	65,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	16,6	164,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MD	10,9	< 1	< 1	< 1	< 1	16,1	< 1
LI-MI	17,1	36,6	24,3	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	181,3	< 1	< 1	34,2	38,2	< 1
CB-C	70,9	< 1	25,5	94,1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	135,1	< 1	75,9	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	160,6	< 1	< 1	< 4	< 1	< 1
NB-CI	< 1	< 1	46,1	39,1	< 1	< 4	< 1
NB-CD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MD	< 1	42,9	< 1	< 1	< 1	40,7	< 1
PR-MI	< 1	220,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-C	< 1	< 1	72,8	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MD	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MI	< 1	42,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 1	< 1
LC-MD	< 1	< 1	61,1	< 1	< 1	< 1	< 1



Variación temporal de tebuconazol.



*Análisis de Varianza espacial de tebuconazol. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de tebuconazol (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

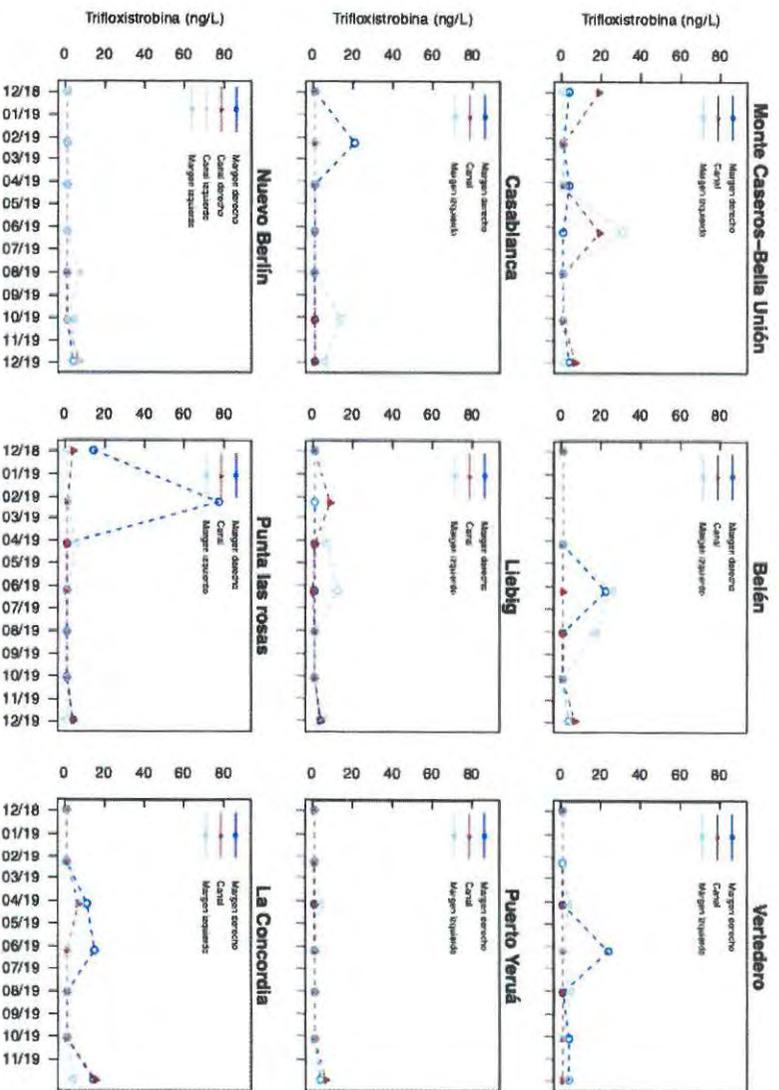


### Trifloxystrobina

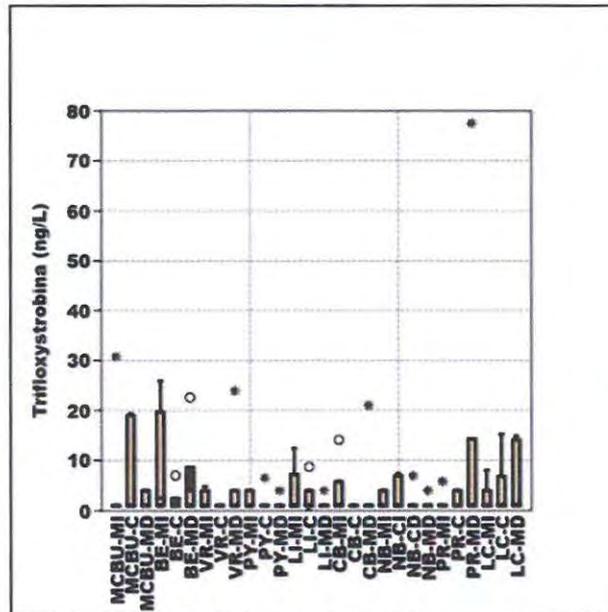
La media de trifloxystrobina para el período analizado es de 3,49 ng/L; registrándose el valor máximo en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 77,53 ng/L mientras que el mínimo fue <1 ng/L y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Valores de trifloxystrobina (ng/L):

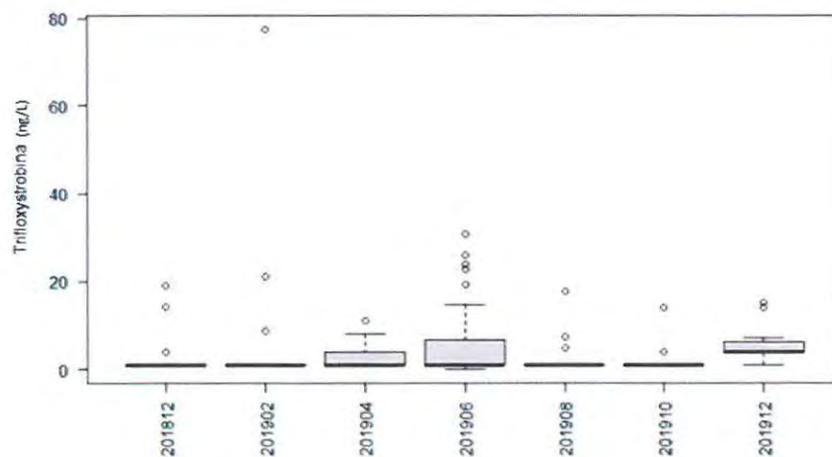
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	30,8	< 1	< 1	< 1
MCBU-C	19,0	< 1	< 1	19,3	< 1	< 1	7,1
MCBU-MD	< 4	< 1	< 4	< 1	< 1	< 1	< 4
BE-MI	< 1	s/d	< 1	25,9	17,6	< 1	< 4
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	7,0
BE-MD	< 1	s/d	< 1	22,6	< 1	< 1	< 4
VR-MI	< 1	< 1	< 4	< 1	4,8	< 1	< 4
VR-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 1	< 1	23,9	< 1	< 4	< 4
PY-MI	< 1	< 1	< 4	< 1	< 1	< 1	< 4
PY-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	6,5
PY-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
LI-MI	< 1	< 1	7,2	12,4	< 1	< 1	5,8
LI-C	< 1	8,7	< 1	0,0	< 1	< 1	< 4
LI-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
CB-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	14,1	5,8
CB-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	21,0	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 4
NB-CI	< 1	< 1	< 1	< 1	7,3	< 1	6,9
NB-CD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	6,9
NB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
PR-MI	< 1	< 1	5,8	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-C	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
PR-MD	14,3	77,5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-MI	< 1	< 1	8,0	< 1	< 1	< 1	< 4
LC-C	< 1	< 1	6,8	< 1	< 1	< 1	15,2
LC-MD	< 1	< 1	11,1	14,8	< 1	< 1	14,1



Variación temporal de trifloxistrobina.



*Análisis de Varianza espacial de trifloxystrobin. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de trifloxystrobin (ng/L). No se detectaron diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*

### Sustancias fenólicas totales

La media de sustancias fenólicas totales para el período analizado es de 1,7 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Casablanca margen derecha durante el mes de diciembre de 2019 con 7,6 µg/L, mientras que el mínimo fue <0,5 µg/L en varios sitios en diferentes muestreos.

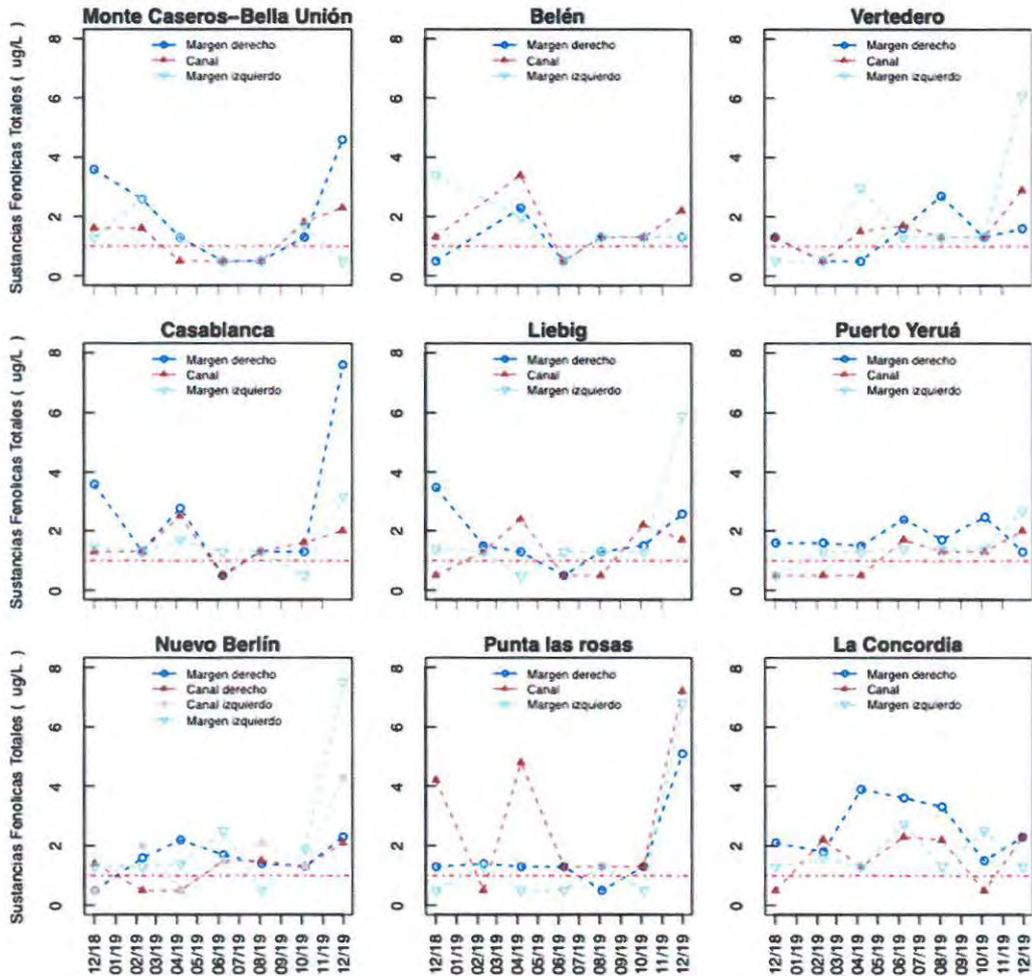
Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU (USO 4) estipula un estándar para fenoles de 1 µg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH. En la tabla a continuación se marcan los incumplimientos en color naranja, haciendo notar que cuando el valor informado ha sido menor al límite de cuantificación (1.3 µg/L) se ha optado por no marcarlo como incumplimiento.

Valores de sustancias fenólicas totales (µg/L):

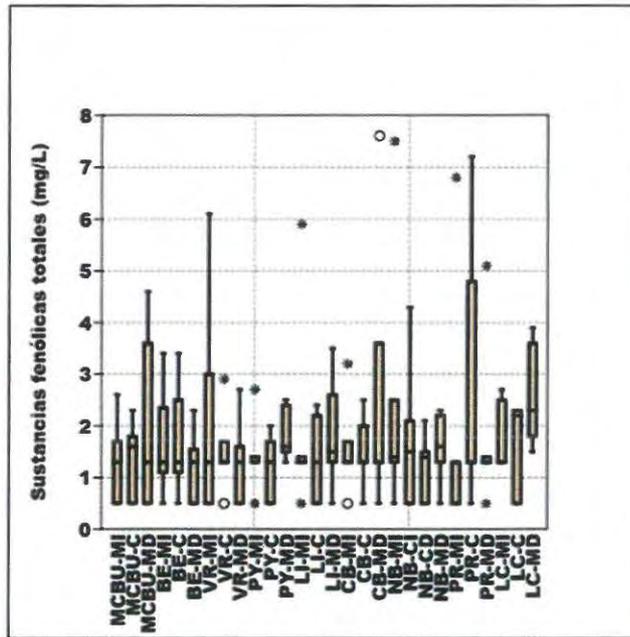
Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1,3	2,6	< 1,3	< 0,5	< 0,5	1,7	< 0,5
MCBU-C	1,6	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,8	2,3
MCBU-MD	3,6	2,6	< 1,3	< 0,5	< 0,5	< 1,3	4,6
BE-MI	3,4	s/d	2,0	< 0,5	< 1,3	< 1,3	< 1,3
BE-C	< 1,3	s/d	3,4	< 0,5	< 1,3	< 1,3	2,2
BE-MD	< 0,5	s/d	2,3	< 0,5	< 1,3	< 1,3	< 1,3
VR-MI	< 0,5	< 0,5	3,0	< 1,3	< 1,3	< 1,3	6,1
VR-C	< 1,3	< 0,5	1,5	1,7	< 1,3	< 1,3	2,9
VR-MD	1,3	< 0,5	< 0,5	1,6	2,7	< 1,3	1,6
PY-MI	< 0,5	< 1,3	< 1,3	1,4	1,4	1,4	2,7
PY-C	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,7	< 1,3	< 1,3	2,0
PY-MD	1,6	1,6	1,5	2,4	1,7	2,5	1,3
LI-MI	1,4	< 1,3	< 0,5	< 1,3	< 1,3	< 1,3	5,9
LI-C	< 0,5	< 1,3	2,4	< 0,5	< 0,5	2,2	1,7
LI-MD	3,5	1,5	< 1,3	< 0,5	< 1,3	1,5	2,6
CB-MI	1,5	< 1,3	1,7	< 1,3	< 1,3	< 0,5	3,2
CB-C	< 1,3	< 1,3	2,5	< 0,5	< 1,3	1,6	2,0
CB-MD	3,6	< 1,3	2,8	< 0,5	< 1,3	< 1,3	7,6
NB-MI	< 1,3	< 1,3	1,4	2,5	< 0,5	1,9	7,5
NB-CI	< 0,5	2,0	< 0,5	1,5	2,1	< 1,3	4,3
NB-CD	1,4	< 0,5	< 0,5	1,5	1,5	< 1,3	2,1
NB-MD	< 0,5	1,6	2,2	1,7	1,4	< 1,3	2,3
PR-MI	< 0,5	< 1,3	< 0,5	< 0,5	< 1,3	< 0,5	6,8
PR-C	4,2	< 0,5	4,8	< 1,3	1,3	< 1,3	7,2
PR-MD	< 1,3	1,4	< 1,3	< 1,3	< 0,5	< 1,3	5,1
LC-MI	1,3	1,6	< 1,3	2,7	< 1,3	2,5	< 1,3
LC-C	< 0,5	2,2	< 1,3	2,3	2,2	< 0,5	2,3

LC-MD	2,1	1,8	3,9	3,6	3,3	1,5	2,3
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

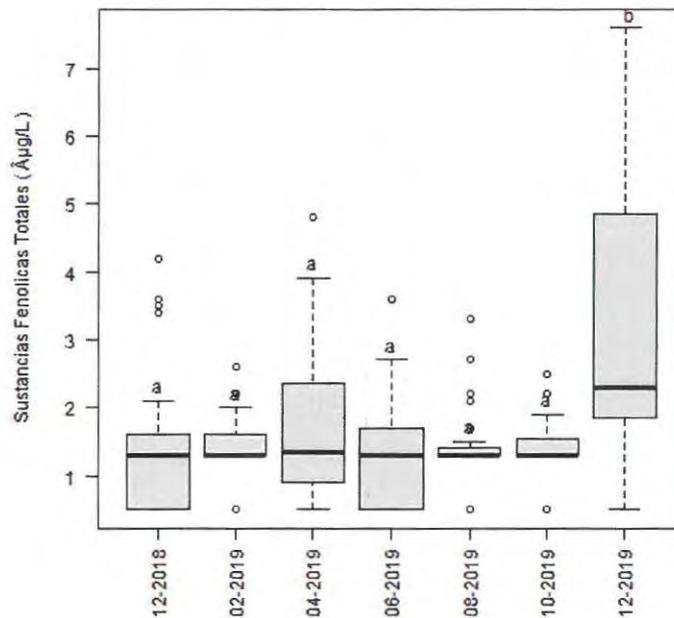
Valor límite de la norma: 1 µg/L de C6H5OH. Digesto de CARU (USO 4). Se marcan los incumplimientos en color naranja.



Variación temporal de sustancias fenólicas totales. La línea roja indica el valor límite normativo.



Análisis de Varianza espacial de sustancias fenólicas totales. No se detectaron diferencias significativas entre sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



Análisis de Varianza temporal de sustancias fenólicas totales. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



### **Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)**

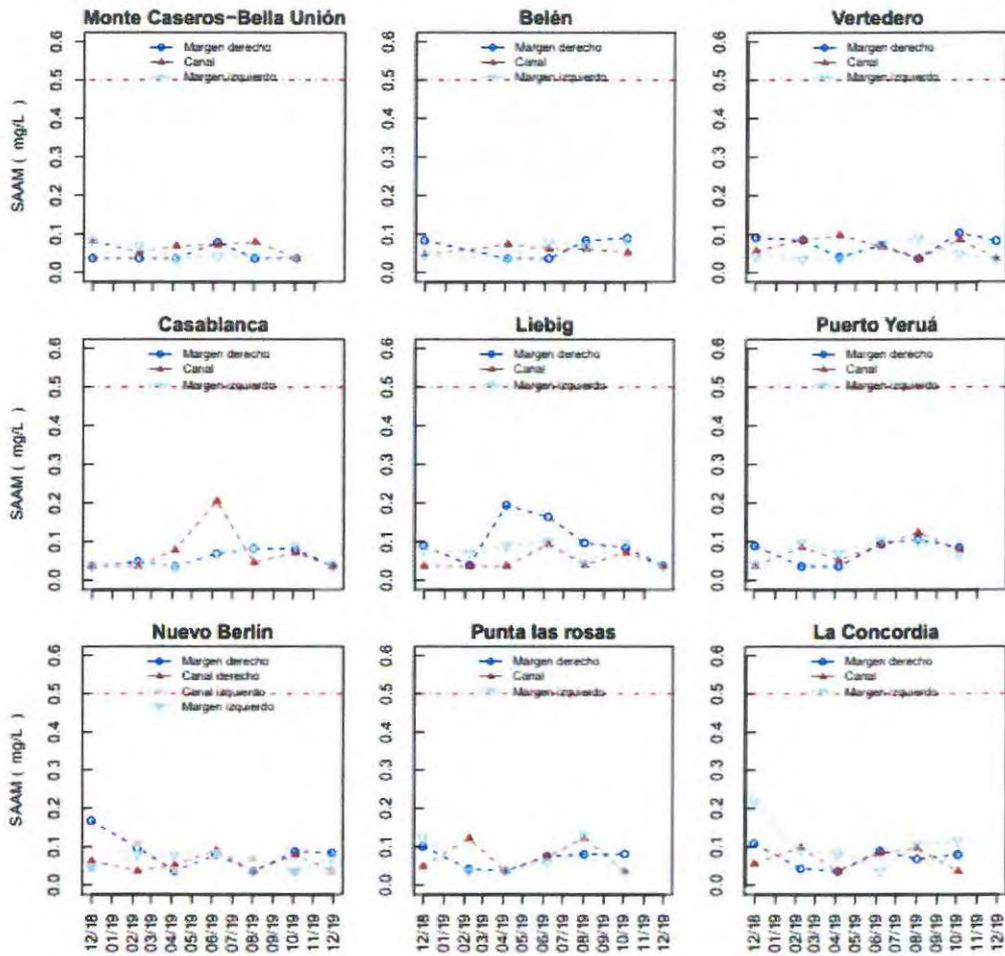
La media de sustancias activas al azul de metileno (SAAM) totales para el período analizado es de 0,068 mg/L; registrándose el valor máximo en el sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de diciembre de 2019 con 0,219 mg/L, mientras que el mínimo (coincidente con el límite de cuantificación de la técnica analítica) fue <0,037 mg/L en varios sitios en diferentes muestreos.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para detergentes SAAM (USO 1) de 0,5 mg/L de LAS (sulfonato de alquilbenceno lineal). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

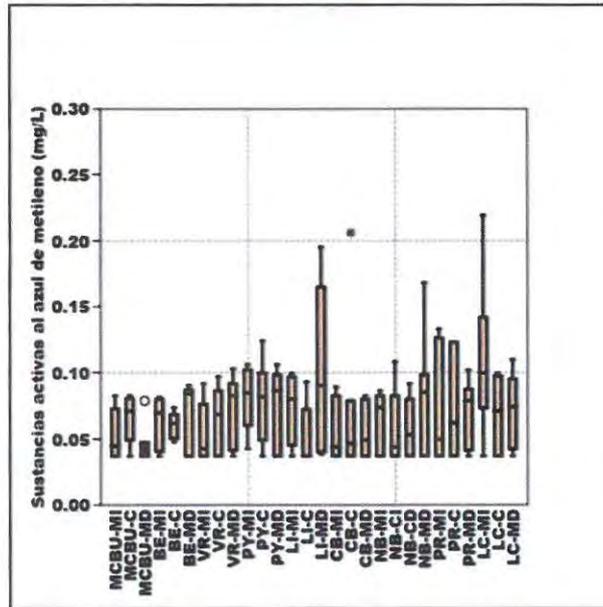
Valores de sustancias activas al azul de metileno (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	0,0826	0,0697	< 0,0370	0,0438	0,0451	< 0,0370	s/d
MCBU-C	0,0826	0,0529	0,0697	0,0723	0,0800	< 0,0370	s/d
MCBU-MD	< 0,0370	< 0,0370	< 0,0370	0,0788	< 0,0370	< 0,0370	s/d
BE-MI	0,0438	s/d	< 0,0370	0,0788	0,0697	0,0813	s/d
BE-C	0,0477	s/d	0,0736	0,0632	0,0619	0,0529	s/d
BE-MD	0,0839	s/d	< 0,0370	< 0,0370	0,0839	0,0904	s/d
VR-MI	0,0425	< 0,0370	0,0373	0,0762	0,0917	0,0490	0,0370
VR-C	0,0568	0,0865	0,0969	0,0684	< 0,0370	0,0865	< 0,0370
VR-MD	0,0917	0,0852	0,0412	0,0723	< 0,0370	0,1030	0,0826
PY-MI	0,0425	0,0982	0,0710	0,1060	0,1010	0,0658	s/d
PY-C	< 0,0370	0,0865	0,0529	0,0917	0,1240	0,0775	s/d
PY-MD	0,0891	< 0,0370	< 0,0370	0,0956	0,1060	0,0839	s/d
LI-MI	0,0800	0,0710	0,0891	0,0995	0,0451	0,0969	< 0,0370
LI-C	< 0,0370	< 0,0370	< 0,0370	0,0930	0,0399	0,0723	< 0,0370
LI-MD	0,0904	0,0399	0,1950	0,1650	0,0969	0,0839	0,0386
CB-MI	< 0,0370	0,0438	< 0,0370	0,0734	0,0826	0,0891	< 0,0370
CB-C	< 0,0370	< 0,0370	0,0788	0,2060	0,0464	0,0723	< 0,0370
CB-MD	< 0,0370	0,0490	< 0,0370	0,0697	0,0826	0,0800	< 0,0370
NB-MI	0,0490	0,0826	0,0788	0,0865	< 0,0370	< 0,0370	0,0736
NB-CI	0,0438	0,1080	0,0399	0,0826	0,0697	< 0,0370	< 0,0370
NB-CD	0,0632	< 0,0370	0,0529	0,0917	< 0,0370	0,0800	0,0373
NB-MD	0,1680	0,0982	< 0,0370	0,0800	< 0,0370	0,0878	0,0852
PR-MI	0,1240	0,0373	< 0,0370	0,0619	0,1330	< 0,0370	s/d
PR-C	0,0490	0,1230	< 0,0370	0,0749	0,1230	< 0,0370	s/d
PR-MD	0,1020	0,0425	< 0,0370	0,0762	0,0813	0,0826	s/d
LC-MI	0,2190	0,0930	0,0852	< 0,0370	0,1060	0,1160	s/d
LC-C	0,0568	0,0995	< 0,0370	0,0852	0,0969	< 0,0370	s/d
LC-MD	0,1100	0,0438	< 0,0370	0,0904	0,0684	0,0800	s/d

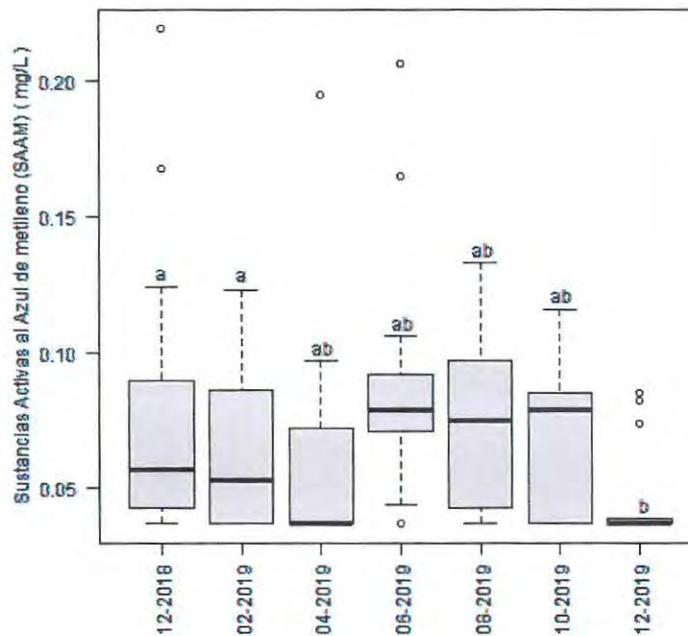
Valor límite de la norma: 0,5 mg/L de LAS (Sulfonato de alquilbenceno lineal). Digesto de CARU (USO 1).



Variación temporal de sustancias activas al azul de metileno. La línea roja indica el valor límite normativo.



*Análisis de Varianza espacial de sustancias activas al azul de metileno. No se detectaron diferencias significativas entre los sitios de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).*



*Análisis de Varianza temporal de sustancias activas al azul de metileno (SAAM). Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p < 0,05$ ).*

### 3.2.2. Parámetros normados con baja frecuencia de detección

Se incluyen en el presente apartado los parámetros para los que existe normativa aplicable de CARU que han resultado detectados en un porcentaje inferior al 10% de las muestras obtenidas. Por extensión se incluyen también aquellos parámetros normados que, aunque detectados, no alcanzaron a ser cuantificados en más del 10% de las determinaciones, dado que se representación gráfica en la forma del apartado precedente poco agregaría a la comprensión de las detecciones que han tenido.

#### **Arsénico**

Se detectaron concentraciones de arsénico por debajo del límite de cuantificación (< 0,006 mg/L) en tres ocasiones: en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante los meses de febrero y octubre de 2019, y en el sitio Vertedero Represa margen izquierda durante el mes de febrero de 2019. Todas las mediciones restantes resultaron menores al límite de detección (< 0,002 mg/L).

No se han registrado incumplimientos normativos respecto al arsénico durante el periodo reportado (valor límite de la norma: 15 microgramos/litro. Digesto CARU, USO4).

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

#### **Cadmio**

Todas las mediciones de cadmio para el período analizado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,003 mg/L).

Dado que el límite de detección supera al valor límite de la norma (0,00084 mg/L. Digesto CARU, USO4), no se han constatado incumplimientos normativos de cadmio durante el periodo informado.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

#### **Cianuro**

Todas las detecciones de cianuro para el período analizado fueron por debajo del límite de detección (< 0,003 mg/L).



No se han registrado incumplimientos normativos respecto al cianuro durante el periodo reportado (valor límite de la norma: 0,005 miligramos/litro. Digesto CARU, USO4).

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### Cobre

Se detectaron 0,034 mg/L de cobre en el sitio Nuevo Berlín centro derecho en el mes de diciembre de 2018. Todas las detecciones restantes de cobre durante el periodo analizado fueron por debajo del límite de detección o bien, por debajo del límite de cuantificación. (El límite de detección de la técnica analítica es 0,010 mg/L, y el límite de cuantificación es de 0,030 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para cobre de 10 µg/L (0,010 mg/L), (USO 4). En color naranja se presentan los incumplimientos. El límite de detección de la técnica analítica es 0,010 mg/L, y el límite de cuantificación es de 0,030 mg/L, por lo que todos los valores detectados incumplen la normativa CARU.

Valores de cobre (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
MCBU-C	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,010	< 0,010
MCBU-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
BE-MI	< 0,030	s/d	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
BE-C	< 0,030	s/d	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010
BE-MD	< 0,030	s/d	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010
VR-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
VR-C	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
VR-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PY-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010
PY-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
PY-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010
LI-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,010	< 0,030
LI-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
LI-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
CB-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
CB-C	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
CB-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010

NB-CI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-CD	0,034	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
NB-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
PR-MI	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
PR-C	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
PR-MD	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030
LC-MI	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,010	< 0,010
LC-C	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,010
LC-MD	< 0,030	< 0,010	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,010

Valor límite de la norma: 10 µg/L (Digesto de CARU, USO 4).

### **Cromo Total**

Todas las mediciones de cromo total durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,017 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para Cromo de 10 µg/L (0,010 mg/L), (USO 4). Dado que el valor informado siempre ha estado por debajo del umbral límite de 0,010 mg/L, no se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### **Cromo VI**

La mayor parte de las determinaciones analíticas realizadas para cromo VI debieron ser descartadas en tanto el laboratorio externo no alcanzó a procesar las muestras dentro del plazo máximo de almacenamiento aceptable (MHT=48 horas). En las dos últimas campañas de muestreo del año 2019 las muestras se analizaron en el LCC, y a partir de entonces se obtuvieron determinaciones válidas.

El valor máximo registrado fue 0,033 mg/L en el sitio Casablanca centro en el mes de diciembre de 2019, mientras que el mínimo fue <0,004 mg/L (indicativo de que no se alcanzó a detectar el parámetro en esas ocasiones) en varios sitios en diferentes muestreos.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU (USO 1) estipula que la concentración de Cromo total no podrá contener más de 2 µg/L (0,002 mg/L) de Cromo hexavalente (Cromo VI). En la tabla a continuación se marcan los incumplimientos en color naranja. Dado que el umbral límite de la norma se encuentra entre el límite de detección (0,004 mg/L) y el límite de cuantificación (0,009 mg/L), se



calificaron como incumplimiento aquellas determinaciones de cromo hexavalente que resultaron por debajo del límite de cuantificación.

Valores de cromo VI (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0170
MCBU-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0140
MCBU-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0140
BE-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0170
BE-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0150
BE-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0180
VR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	0,0110	0,0150
VR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	0,0180	0,0160
VR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	0,0110	0,0230
PY-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0190
PY-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0210
PY-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0200
LI-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0280
LI-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0220
LI-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0230
CB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0300
CB-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0330
CB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0290
NB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0260
NB-CI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0280
NB-CD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0320
NB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0220
PR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0280
PR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0320
PR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0270
LC-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0090	0,0310
LC-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0150
LC-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,0040	0,0150

Valor límite de la norma: Contenido menor a 2 µg/L (0,002 mg/L) de cromo hexavalente (cromo VI). Digesto de CARU (USO 1). Se colorean en naranja los incumplimientos detectados para este periodo. Aclaración: Los límites de detección y cuantificación cambiaron en el tiempo para este parámetro.

### **Mercurio**

Todas las mediciones de mercurio durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,0003 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar de 0,0002 mg/L de Hg (Digesto de CARU, USO 4). Dado que el límite de detección supera al umbral de la norma, no se han constatado incumplimientos normativos en el periodo reportado.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### **Níquel**

Todas las mediciones de níquel durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,003 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para níquel de 116,3 µg/L (0,12 mg/L), (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### **Plomo**

Todas las mediciones de plomo durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,007 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para plomo de 0,007 mg/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.



### **Selenio**

Todas las mediciones de selenio durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,005 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para selenio de 0,005 mg/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### **Boro**

Todas las detecciones de boro observadas en este periodo fueron menores al límite de cuantificación (< 0,1 mg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar de 0,5 mg/L (USO 3). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### **Aceites y grasas**

La media de aceites y grasas para el período analizado fue de 1,86mg/L; registrándose el valor máximo de <4,5 mg/L en múltiples sitios durante el periodo reportado (coincidente con el límite de cuantificación de la técnica), mientras que el mínimo fue <1,4 mg/L (coincidente con el límite de detección de la técnica) y que también se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para aceites y grasas (extractables en n – hexano) de “virtualmente ausente”. Por lo tanto, a los efectos de este informe, se ha considerado que todos aquellos valores por encima del límite de detección (1,4 mg/L) incumplen la normativa. En la tabla siguiente, se han marcado en naranja los sitios que presentan incumplimientos.

Valores de aceites y grasas (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
MCBU-C	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
MCBU-MD	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
BE-MI	< 1,4	s/d	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
BE-C	< 4,5	s/d	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
BE-MD	< 1,4	s/d	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4
VR-MI	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
VR-C	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 4,5	< 4,5	< 1,4	< 1,4
VR-MD	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
PY-MI	< 4,5	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
PY-C	< 4,5	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
PY-MD	< 4,5	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
LI-MI	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4
LI-C	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	4,5	< 1,4
LI-MD	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 4,5
CB-MI	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
CB-C	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 4,5
CB-MD	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 1,4
NB-MI	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
NB-CI	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
NB-CD	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
NB-MD	< 1,4	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 4,5
PR-MI	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
PR-C	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
PR-MD	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
LC-MI	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	s/d
LC-C	< 4,5	< 1,4	< 4,5	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4
LC-MD	< 4,5	< 1,4	< 4,5	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4

Valor límite de la norma: "virtualmente ausente" para aceites y grasas (extractables en n – hexano). Digesto de CARU (USO 4).

### Fluoruros

La mayoría de las determinaciones de fluoruros para el período analizado fueron informadas como <0,1 mg/L, coincidentes con el valor del límite de detección (LD). Las muestras restantes fueron informadas como detectadas, aunque no cuantificadas, y por tanto informadas como menor al valor del límite de cuantificación (LD). Este último varió



a lo largo del período analizado, reportándose valores de 0,2 mg/L o 0,3 mg/L según la campaña de la que se trate.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar de 1,5 mg/L (USO 1) por lo que no se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

Valores de fluoruros (mg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
MCBU-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
MCBU-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
BE-MI	< 0,1	s/d	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
BE-C	< 0,1	s/d	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
BE-MD	< 0,1	s/d	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
VR-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
VR-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
VR-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PY-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PY-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PY-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
LI-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
LI-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
LI-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CB-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
CB-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CB-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NB-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
NB-CI	< 0,1	< 0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
NB-CD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
NB-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PR-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,3	< 0,2
LC-MI	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
LC-C	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
LC-MD	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2

Valor límite de la norma: de 1,5 mg/L. Digesto de CARU, (USO 1). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.

## Aldrin

Se reportan los valores informados por UdelaR. Todas las determinaciones de aldrin realizadas para el período analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección de la técnica analítica. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. EL límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para aldrin de 5 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro. Valores de aldrin (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MI	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-C	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MD	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

Valor límite de la norma: 5 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.



### Clordano

Todas las mediciones de clordano durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 1 ng/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para clordano de 5 ng/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### DDT

Todas las mediciones de DDT durante el periodo reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 0,5 ng/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para DDT de 2 ng/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### Dieldrin

Se reportan los valores informados por UdelaR. Todas las determinaciones de dieldrin realizadas para el período analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección de la técnica analítica. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. EL límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para dieldrin de 5 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de dieldrin (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MI	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

BE-C	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MD	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

Valor límite de la norma: 5 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### Endosulfán

Se detectaron 6 ng/L de endosulfán en el sitio Nuevo Berlín margen izquierda en el mes de febrero de 2019. Durante los meses de febrero y octubre de 2019 en algunos sitios se llegó a detectar la presencia del compuesto, aunque no a cuantificarlo, razón por la cual se lo informó entonces por debajo del límite de cuantificación (< 4 ng/L). Todas las determinaciones restantes realizadas en el período reportado resultaron por debajo del límite de detección (< 1 ng/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para endosulfán de 20 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de endosulfán (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1



MCBU-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MD	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 4	< 1	< 1	< 1	< 4	< 1
PY-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	< 1
LI-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-C	< 1	< 4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Valor límite de la norma: 20 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). Solo se registra una detección durante el periodo informado. No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### **Endrin**

Todas las mediciones de endrin durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<1,00 ng/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para endrin de 4 ng/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Se informa también que, debido a inconvenientes operativos durante el desarrollo de la campaña, no se han podido obtener las muestras correspondientes al sector Belén durante el mes de febrero de 2019.

### Heptacloro

Se reportan los valores informados por UdelaR. Todas las determinaciones de heptacloro realizadas para el período analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección de la técnica analítica. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. El límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para heptacloro de 10 ng/L (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de heptacloro (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MI	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-C	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MD	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

Valor límite de la norma: 10 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### Heptacloro epóxido

Se reportan los valores informados por UdelaR. Todas las determinaciones de heptacloro epóxido realizadas para el período analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección de la técnica analítica. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. El límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para heptacloro epóxido de 10 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de heptacloro epóxido (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MI	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-C	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MD	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

Valor límite de la norma: 10 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### Lindano

Se reportan los valores informados por UdelaR. Todas las determinaciones de lindano realizadas para el período analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección de la técnica analítica. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. El límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para lindano de 16 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de lindano (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
MCBU-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
MCBU-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
BE-MI	< 2	s/d	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
BE-C	< 2	s/d	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
BE-MD	< 2	s/d	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
VR-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
VR-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
VR-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PY-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PY-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PY-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LI-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LI-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LI-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
CB-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
CB-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
CB-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
NB-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
NB-CI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
NB-CD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
NB-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PR-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PR-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
PR-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LC-MI	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LC-C	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2
LC-MD	< 2	< 2	< 2	< 5	< 2	< 2	< 2

Valor límite de la norma: 16 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.



### Metoxicloro

Todas las mediciones de metoxicloro durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de cuantificación o de detección.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para metoxicloro de 30 ng/L (USO 4), por lo que no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de metoxicloro (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
MCBU-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MI	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-C	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
BE-MD	< 1	s/d	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
VR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PY-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LI-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
CB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-CD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
NB-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PR-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MI	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-C	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
LC-MD	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Valor límite de la norma: 30 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### Paratión

Se reportan los valores informados por UdelaR. Se detectaron 10,0 ng/L de paratión en el sitio Liebig margen derecha en el mes de octubre de 2019. Todas las detecciones restantes de paratión durante el periodo analizado resultaron en valores informados por debajo del límite de detección. Dado que el laboratorio no reporta límite de detección, éste fue estimado como el valor del límite de cuantificación/3,3. El límite de cuantificación ha variado entre 8 y 5 ng/L a lo largo del período analizado. Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para paratión de 65 ng/L (USO 4), por lo cual no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de paratión (ng/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
MCBU-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MI	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-C	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
BE-MD	< 2,4	s/d	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
VR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PY-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LI-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	10,0	< 1,5
CB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
CB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-CD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NB-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
PR-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MI	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-C	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
LC-MD	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5

Valor límite de la norma: 65 ng/L. Digesto de CARU (USO 4). Sólo hubo una detección durante el periodo reportado. No se registraron incumplimientos para este parámetro.



## 2,4-D

La media de 2,4-D para el período analizado es de 0,003 µg/L; registrándose el valor máximo en el sitio Puerto Yeruá margen izquierda durante el mes de abril de 2019 con un valor de 0,096 µg/L mientras que el mínimo fue <0,001 µg/L (coincidente con el límite de detección de la técnica analítica) y se registró en varios sitios en diferentes épocas del año.

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para 2,4-D de 4 µg/L (USO 4), no se detectaron incumplimientos en el periodo de estudio.

Valores de 2,4-D (µg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
MCBU-C	< 0,001	< 0,001	0,052	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
MCBU-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,046	< 0,001	< 0,001
BE-MI	< 0,001	s/d	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BE-C	< 0,001	s/d	< 0,001	< 0,001	0,019	< 0,001	< 0,001
BE-MD	< 0,001	s/d	< 0,001	0,013	< 0,001	< 0,001	< 0,001
VR-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,004	< 0,001	< 0,001
VR-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
VR-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,032	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PY-MI	< 0,001	< 0,001	0,096	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,008
PY-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PY-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-C	< 0,001	< 0,001	0,050	0,027	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-CI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-CD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,070	< 0,001	< 0,001
PR-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,004	< 0,001	< 0,001
PR-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PR-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LC-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LC-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

LC-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Valor límite de la norma 4 µg/L. Digesto de CARU (USO 4). No se detectaron incumplimientos en el periodo de estudio.

### 2,4,5-T

Este parámetro comenzó a determinarse a partir de la campaña de monitoreo del mes de diciembre de 2019 y todas las mediciones de 2,4,5-T realizadas en esa ocasión resultaron por debajo del límite de detección (<0,001 µg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para 2,4,5-T de 10 µg/L (USO 4), por lo que no se registraron incumplimientos para este parámetro.

Valores de 2,4,5-T (µg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
MCBU-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
MCBU-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
BE-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
BE-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
BE-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
VR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
VR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
VR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PY-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PY-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PY-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
LI-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
LI-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
LI-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
CB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
CB-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
CB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
NB-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
NB-CI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
NB-CD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
NB-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PR-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PR-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
PR-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
LC-MI	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001



LC-C	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001
LC-MD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	< 0,001

Valor límite de la norma: 10 µg/L. Digesto de CARU (USO 4). No se registraron incumplimientos para este parámetro.

### 2,4,5-TP

Se detectaron 0,017 µg/L de 2,4,5-TP en el sitio Punta las Rosas centro en el mes de junio de 2019, lo que supera el umbral normativo. Durante los meses de diciembre de 2018 y junio de 2019 se llegó a detectar la presencia del compuesto, aunque no a cuantificarlo, razón por la cual se lo informó entonces por debajo del límite de cuantificación (< 0,004 µg/L). Todas las mediciones restantes de 2,4,5-TP durante el periodo analizado resultaron por debajo de los límites de detección (< 0,001 µg/L).

Respecto de los incumplimientos normativos para este parámetro, el Digesto de CARU estipula un estándar para 2,4,5-TP de 2 µg/L (USO 4). No se registraron incumplimientos durante el periodo de estudio.

Valores de 2,4,5-TP (µg/L):

Fecha Muestreo	dic-18	feb-19	abr-19	jun-19	ago-19	oct-19	dic-19
MCBU-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
MCBU-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
MCBU-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BE-MI	< 0,001	s/d	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BE-C	< 0,001	s/d	< 0,001	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001
BE-MD	< 0,001	s/d	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
VR-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
VR-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
VR-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PY-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PY-C	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PY-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
LI-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-MI	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-C	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
CB-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-CI	< 0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-CD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
NB-MD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PR-MI	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

<b>PR-C</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,017	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>PR-MD</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>LC-MI</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>LC-C</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>LC-MD</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Valor límite de la norma 2 µg/L. Digesto de CARU (USO 4). No se detectaron incumplimientos en el periodo reportado.



### 3.2.3. Otros parámetros con baja frecuencia de detección

En el presente apartado se incluyen los parámetros para los que no existe normativa aplicable de CARU y que han resultado cuantificados en menos del 10% de las determinaciones. En todos los casos se identifica el nombre del parámetro y se detallan las cuantificaciones obtenidas (sitio, campaña y valor obtenido). Por complemento ello implica que, en todas las otras instancias de monitoreo no especificadas en cada caso, el resultado obtenido ha sido inferior al límite de detección correspondiente (ya detallado al inicio de este capítulo).

#### **Potasio**

En el sitio Punta las Rosas margen derecha hubo detecciones de potasio en el mes de febrero, abril y agosto de 2019 (3,7 mg/L, 3,1 mg/L y 3,3 mg/L respectivamente).

#### **Sodio**

Se detectaron 19 mg/L de sodio en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de agosto de 2019. También en ese sitio existieron detecciones inferiores al límite de cuantificación (15 mg/L) en las campañas de los meses de febrero, abril y diciembre de 2019.

#### **Sólidos Suspendedos Fijos**

Durante el periodo reportado se detectaron sólidos suspendidos fijos en nueve ocasiones, siendo el mayor valor 29 mg/L registrado en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda en el mes de octubre de 2019. Las restantes detecciones ocurrieron en los meses de diciembre de 2018 (en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro -11 mg/L-); febrero de 2019 (en el sitio La Concordia margen izquierdo -12 mg/L-); agosto de 2019 (en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro -12 mg/L-, Belén centro -18 mg/L-, Casablanca márgenes izquierdo y derecho -ambos con 10 mg/L-, Punta las Rosas margen derecho -20 mg/L-); y octubre de 2019 (Monte Caseros-Bella Unión centro -10 mg/L-). Las detecciones inferiores al límite de cuantificación (10 mg/L) fueron en diciembre 2018 (MCBU-MD, BE-MI, BE-MD, VR-MI, LI-C, NB-MI, NB-CI, NB-CD, PR-MD y LC-MD), en febrero 2019 (MCBU-MI, MCBU-C y PR-MD), en junio 2019 (PR-MD), en agosto 2019 (MCBU-MI, MCBU-MD, BE-MI, BE-MD, VR-MI, VR-C, LI-MI y LI-MD), en octubre 2019 (MCBU-MD, CB-C, NB-MD, PR-MD y LC-C) y en diciembre 2019 (MCBU-MI, MCBU-C y PR-MD).

#### **Sólidos Suspendedos Volátiles**

Durante el periodo reportado se detectaron sólidos suspendidos volátiles en dieciséis ocasiones, siendo el mayor valor 14 mg/L registrado en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro en el mes de abril de 2019 y en Punta las Rosas margen derecha en el mes de octubre de 2019. También se detectaron 12 mg/L en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de abril de 2019. En el mes de junio de 2019 hubo detecciones de 10 mg/L (en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro, Vertedero Represa centro, Puerto

Yerúa margen izquierda, Casablanca margen izquierda y Nuevo Berlín margen derecho); 11 mg/L (en los sitios Vertedero Represa centro y Puerto Yerúa centro); 12 mg/L (en los sitios Liebig margen derecho, Nuevo Berlín en los centros derecho e izquierdo y La Concordia centro); y 13 mg/L (en el sitio Belén centro). En el mes de agosto de 2019 se registraron 10 mg/L en el sitio Puerto Yerúa margen derecha. Las detecciones inferiores al límite de cuantificación (10 mg/L) fueron en diciembre 2018 (MCBU-C, BE-C, VR-MD y LI-MD), en febrero 2019 (MCBU-MI, MCBU-MD, PY-MD, CB-MD, PR-C, PR-MD, LC-C y LC-MD), en abril 2019 (MCBU-MI, MCBU-MD, BE-C, VR-C, LI-MI, LI-MD, CB-MI y CB-MD), en junio 2019 (en todos los demás sitios excepto MCBU-MD donde no resultó detectado), en agosto 2019 (en todos los demás sitios excepto BE-C, VR-MI, LI-MI, PR-MI, PR-MD, LC-MI y LC-MD donde no resultó detectado), en octubre 2019 (en todos los demás sitios excepto CB-MD donde no resultó detectado) y en diciembre 2019 (MCBU-MI, MCBU-C, VR-MI, NB-MD y PR-MD).

#### **Dioxinas totales (WHO-TEQs pg/L)**

Se detectaron tres valores de dioxinas totales durante los muestreos, resultando el mayor valor de 0,27 pg/L en el sitio Puerto Yerúa centro en el mes de diciembre de 2019, mientras que las otras detecciones fueron de 0,05 pg/L en el sitio Nuevo Berlín centro izquierdo durante el mes de junio de 2019, y 0,01pg/L en el sitio Nueva Berlín margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

#### **Furanos totales (WHO-TEQs pg/L)**

Se detectaron diez valores de furanos totales durante los muestreos, resultando el mayor valor de 0,93 pg/L en el sitio Monte Caseros – Bella Unión margen izquierda en el mes de abril de 2019, mientras que las otras detecciones fueron: 0,89 y 0,85 pg/L (sitios Monte Caseros – Bella Unión centro y margen derecha respectivamente durante el mes abril de 2019); en el mes de diciembre de 2018 se detectaron 0,22 pg/L en el sitio La Concordia margen izquierdo; en febrero de 2019 se detectaron 0,01 en el sitio Nuevo Berlín margen izquierdo; en el mes de junio de 2019 se detectaron 0,05 pg/L en Nuevo Berlín centro izquierdo, 0,64 pg/L en Nuevo Berlín margen derecha, 0,29 pg/L en Punta las Rosas centro, 0,38 pg/L en La Concordia margen izquierda y 0,42 pg/L en La Concordia centro.

#### **Total HpCDD (Dioxinas)**

Se detectaron 6,6 pg/L de HpCDD en el sitio Nuevo Berlín centro izquierdo en el mes de junio de 2019. Todas las mediciones restantes de HpCDD durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<3pg/L).

#### **Total HpCDF (Furanos)**

En el mes de junio de 2019 se detectaron HpCDF en los sitios Nuevo Berlín centro izquierdo (16,0 pg/L), Nuevo Berlín margen derecha (6,6 pg/L), Punta las Rosas centro (7,9 pg/L), La Concordia margen izquierdo (6,1 pg/L) y La Concordia centro (9,9 pg/L). En el mes de agosto de 2019 se detectaron 13,0 pg/L de HpCDF en el sitio La Concordia



centro. Todas las mediciones restantes de HpCDF durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (< 3 pg/L).

#### **Total HxCDD (Dioxinas)**

Se detectaron 8,7 pg/L de HxCDD en el sitio Puerto Yerúa centro en el mes de diciembre de 2019. Todas las mediciones restantes de HxCDD durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<2pg/L).

#### **Total HxCDF (Furanos)**

El detectaron HxCDF con un máximo de 34,0 pg/L de HxCDF en el sitio La Concordia centro en el mes de junio de 2019. También en el mes de junio se detectaron HxCDF en los sitios Nuevo Berlín centro izquierdo (16,0 pg/L), Nuevo Berlín centro derecho (6,7 pg/L), Nuevo Berlín margen derecha (5,7 pg/L), Punta las Rosas centro (3,9 pg/L) y La Concordia margen izquierda (9,1 pg/L). En el mes de diciembre de 2018 se detectaron 2,9 pg/L de HxCDF en el sitio La Concordia margen izquierda. Todas las mediciones restantes de HxCDD durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (< 2 pg/L).

#### **Total OCDD (Dioxinas)**

En el periodo reportado hubo tres detecciones de OCDD. En el mes de febrero de 2019 se detectaron 28,0 pg/L en el sitio Nuevo Berlín margen izquierda y 12,0 pg/L en el sitio Liebig margen izquierda. En el mes de junio de 2019 se detectaron 22,0 pg/L en el sitio Nuevo Berlín centro izquierdo. Todas las mediciones restantes de OCDD durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<4pg/L).

#### **Total OCDF (Furanos)**

En el mes de febrero de 2019 se detectaron OCDF en los sitios Liebig margen izquierda (8,6 pg/L) y Nuevo Berlín margen izquierda (20,0 pg/L). En el mes de junio de 2019 se detectaron 12,0 pg/L en el sitio Nuevo Berlín centro izquierdo. Todas las mediciones restantes de OCDF durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<4pg/L).

#### **Total PeCDF (Furanos)**

Se detectaron el mes de abril de 2019 en el sitio La Concordia centro (4,1 pg/L) y en el mes de junio de 2019 en el sitio La Concordia margen izquierdo (2,0 pg/L).

#### **Total TCDF (Furanos)**

En el mes de abril de 2019 se detectó este compuesto en varios sectores del río, particularmente en las zonas norte y centro, según el siguiente detalle: en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (9,3 pg/L), Monte Caseros-Bella Unión centro (8,9 pg/L), Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (8,5 pg/L), Vertedero Represa margen izquierda (7,5 pg/L), Vertedero Represa margen derecha (2,2 pg/L), Puerto Yerúa margen izquierda (8,3 pg/L), Puerto Yerúa margen derecha (3,2 pg/L),

Casablanca margen izquierda (7,3 pg/L), Casablanca centro (3,7 pg/L), Casablanca margen derecha (8,3 pg/L), Nuevo Berlín margen izquierdo (2,9 pg/L) y La Concordia centro (6,9 pg/L). Asimismo, en el mes de junio de 2019 se detectaron 4,1 pg/L en Vertedero margen izquierda y 2,0 pg/L en Nuevo Berlín centro derecho. Todas las mediciones restantes de TCDF durante el periodo reportado resultaron por debajo de los límites de detección (<1pg/L).

### **Clorpirifós**

El laboratorio INTA detectó clorpirifós en siete instancias de monitoreo, registrándose el valor máximo en el sitio Casablanca margen derecha durante el mes de diciembre de 2018 con un valor de 0,147 µg/L. También en el mes de diciembre de 2018 se detectaron 0,066 µg/L en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro, 0,006 µg/L en Belén margen derecha, 0,042 µg/L en Puerto Yerúa centro, 0,098 µg/L en Nuevo Berlín margen izquierda y 0,044 µg/L en Nuevo Berlín centro derecha. En el mes de febrero de 2019 se detectaron 0,007 µg/L en el sitio Casablanca margen derecha. También existieron detecciones inferiores al límite de cuantificación (0,004 µg/L) en las campañas de diciembre 2018 en Vertedero margen derecha y de febrero 2019 en Casablanca margen izquierda, en Punta las Rosas margen derecha y en La Concordia margen derecha.

Complementariamente este mismo parámetro fue analizado por el laboratorio UdelaR en las mismas muestras, habiendo registrado 18 detecciones, con el valor máximo en el sitio Nuevo Berlín margen izquierda durante el mes de febrero de 2019 con un valor de 0,100 µg/L. También en febrero de 2019 se detectaron 0,020 µg/L en Casablanca margen derecha. La mayor cantidad de detecciones del laboratorio UdelaR ocurrió en el mes de diciembre de 2019 habiéndose detectado clorpirifós en: Belén margen derecha (0,01 µg/L), Casablanca margen izquierda (0,02 µg/L), Casablanca centro (0,02 µg/L), Casablanca margen derecha (0,02 µg/L), Liebig centro (0,04 µg/L), Liebig margen izquierda (0,02 µg/L), Nuevo Berlín margen izquierda (0,03 µg/L), Nuevo Berlín margen derecha (0,02 µg/L), Nuevo Berlín centro derecho (0,01), Punta las Rosas margen izquierda (0,04 µg/L), Punta las Rosas centro (0,01 µg/L), Punta las Rosas margen derecha (0,02 µg/L), Vertedero Represa margen izquierda (0,024 µg/L), Vertedero Represa margen derecha (0,009 µg/L). También hubo detecciones en la margen derecha de La Concordia tanto en abril de 2019 (0,03 µg/L) como en octubre de 2019 (0,02 µg/L).

### **Dicamba**

Se cuantificó en ocho oportunidades, siendo 0,012 µg/L el mayor valor registrado en dos ocasiones, en los sitios Nuevo Berlín margen derecha (en febrero de 2019) y La Concordia margen izquierdo (en diciembre de 2019). La tercera detección fue 0,006 µg/L en el sitio Nuevo Berlín margen derecha en el mes de junio de 2019. También se detectó por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/L) en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (agosto de 2019), Puerto Yerúa centro (diciembre de 2019), Liebig margen izquierda (abril de 2019), Nuevo Berlín centro derecho (febrero de 2019) y La Concordia margen izquierda (agosto de 2019).

### **Difenoconazol**



Se cuantificó en tres oportunidades, siendo 34,7 ng/L el mayor valor registrado en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de octubre de 2019. Las dos otras cuantificaciones ocurrieron en el mes de diciembre de 2018 en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro (17,6 ng/L) y Punta las Rosas margen derecha (8,9 ng/L). Además, se detectó por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/L) en el sitio Liebig margen izquierda (octubre de 2019).

### **Imazalil**

Se detectó en nueve oportunidades, siendo el mayor valor registrado 96,07 ng/L en el sitio Casablanca margen izquierdo en octubre de 2019. También fue detectado en el sitio Belén margen derecha en el mes de octubre de 2019 (31,92 ng/L) y en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha en el mes de diciembre de 2019 (21,60 ng/L). Fue detectado por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/L) en octubre de 2019 (en los sitios Vertedero Represa margen derecha, Puerto Yerúa margen derecha y Nuevo Berlín margen derecha), y en diciembre de 2019 (en los sitios Monte Casero-Bella Unión centro, Puerto Yerúa margen izquierda y La Concordia margen derecha).

### **Imazapyr**

Se cuantificó en diecinueve oportunidades, siendo el mayor valor registrado 0,11 µg/L en el sitio Nuevo Berlín centro derecho en febrero de 2019. Las restantes detecciones ocurrieron en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (0,005 µg/L en junio de 2019 y 0,008 µg/L en diciembre de 2019), Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (0,051 µg/L en febrero de 2019, 0,038 µg/L en junio de 2019 y 0,012 µg/L en diciembre de 2019), Belén margen izquierda (0,021 µg/L en agosto de 2019), Belén centro (0,003 µg/L en diciembre de 2019), Vertedero Represa margen izquierdo (0,011 µg/L en diciembre de 2019), Vertedero Represa margen derecho (0,009 µg/L en octubre de 2019), Puerto Yerúa margen izquierda (0,008 µg/L en octubre de 2019), Liebig margen izquierda (0,034 µg/L en diciembre de 2018), Casablanca margen izquierda (0,019 µg/L en junio de 2019), Casablanca margen derecha (0,006 µg/L en octubre de 2019), Nuevo Berlín centro izquierdo (0,007 µg/L en diciembre de 2019), Nuevo Berlín margen derecha (0,014 µg/L en agosto de 2019 y 0,004 µg/L en octubre de 2019), La Concordia margen izquierda (0,022 µg/L en diciembre de 2019), y La Concordia centro (0,005 µg/L en octubre de 2019). Además, se detectó por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/L) en las campañas de diciembre 2018 (en Casablanca centro y La Concordia margen izquierda), de agosto 2019 (en Belén margen derecho) y de diciembre 2019 (en Puerto Yerúa margen derecho y Liebig centro).

### **Metsulfurón metil**

En el mes de octubre de 2019 se detectó este herbicida en los sitios Puerto Yerúa margen izquierda (14,4 ng/L) y Nuevo Berlín margen derecha (11,3 ng/L). En el mes de diciembre de 2019 fue detectado en los sitios Belén margen derecha, Vertedero Represa margen derecha (6,9 ng/L), Nuevo Berlín margen derecha (7,5 ng/L), Punta las Rosas

margen izquierda (4,1 ng/L), La Concordia margen izquierda (<4 ng/L) y La Concordia margen derecha (<4 ng/L).

### **2,4 – DB**

Este herbicida se detectó en 10 ocasiones. En el mes de diciembre de 2018, se detectó en los sitios Puerto Yeruá centro (0,010 µg/L), Casablanca margen izquierda (<0,004 µg/L) y Nuevo Berlín centro izquierdo (<0,004 µg/L). También se cuantificó en diciembre de 2019 en el sitio Belén margen derecha (0,006 µg/L). Las detecciones restantes fueron todas por debajo del límite de detección (<0,004 µg/L) y ocurrieron el mes de abril de 2019 en los sitios Belén margen derecha y Punta las Rosas margen derecha; en el mes de agosto de 2019 en los sitios Liebig margen izquierda, Casablanca margen derecha y Punta las Rosas margen derecha; y en el mes de diciembre de 2019 en Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda.

### **2-Fenilfenol**

Se detectó este herbicida en dieciséis ocasiones, todas durante el mes de diciembre de 2019, siendo la mayor concentración detectada 0,200 µg/L en los sitios Nuevo Berlín -margen izquierda, centro derecho y margen derecha-, Puntas las Rosas -márgenes derecha e izquierda-. En el mismo mes se detectaron también 0,140 µg/L en el sitio Vertedero Represa margen derecha; 0,100 µg/L en los sitios Vertedero Represa margen izquierda, Liebig margen izquierda y centro, Casablanca margen derecha y centro, y Punta las Rosas centro; 0,070 µg/L en los sitios Belén margen derecha y centro, Liebig margen derecha, y Nuevo Berlín centro derecho.

### **Alacloro**

Si bien el laboratorio INTA no ha detectado este parámetro, sí ha sido detectado en 5 sitios exclusivamente durante el muestreo de octubre de 2019 por el laboratorio UdelaR, con un valor máximo de 0,014 ng/L en Belén centro, y valores de 0,01 ng/L en los sitios Vertedero Represa centro, Liebig margen izquierda, Liebig margen derecha y La Concordia centro.

### **Aldicarb**

Este herbicida se cuantificó en cinco ocasiones, siendo el valor más alto 357,19 ng/L observado en el sitio Vertedero Represa margen derecho en el mes de abril de 2019. También en abril de 2019 se detectaron 144,79 ng/L en el sitio Vertedero Represa margen izquierda, 237,37 en Liebig margen izquierda y 196,69 en La Concordia margen derecha. En junio de 2019 se detectó 119,70 ng/L en el sitio Nuevo Berlín margen izquierda. Adicionalmente en diciembre de 2019 se detectó por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/L) en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda, Casablanca margen derecha, Nuevo Berlín centro derecho y Punta las Rosas margen izquierda.



## **AOX**

Se cuantificaron estos compuestos en ocho ocasiones siendo la concentración más elevada 45 µg/L para el sitio Nuevo Berlín centro derecho en el mes de febrero de 2019. El resto de las cuantificaciones fueron en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro (18 µg/L en junio de 2019), Liebig margen izquierda (19 µg/L en octubre de 2019), Nuevo Berlín centro izquierdo (20 µg/L en agosto de 2019 y 18 µg/L en octubre de 2019), Nuevo Berlín centro derecho (23 µg/L en junio de 2019), Punta las Rosas margen derecha (25 µg/L en octubre de 2019), y La Concordia centro (17 µg/L en agosto de 2019). En otras diecisiete ocasiones se detectaron estos compuestos, pero a nivel menor al límite de cuantificación (17 µg/L), según el siguiente detalle: en diciembre 2018 (en el sitio MCBU-MD), en abril 2019 (en los sitios LI-C, LI-MD y CB-MD), en junio 2019 (en el sitio MCBU-MI), en agosto 2019 (en los sitios VR-MI, VR-C, LI-MI, CB-MI y LC-MD) y en octubre 2019 (en los sitios MCBU-C, PY-MI, PY-C, LI-C, NB-CD, NB-MD y LC-MI).

## **Beta ciflutrina**

En el mes de diciembre de 2019 se detectaron 8,6 ng/L de beta ciflutrina en el sitio Punta las Rosas centro, así como valores por debajo del límite de cuantificación en los sitios Belén margen derecha y Nuevo Berlín margen derecha.

## **Bifentrina**

Este insecticida piretroide se encontró en cuatro oportunidades. En el mes de diciembre de 2018, se detectó en los sitios Belén margen derecha (0,050 µg/L) y Nuevo Berlín centro izquierdo (<0,004 µg/L); mientras que en el mes de febrero de 2019 se detectó por debajo del límite de cuantificación (<0,004 µg/L) en los sitios los Punta las Rosas margen derecha y Nuevo Berlín margen derecha.

## **Carbaril**

Se cuantificó carbaril en siete ocasiones, siendo la concentración más elevada 246,60 ng/L detectada en el mes de junio de 2019 en el sitio Puerto Yerúa margen derecha. También en el mes de junio de 2019 se detectó en los sitios Liebig centro (22,70 ng/L), Casablanca margen derecha (230,20 ng/L), y Nuevo Berlín centro derecho (38,40 ng/L). En el mes de octubre de 2019 se detectó en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro (12,82 ng/L), Vertedero Represa margen izquierdo (10,39 ng/L), y Casablanca margen izquierdo (71,00 ng/L). Adicionalmente en la campaña de octubre 2019 se detectó el compuesto en tres sitios (Vertedero centro, Puerto Yerúa margen derecha y Punta las Rosas margen izquierda), pero con valor inferior al límite de cuantificación (4 ng/L).

## **Carbofurán**

Durante el periodo de estudio se cuantificó carbofurán en trece ocasiones, siendo la mayor concentración detectada de 12,75 ng/L en el sitio Nuevo Berlín centro derecho en el mes de febrero de 2019. En el mismo mes de febrero se cuantificó también en los sitios Vertedero centro (5,38 ng/L), Casablanca margen izquierda (8,49 ng/L), y Casablanca margen derecha 7,40 ng/L). En el mes de abril se cuantificó en los sitios

Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (7,99 ng/L), Puerto Yeruá centro (4,78 ng/L), Casablanca margen izquierda (6,96 ng/L), Casablanca margen derecha (4,01 ng/L), Nuevo Berlín margen izquierda (5,12 ng/L), y Punta las Rosas margen izquierda (8,50 ng/L). En el mes de diciembre de 2019 se cuantificó en los sitios Vertedero Represa centro (5,50 ng/L), Punta las Rosas margen derecha (7,50 ng/L), y La Concordia margen derecha (4,40 ng/L). Adicionalmente se detectó el compuesto en otras seis ocasiones, pero con valor inferior al límite de cuantificación (4 ng/L), según el siguiente detalle: en febrero 2019 en el sitio LC-MI, en abril 2019 en los sitios PY-MD, LI-MI y PR-C, en octubre 2019 en el sitio VR-MD y en diciembre 2019 en el sitio NB-MI.

### **Clomazone**

Si bien el laboratorio INTA no ha detectado este parámetro, sí ha sido detectado en 30 instancias por el laboratorio UdelaR, con un valor máximo de 700 ng/L en el muestreo de diciembre de 2019 en las márgenes izquierdas de Liebig y de Nuevo Berlín y en ambas márgenes de Casablanca. En ese mismo muestreo se ha detectado clomazone en Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (30 ng/L), en Monte Caseros-Bella Unión centro (10 ng/L), en Belén margen izquierda (30 ng/L), Belén centro (100 ng/L), Belén margen derecha (200 ng/L), Vertedero Represa centro (504 ng/L), Vertedero Represa margen derecha (500 ng/L), Puerto Yeruá margen izquierda (10 ng/L), Puerto Yeruá centro (30 ng/L), Liebig centro (500 ng/L), Liebig margen derecha (100 ng/L), Casablanca centro (600 ng/L), Nuevo Berlín centro izquierdo (100 ng/L), Nuevo Berlín centro derecho (400 ng/L), Nuevo Berlín margen derecha (500 ng/L), Punta las Rosas margen izquierda (400 ng/L), Punta las Rosas centro (300 ng/L), Punta las Rosas margen derecha (400 ng/L), La Concordia margen izquierda (10 ng/L), La Concordia centro (10 ng/L), y La Concordia margen derecha (100 ng/L).

Complementariamente a eso, en abril de 2019 se registraron valores de 20 ng/L en Nuevo Berlín margen izquierda y en La Concordia centro y en octubre de 2019 se registraron valores de 10 ng/L en La Concordia centro y de 9 ng/L en las márgenes derechas de La Concordia y de Liebig.

### **Clorantraliniprole**

En abril de 2019 se han registrado dos detecciones de este parámetro, habiéndose detectado 0,02 µg/L en el centro de La Concordia y 0,03 µg/L en el centro de Punta las Rosas.

### **Clorato**

Se detectaron 0,06 mg/L de clorato en el sitio Punta las Rosas margen izquierda en el mes de febrero de 2019.

### **Fenvalerato**

Este insecticida piretroide fue detectado en tres oportunidades durante el mes de diciembre de 2019, siendo la mayor concentración detectada en el sitio Nuevo Berlín



centro derecho (8,3 ng/L). Las otras dos detecciones ocurrieron en los sitios Vertedero Represa margen derecha (6,2 ng/L) y Nuevo Berlín centro izquierdo (<4 ng/L).

### **Malation**

En el mes de diciembre de 2019 se detectó este insecticida organofosforado en los sitios Belén margen izquierda (<0,004 µg/L) y Nuevo Berlín centro izquierda (0,004 µg/L).

### **Metalaxil**

Se detectó y cuantificó metalaxil en catorce ocasiones siendo la de mayor concentración durante el mes de diciembre de 2018 en el sitio Belén margen izquierda (85,7 ng/L). También en el mes de diciembre de 2018 se detectó en los sitios Belén centro (83,2 ng/L) y Belén margen derecha (44,8 ng/L). En febrero de 2019 se detectó en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (8,7 ng/L), Vertedero Represa centro (16,9 ng/L), Liebig margen izquierda (6,6 ng/L), Casablanca margen izquierda (4,2 ng/L), Casablanca centro (5,8 ng/L), y Punta las Rosas centro (8,5 ng/L). En el mes de junio de 2019 se detectó en el sitio Liebig centro (0,01 ng/L). En el mes de diciembre de 2019 se detectó en los sitios Belén centro (5,4 ng/L), Liebig centro (4,3 ng/L), Nuevo Berlín centro izquierdo (5,8 ng/L), Nuevo Berlín margen derecha (5,5 ng/L), y La Concordia margen izquierda (9,6 ng/L). Adicionalmente en otras veinticuatro ocasiones se detectó el compuesto, pero a niveles por debajo del límite de cuantificación (4 ng/L), según el siguiente detalle: en febrero de 2019 en los sitios MCBU-C, VR-MD, PY-MI, PY-MD, LI-MD, CB-MD, NB-MI, PR-MI, PR-MD y LC-MD; en octubre de 2019 en los sitios MCBU-C, BE-MI, BE-MD, VR-MD, PY-MD, LI-C, CB-MI, CB-MD, NB-MI, NB-CI, PR-C, LC-MI y LC-C; y en diciembre de 2019 en el sitio PY-MD.

### **Metolacloro**

Se detectaron 32,6 ng/L de metolacloro en el sitio Punta las Rosas margen derecha en el mes de octubre de 2019.

### **Metoxifenicida**

Este insecticida fue encontrado en 20 oportunidades siendo la mayor concentración detectada en el sitio Punta las Rosas margen izquierda (61,7 ng/L) en el mes de diciembre de 2018. También en el mes de diciembre de 2018 se detectó metoxifenicida en los sitios Monte Caseros – Bella Unión margen derecha (47,7 ng/L), La Concordia margen izquierda (55,9 ng/L) y La Concordia centro (43,3 ng/L). En el mes de diciembre de 2019 se detectaron 5,2 ng/L en el sitio Vertedero Represa centro y 4,1 ng/L en Nuevo Berlín centro derecho. Las detecciones restantes -todas por debajo del límite de cuantificación (<0,004 µg/L)- fueron en el mes de abril de 2019 (sitios Puerto Yerua centro, Liebig margen izquierda, Casablanca margen derecha, Punta las Rosas margen izquierda, Punta las Rosas centro y La Concordia margen derecho); en el mes de agosto de 2019 (en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda, Monte Caseros-Bella Unión centro, Vertedero Represa centro, Puerto Yerua margen derecha, Liebig margen izquierda, Liebig margen derecha, Nuevo Berlín centro izquierdo); y en el mes de diciembre de 2019 (en el sitio Nuevo Berlín centro derecha).

### **Permetrina**

Las cinco detecciones del insecticida permetrina ocurrieron durante el mes de diciembre de 2019, siendo la concentración más alta de 0,014 µg/L en el sitio Puerto Yerúa margen izquierda. El resto de las detecciones fueron en los sitios Belén centro (0,007 µg/L), Vertedero Represa margen izquierdo (0,009 µg/L), Liebig centro (<0,004 µg/L) y Nuevo Berlín centro izquierdo (<0,004 µg/L).

### **Propiconazol**

Se detectó propiconazol en nueve ocasiones todas ellas durante el mes de febrero de 2019. La mayor concentración observada fue 342,9 ng/L detectada en el sitio Casablanca margen derecha. También se detectó en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecho (167,5 ng/L), Puerto Yerúa margen izquierdo (35,0 ng/L), Puerto Yerúa margen derecha (51,7 ng/L), Liebig centro (135,3 ng/L), Liebig margen derecha (134,7 ng/L), Casablanca margen izquierda (161,5 ng/L), Casablanca centro (232,6 ng/L), y La Concordia margen derecha (100,3 ng/L).

### **Deltametrina**

En los análisis realizados en los laboratorios del INTA se registraron cinco detecciones de este parámetro, siendo la más alta de 0,012 µg/L en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro en el mes de diciembre de 2019. También el mes de diciembre de 2019 se detectaron 0,006 µg/L en el sitio Puerto Yerúa centro, y por debajo del límite de cuantificación (<0,004 µg/L) en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecha y Punta las Rosas centro. En el mes de febrero de 2019 se detectó por debajo del límite de cuantificación en el sitio Punta las Rosas margen izquierda (<0,004 µg/L).

Complementariamente este mismo parámetro fue analizado por UdelaR, habiendo registrado 14 detecciones todas durante el muestreo de junio de 2019, con un valor máximo de 0,4 µg/L en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda. El resto de las detecciones fueron registradas en Monte Caseros-Bella Unión centro (0,2 µg/L), Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (0,06 µg/L), Puerto Yerúa centro (0,09 µg/L), Liebig margen derecha (0,1 µg/L), Casablanca margen izquierda (0,2 µg/L), Nuevo Berlín centro derecho (0,1 µg/L), Nuevo Berlín margen derecha (0,08 µg/L), Punta las Rosas margen izquierda (0,06 µg/L), Punta las Rosas centro (0,2 µg/L), Punta las Rosas margen derecha (0,09 µg/L), La Concordia margen izquierda (0,09 µg/L), La Concordia centro (0,2 µg/L), y La Concordia margen derecha (0,05 µg/L).

### **Simazina**

Si bien el laboratorio INTA no ha detectado este parámetro, sí ha sido detectado en 19 instancias por el laboratorio UdelaR en el muestreo de diciembre de 2019, con un valor máximo de 0,2 µg/L en Belén centro. Asimismo, se han detectado concentraciones de 0,02 µg/L en todos los sitios del sector Casablanca y del sector Punta las Rosas, en las márgenes izquierdas de Liebig y de Nuevo Berlín, y en el centro derecho de Nuevo Berlín. También se detectó este parámetro en concentraciones de 0,01 µg/L en todos los sitios del sector Vertedero Represa, en ambas márgenes del sector La Concordia, en las



márgenes derechas de los sectores Belén, Liebíg y Nuevo Berlín, así como en el centro del sector Liebíg.

### **Triflumurón**

Se registraron once detecciones de este parámetro, siendo la más alta de 550 ng/L en el sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de febrero de 2019. Durante el mes de diciembre de 2018 se detectó triflumurón en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (136,7 ng/L), Vertedero Represa margen derecho (395,8 ng/L), Liebíg margen izquierda (231,4 ng/L), Liebíg margen derecha (227,7 ng/L), Nuevo Berlín margen izquierda (102,0 ng/L), Nuevo Berlín centro izquierdo (144,8 ng/L), Nuevo Berlín centro derecho (127,6 ng/L), y Punta las Rosas margen izquierda (302,6 ng/L). En el mes de febrero de 2019 se detectó también en los sitios Liebíg centro (475,7 ng/L), y Casablanca margen derecha (264,1 ng/L).

### 3.2.4. Parámetros no detectados

A continuación, se lista el conjunto de compuestos que, habiendo sido relevados en ocasión de las campañas de monitoreo realizadas, nunca presentaron detecciones para los límites de detección de cada uno de ellos, que fueron citados al inicio de este capítulo.

Aroclor 1016	Diclorvos	Mancozeb
Aroclor 1221	Diclosulam	Metamidofós
Aroclor 1232	Diflubenzuron	Metidation
Aroclor 1242	Dimetoato	Mirex
Aroclor 1248	Diuron	Monocrotofos
Aroclor 1254	Emamectina	Nonachlor
Aroclor 1260	Estaño	Novaluron
Azinfos metil	Etion	Oxyfluorfen
Berilio	Fenitrotión	Paraquat
Bromuro	Fipronil	Picloram
Captán	Fludioxonil	Pirimifos metil
Carbosulfan	Flumetsulam	Profenofos
Cialotrina (gamma y lambda)	Folpet	Sulfuro
Cipermetrina	Glufosinato	Tiabendazol
Clethodim	Haloxifop R metil	Tiametoxam
Clopiralida	Hexaclorociclohexano total (HCH)	Total de PeCDD
Clorotalonil	Hexitiazox	Total de TCDD
Cobalto	Hidrocarburos totales de petróleo	Trifluralina
Diazinon	Kresoximmetil	

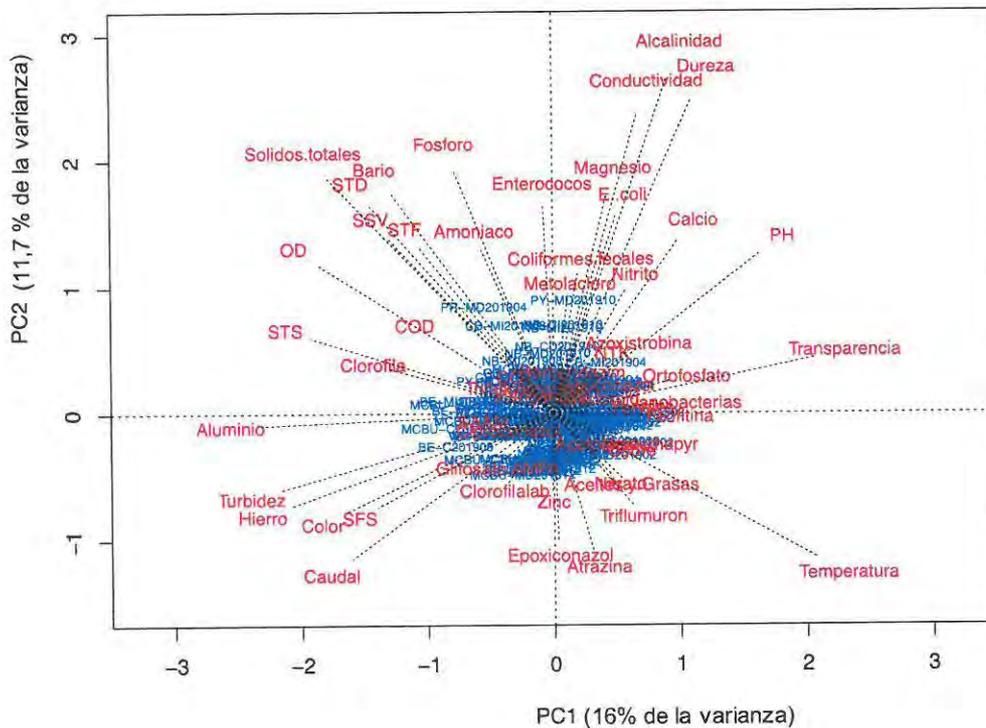
### 3.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO

A modo de síntesis gráfica y estadística de la información sobre la variabilidad espacio-temporal en los valores de los parámetros monitoreados en el periodo de diciembre 2018 a diciembre 2019 en su conjunto, se realizaron diversos análisis de ordenación multivariados incluidos distintos análisis de componentes principales (ACP) según el conjunto de parámetros considerado.

#### 3.3.1. ACP aplicado a todo el conjunto de parámetros muestreados

Como primera aproximación se realizó un análisis de componentes principales (ACP) considerando todas las variables detectadas frecuentemente, es decir aquellas con frecuencia de detección > 10 % de todas las determinaciones (en la figura a continuación, representadas en color rojo), para todos los eventos de monitoreo (representadas en color azul), a los fines de poder observar una posible ordenación de los sitios y fechas de muestreos en función de la combinación de valores de las variables registradas.

En la figura siguiente se muestra este ACP, en donde el primer componente explica el 16 % de la varianza total y el segundo componente explica un 11.7 % de la varianza, pudiendo explicar esa combinación de parámetros un 27.7 % de la varianza total en el ACP.



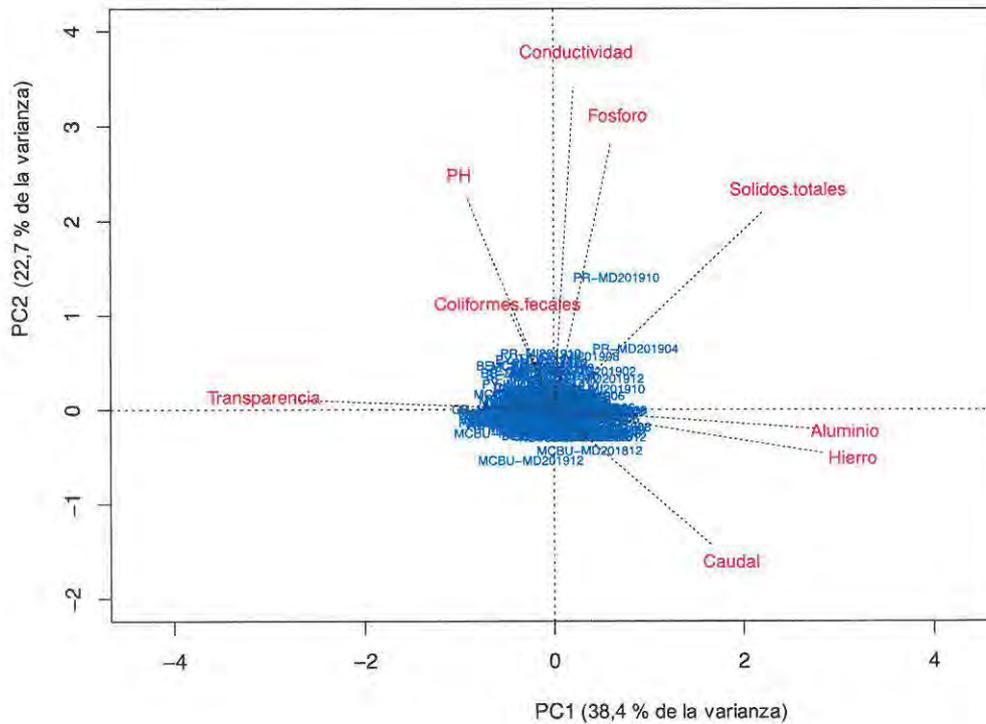
Se desprende de este primer análisis gráfico que los muestreos que más se apartan de las condiciones predominantes son -por ejemplo- la margen derecha de Punta las Rosas en abril del 2019 y la margen izquierda de Casablanca en agosto de 2019. Estos eventos quedan caracterizados en particular por una combinación de valores de las diferentes fracciones de sólidos en suspensión, de nutrientes -como fósforo y amonio-, y de bario, más altos que en el resto de los eventos de muestreo. Asimismo, destacan los valores correspondientes al muestreo de octubre de 2019 de la margen derecha de Puerto Yerúa y de la margen y el centro izquierdo de Nuevo Berlín, por quedar caracterizados a través de una combinación de valores elevados de contaminantes microbiológicos - como son los coliformes fecales y enterococos- y de plaguicidas -como el metolaclo-.

Sin perjuicio de esas primeras observaciones generales, corresponde anotar que esta forma de análisis, incluyendo todos los parámetros frecuentemente detectados con independencia de su posible correlación o de su variabilidad entre sitios y fechas, hace que el ACP sea complejo de interpretar y que no represente el máximo posible de la varianza observada entre eventos de monitoreo con solamente los dos primeros componentes principales. Por ello, en el siguiente paso de análisis se efectuaron procedimientos estándar previos para la selección de las variables, tales como sustraer las variables menos explicativas y reducir al mínimo el número de variables correlacionadas, buscando acotar a un subconjunto de parámetros que permita explicar en mejor forma la varianza total observada.

### 3.3.2. ACP aplicado un subconjunto de parámetros que maximiza la varianza explicada

Se estableció un ACP con las variables: caudal, hierro, aluminio, sólidos totales, fósforo, conductividad, pH, coliformes fecales y transparencia, el cual logra explicar un mayor porcentaje de la variabilidad entre sitios y fechas en el periodo diciembre 2018 a diciembre 2019 a través de los primeros dos componentes principales.

En el ACP que se muestra a continuación, el primer componente principal explica un 38,4% de la varianza y el segundo componente un 22,7% de la misma, logrando así que un 61,1% de la varianza se pueda explicar a través de los componentes principales que resultan de este subconjunto de parámetros.



En este nuevo análisis de ordenación, los eventos de muestreo que más se apartan de las condiciones predominantes son la margen derecha de Punta las Rosas en los meses de octubre y abril de 2019. Ambos casos aparecen caracterizados por altos valores de conductividad, de fósforo total y de sólidos totales. En el eje contrario destacan por sus bajos valores de conductividad y de concentración de fósforo y sólidos totales, los muestreos desarrollados en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión en las campañas de diciembre de 2018 y de diciembre de 2019.

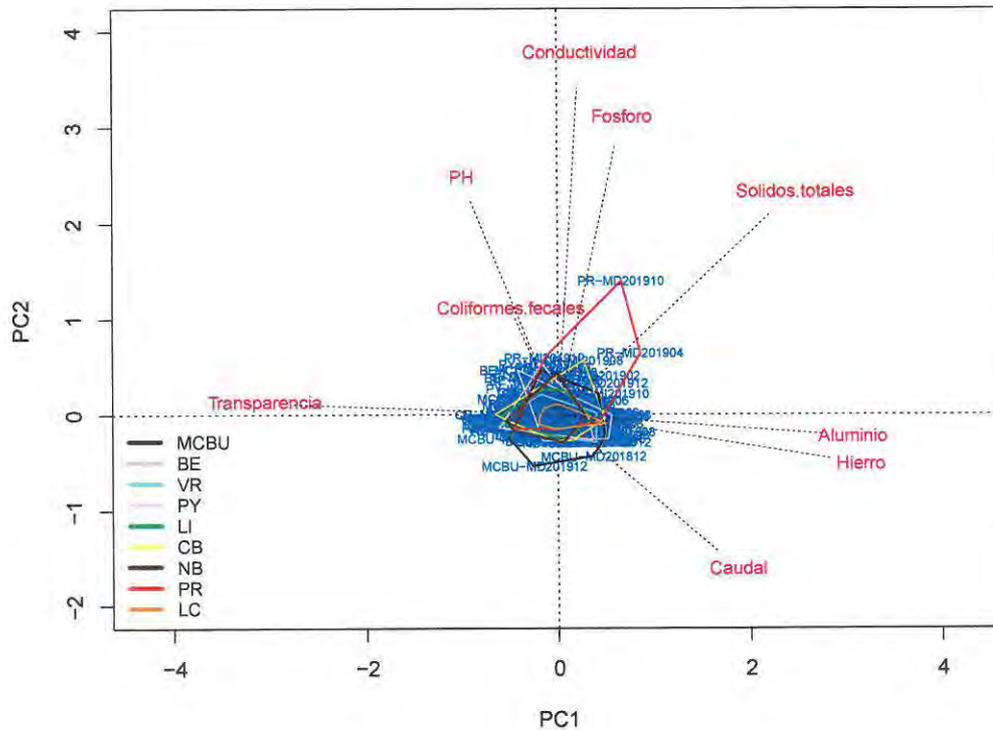
Más allá del análisis visual descriptivo arriba presentado, se realizaron también pruebas de PERMANOVA, seguidas de un test de comparaciones múltiples de Tukey, para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas, entre sectores primero y entre fechas de muestreo luego en esta combinación de parámetros selecta. La comparación entre sectores se realizó utilizando cada uno de los muestreos realizados en cada sitio del sector como una réplica (existiendo tres sitios por sector - cuatro en Nuevo Berlín-, y siete instancias de muestreo en cada sitio, esto totaliza 21 réplicas por sector). En cuando al análisis entre fechas de muestreo, el mismo se realizó en forma análoga a la descrita, pero utilizando todos los sitios de cada fecha como réplicas, totalizando así 28 réplicas (que es el conjunto de sitios muestreados) para cada una de las fechas de muestreo.

### Comparación entre sectores

El análisis de PERMANOVA realizado entre sectores arrojó como resultado que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la composición de variables utilizadas en el ACP que maximiza la varianza explicada entre algunos de los sectores del río. En concreto, el test de Tukey reveló que el sector La Concordia posee una combinación de valores diferentes a las de los sectores Monte Caseros-Bella Unión, Vertedero Represa, Puerto Yeruá, Liebig y Nuevo Berlín ( $p < 0,05$ , marcados en color rojo), tal como se puede observar de la tabla que sigue, donde se exponen los p-valores de cada comparación corregidas por Bonferroni.

	Be	CB	LC	LI	MCBU	NB	PR	PY	VR
Be	-								
CB	1	-							
LC	0,0792	0,3204	-						
LI	1	1	0,0036	-					
MCBU	1	1	0,0072	1	-				
NB	0,2628	0,3132	0,0036	1	0,846	-			
PR	1	1	0,144	0,5256	1	0,0792	-		
PY	1	1	0,0144	1	0,8244	0,3708	0,6444	-	
VR	1	1	0,0396	1	1	1	1	1	-

En la figura siguiente se representa gráficamente este análisis realizado, delimitando con áreas convex-hull de diferentes colores cada uno de los sectores de monitoreo. Cada área convex-hull encierra todos los eventos de muestreo correspondientes al sector de su color, denotando la variación de esos sectores y eventos en el espacio multivariado conformado por las dos componentes principales halladas. Áreas menores de cada curva indican una menor variación en el espacio multivariado, mientras que las áreas mayores implican una mayor variabilidad del sector en cuestión.



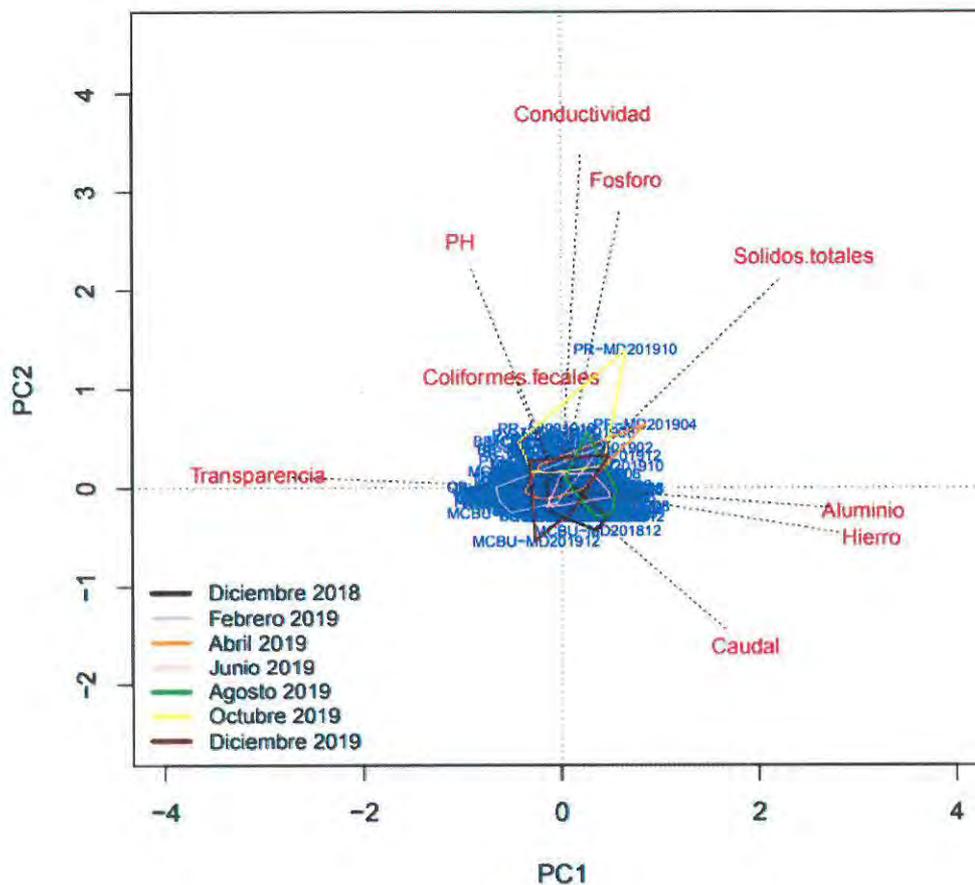
### Comparación entre fechas de muestreo

Por otro lado, el análisis de PERMANOVA realizado entre fechas arrojó como resultado que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre algunas de las fechas de muestreo, en la composición de las variables utilizadas en el ACP que maximiza la varianza explicada.

El test de Tukey reveló que, durante junio de 2019, la combinación de valores de las variables empleadas para el ACP fue significativamente diferente de la hallada en los muestreos de febrero, abril, octubre y diciembre del 2019. Asimismo, los muestreos del mes de octubre difieren de los de agosto y de diciembre de 2019. Finalmente, los valores del muestreo del mes de abril de 2019 también son significativamente diferentes de los hallados en diciembre de 2018 y en agosto de 2019. Los resultados de estas comparaciones múltiples corregidas por Bonferroni se muestran a continuación, indicando en color rojo los p-valores significativos ( $p > 0,05$ ).

	Dic-18	Abr-19	Jun-19	Ago-19	Oct-19	Dic-19	Feb-19
Dic-18	-						
Abr-19	0,0021	-					
Jun-19	1	0,0021	-				
Ago-19	1	0,0021	1	-			
Oct-19	0,0021	0,1197	0,0021	0,0021	-		
Dic-19	0,147	1	0,0084	0,9513	0,0504	-	
Feb-19	0,2415	1	0,0294	1	1	1	-

En la figura siguiente se representa gráficamente este análisis de comparación realizado, delimitando con áreas convex-hull de diferentes colores cada una de las fechas de muestreo. Cada área convex-hull encierra todos los eventos de muestreo correspondientes a la fecha de muestreo de su color, denotando la variación de esas fechas y sectores muestreados en el espacio multivariado conformado por las dos componentes principales halladas. Áreas menores de cada curva indican una menor variación en el espacio multivariado, mientras que las áreas mayores implican una mayor variabilidad en el espacio de los valores hallados para cada fecha de muestreo en cuestión.



### 3.3.3. Aplicado a otros subconjuntos de parámetros

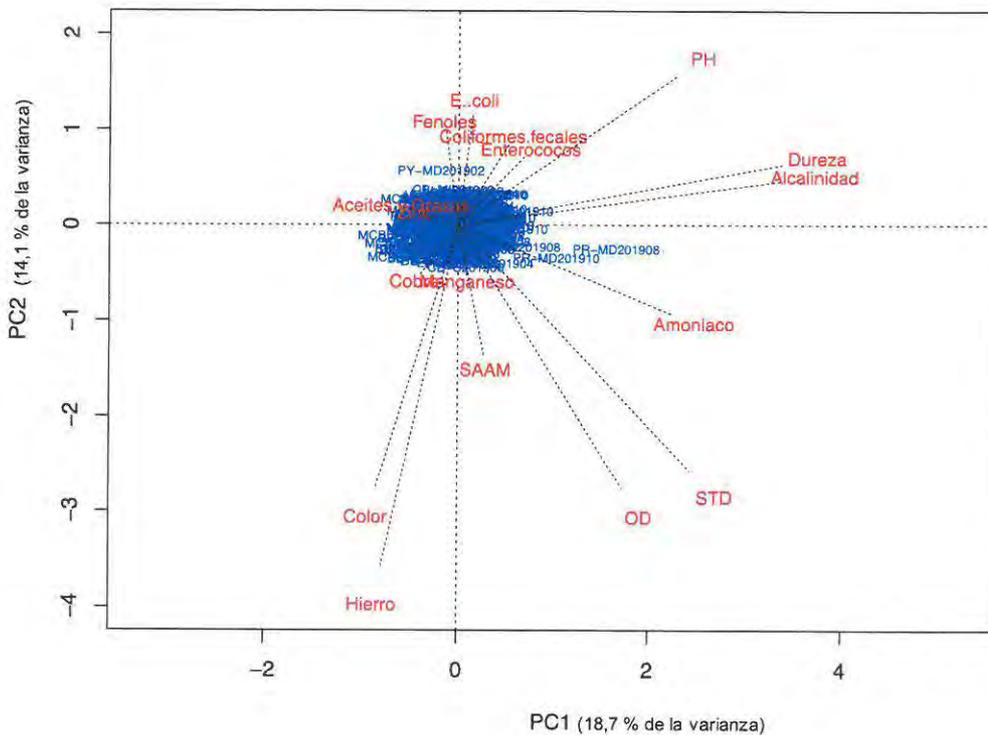
Complementariamente al análisis concreto para la interpretación de resultados del monitoreo de este periodo, resulta de interés utilizar esta herramienta de análisis multivariado para explorar qué tan bien se puede resumir la variación espacio-temporal hallada en el río mediante otra serie de parámetros preestablecidos. Para ello, se procedió a realizar un ACP incluyendo conjuntos de variables preestablecidas, como aquellas variables que están normadas en el Digesto o como las variables que han sido seleccionadas para la elaboración del índice de calidad de agua (WQI), lo cual se presenta seguidamente en esta sección del informe.

#### ACP aplicado al subconjunto de parámetros normados por el Digesto

EL ACP realizado con aquellas variables que resultaron detectadas en una frecuencia superior al 10% de todas las determinaciones y que además se encuentran normadas en el Digesto vigente al periodo del estudio, permite observar que los primeros dos componentes principales hallados explican el 32,8 % de la variación total que resulta,

siendo el primer componente principal responsable de explicar el 18,7% de la varianza y el segundo componente un 14,1% de la misma.

La figura siguiente muestra la distribución de los parámetros considerados en los dos primeros componentes principales determinados, así como también la distribución de cada evento de muestreo (sitio y fecha) en el espacio conformado por esos dos primeros componentes.

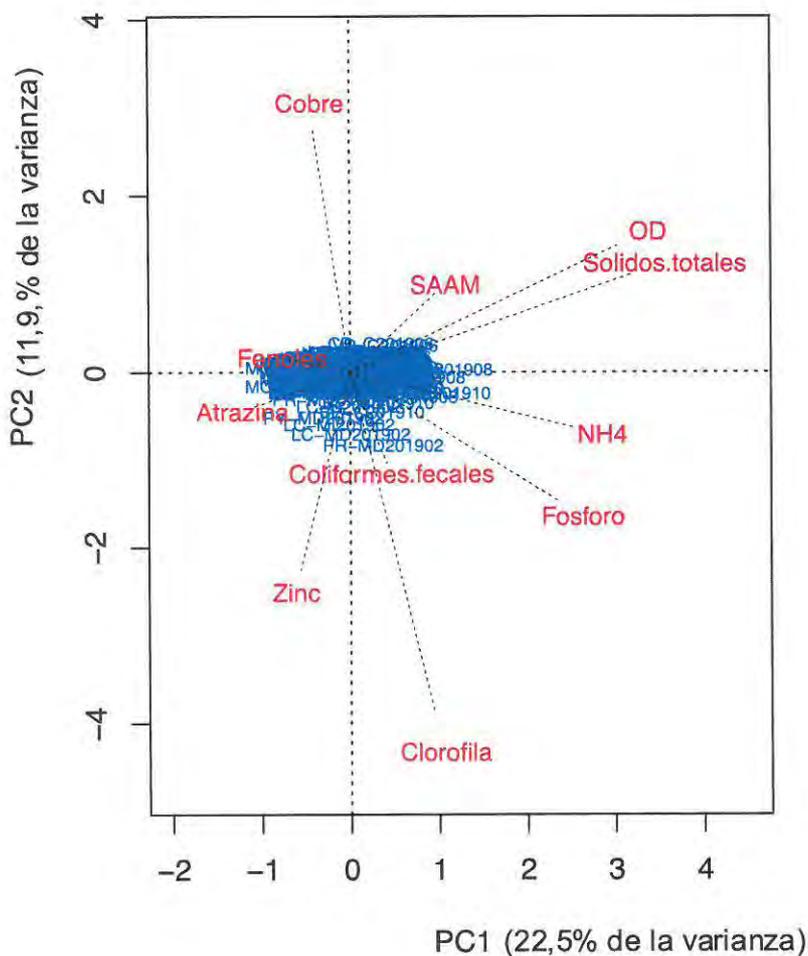


**ACP aplicado al subconjunto de parámetros incluidos en el índice de calidad de agua**

Mediante el ACP realizado con aquellas variables que han sido seleccionadas para confeccionar el índice de calidad de agua (WQI) pero que además son detectadas en una frecuencia superior al 10% del total de determinaciones (un subconjunto resultante de 11 parámetros). A partir de este análisis se observa que con los primeros dos componentes principales se puede explicar el 34,4 % de la variación total, siendo que el primer componente principal explica el 22,5% de la varianza, y el segundo componente explica el 11,9 % de la misma.

En la figura que a continuación se presenta se muestra la distribución de los 11 parámetros considerados en los dos primeros componentes principales determinados,

así como también la distribución de cada evento de muestreo (sitio y fecha) en el espacio conformado por esos dos primeros componentes.

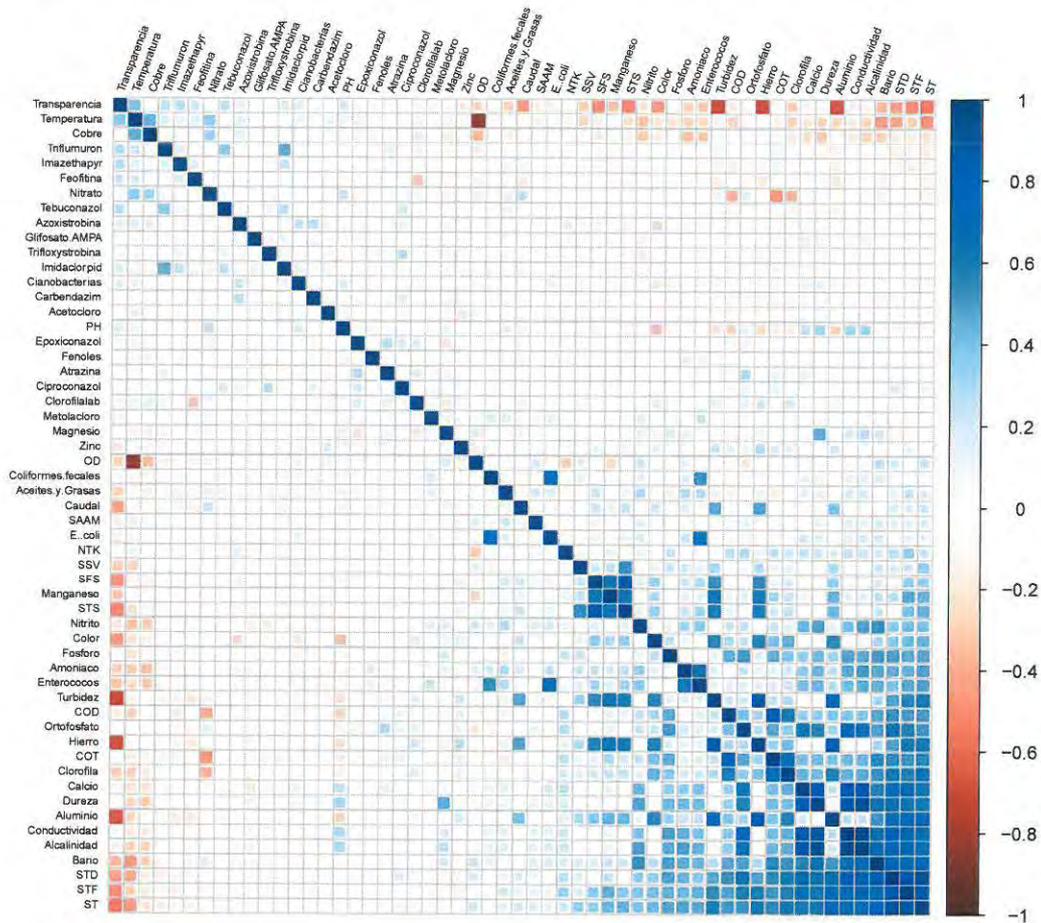


### 3.3.4. Correlaciones entre parámetros

Finalmente, y para contribuir a la interpretación de los resultados de los análisis multivariados y de la variación de los diferentes parámetros, se presenta una tabla de correlaciones entre todos los parámetros medidos que han sido detectados en más del 10% de las determinaciones realizadas.

Dicha tabla resume datos de correlaciones de Pearson realizadas a un nivel alfa de 0,05, representando con cuadros de diferente intensidad de color las correlaciones

significativas halladas entre cada pareja de parámetros. En los casos en que no se encuentra correlación significativa entre un par de parámetros la celda permanece en blanco, mientras que en caso de hallarse una correlación ( $p < 0,05$ ) la celda se colorea. Las tonalidades de color indican el tipo de correlación, donde las tonalidades de azul indican correlaciones positivas y las tonalidades de rojo indican correlaciones negativas. La intensidad del color indica el valor de ajuste del coeficiente ( $r^2$ ) de esa correlación, según la referencia de colores en el margen derecho del gráfico.



De esta tabla de correlaciones cabe destacar el grado de correlación positiva relativamente alto entre algunas variables, como ser la concentración de calcio, la dureza, la alcalinidad, la conductividad y los sólidos totales y sus fracciones fijas y disueltas, así como también con las concentraciones de los metales aluminio y bario. Se observan también otras relaciones puntualmente fuertes como la existente entre sólidos suspendidos totales (y sus fracciones fijas y volátiles) con la concentración de manganeso.



En cuanto a las correlaciones negativas, las que por su robustez más destacan son las correlaciones entre la transparencia (medida como profundidad de disco de Secchi) el caudal, todas las fracciones de sólidos suspendidos y totales, el color, la turbidez y las concentraciones de hierro y aluminio.

### 3.3.5. Conclusiones específicas respecto al análisis multivariado

El conjunto de análisis multivariados realizados sobre las variables medidas en el periodo diciembre 2018 a diciembre 2019 ha permitido identificar que el grupo de parámetros conformado por caudal, hierro, aluminio, sólidos totales, fósforo, conductividad, pH, coliformes fecales y transparencia, es aquel que permite explicar en mejor manera la variación espacio-temporal de los resultados de los muestreos. El hecho de que los nueve parámetros seleccionados maximicen la variabilidad explicada no significa estrictamente que sean ellos los determinantes de la variación de la calidad del agua entre los distintos sitios monitoreados, sino que representan bien a un grupo de parámetros que correlacionan en su conjunto, ya sean parámetros que han sido determinados u otras variables latentes.

En tal sentido, el subconjunto más reducido de variables que tienen mayor peso a la hora de explicar la variación espacio-temporal de los resultados de los muestreos es aquel que determina el primer componente principal encontrado (PC1) en el ACP efectuado para ese grupo de nueve parámetros, el cual por sí solo explica el 38 % de la varianza obtenida. Esas variables determinantes del PC1 se encuentran mayormente relacionadas a las variaciones en el caudal del río. Por ejemplo, los mayores caudales se correlacionan con mayores concentraciones de sólidos totales, lo cual se asocia positivamente a mayores concentraciones de aluminio y hierro, y se vincula también con una menor transparencia (y con mayor turbidez del agua tal como lo indica el análisis de correlación realizado).

De forma general, como consecuencia de las precipitaciones que se registran en gran parte de la cuenca se incrementan los procesos de escorrentía y erosión de suelos, los que acarrearán diversos contaminantes que pueden entonces acceder al río en forma distribuida, lo cual conlleva la existencia un eje de variación representativo mayormente de esa contaminación difusa. Ese mismo eje se encuentra también parcialmente capturado por algunas de las variables seleccionadas para confeccionar el índice de calidad de agua (por ejemplo, transparencia y sólidos totales), tal como se refleja en el primer componente principal del ACP realizado con las variables del índice de calidad, que explica y resume una proporción apreciable de la variabilidad espacio-temporal del ACP (22,5 % de la varianza explicada).

De lo anterior se desprende que una gran proporción de las diferencias entre los resultados obtenidos en los distintos monitoreos se debe al escenario imperante de precipitaciones, el cual por una parte determina el caudal circulante por el río al momento de cada actividad de muestreo y por otra parte incide sobre la presencia de

diferentes concentraciones de contaminantes que son transportados desde las cuencas agrícolas y agrícola/ganaderas y que ingresan al río en forma difusa.

Por otro lado, otra parte significativa de la variación espacio-temporal de los resultados de los muestreos realizados es explicada por el segundo de los componentes principales hallado en el ACP realizado con aquel grupo de nueve variables seleccionadas. Ese segundo componente principal, que explica el 22 % de la varianza, está conformado mayormente por la concentración de fósforo total, la conductividad, el pH, los coliformes fecales y -en cierta medida también- los sólidos totales. Nótese que la tabla de correlaciones obtenida permite apreciar que otras variables indicadoras de contaminación orgánica, así como las concentraciones de nutrientes (nitrito, amonio y ortofosfato) y de otros contaminantes microbiológicos (enterococos), se correlacionan positivamente también con el subconjunto de variables que conforman el PC2. Esa combinación de parámetros puede indicar que este segundo eje de variación (PC2) está más asociado a descargas de origen puntual, como ser las descargas de efluentes de ciudades o de tributarios que acarrean gran carga orgánica.

De lo que ha sido precedentemente expuesto surge que una alta proporción de la variabilidad en la calidad de agua del río resultante de los monitoreos realizados (superior al 60%) estaría determinada -por un lado- por la contaminación difusa (variables asociadas mayormente a la dinámica de variaciones del caudal, representadas en el PC1), y por otro lado por las fuentes de contaminación puntual, cuya incidencia se magnifica en las cercanías a ciudades o a desembocaduras de tributarios, que drenan zonas con heterogeneidad de actividades antrópicas y que implican importante ingreso puntual de contaminantes al río.

En cuanto a las variables incluidas en el índice de calidad de agua, su utilidad como descriptores de la variación de la calidad del agua a lo largo del tramo monitoreado del río Uruguay se considera -en general- aceptable, ya que ellos permiten explicar y son capaces de resumir con los dos primeros componentes principales del ACP que con ellos se realiza, una fracción considerable de la variabilidad hallada (34%). En cuanto a la capacidad para similar propósito de los parámetros normados a través del Digesto, esta resulta similar a la anterior, en tanto que en el ACP que con ellos se realiza, el 32 % de la varianza alcanza a ser explicada con los primeros dos componentes principales que surgen. Este subconjunto de parámetros también resulta preferible como indicador de la variabilidad media con respecto a utilizar todos los parámetros medidos en conjunto (pues en este último caso los dos primeros componentes principales sólo explican el 27.8 % de la varianza). Cabe resaltar que estas consideraciones no representan estrictamente una evaluación de la aptitud de tales parámetros como indicadores de problemáticas de calidad ambiental, ya que el hecho de representar bien la variabilidad espacio-temporal de los resultados de los monitoreos -si bien es lo deseable- es independiente de que los mismos sean adecuados indicadores de buena o mala calidad de agua del río.



### **3.4. PRESENCIA DE PLAGUICIDAS**

#### **Compuestos frecuentemente detectados**

En este apartado se presenta el análisis efectuado como primera aproximación hacia la valoración de la presencia de plaguicidas en aguas del río Uruguay.

Durante el periodo diciembre de 2018 a diciembre de 2019 se ha registrado un total de 52 plaguicidas diferentes, aunque la mayoría de ellos han sido de detección esporádica. Por ello en el presente apartado se focaliza en los 12 compuestos que fueron detectados en más del 10% de las muestras analizadas, a los fines de posibilitar un análisis estadístico sobre estos compuestos que permita lograr una mejor interpretación de los resultados obtenidos. A partir del mencionado subconjunto de compuestos se realizaron tres tipos de análisis que a continuación se detallan: 1) el análisis de la variación en la concentración de cada uno de los compuestos frecuentemente detectados, comparando sus concentraciones entre sitios y meses de muestreo para el periodo de diciembre de 2018 a diciembre de 2019; 2) un análisis multivariado de la composición del grupo de compuestos detectados, comparando entre sitios y meses de muestreo para el periodo de diciembre de 2018 a diciembre de 2019; y 3) un análisis gráfico de la frecuencia de detección a lo largo del río para cada uno de esos compuestos, durante todo el periodo de monitoreo del subprograma (desde junio de 2018 hasta diciembre 2019). Adicionalmente se incluye el análisis de la evolución durante el período completo de este subprograma, para aquellos plaguicidas que en alguna ocasión han presentado niveles de riesgo para la biota.

Corresponde recordar que los datos utilizados para los análisis mencionados son exclusivamente los resultados analíticos informados por el laboratorio INTA, con un límite de detección en su técnica de  $1,0 \text{ ng. L}^{-1}$ . A los fines estadísticos, en los casos en los que no se ha detectado algún compuesto se le ha asignado el valor del límite de detección.

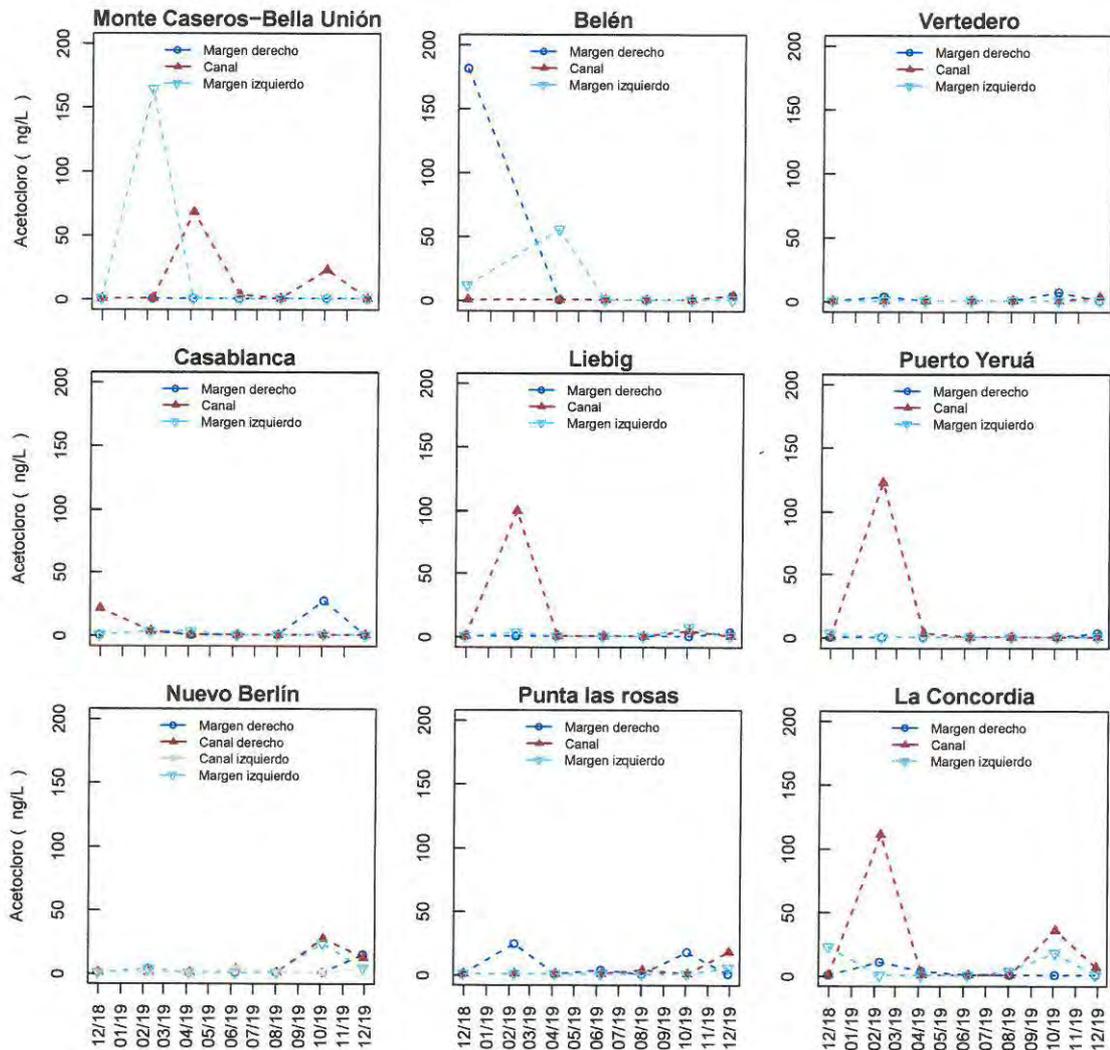
#### **3.4.1. Variación en la concentración de plaguicidas de frecuente detección**

Para estos compuestos no se han obtenido diferencias estadísticamente significativas entre sitios de estudio (ver resultados por parámetro) en ningún caso. Sin embargo, sí se han detectado diferencias significativas al comparar las concentraciones de algunos compuestos entre los diferentes meses de estudio, utilizando los sitios dentro de un mismo muestreo a modo de réplicas. Estas diferencias se pueden observar en detalle en la descripción de la evolución de concentraciones de cada uno de los plaguicidas frecuentemente detectados que sigue a continuación:

#### **Acetocloro**

El herbicida acetocloro se ha detectado a lo largo de todo el río, con valores significativamente mayores reportados en el mes de febrero de 2019, en comparación con los meses de junio, agosto y diciembre del 2019 (ANOVA-Tukey,  $p < 0,05$ ).

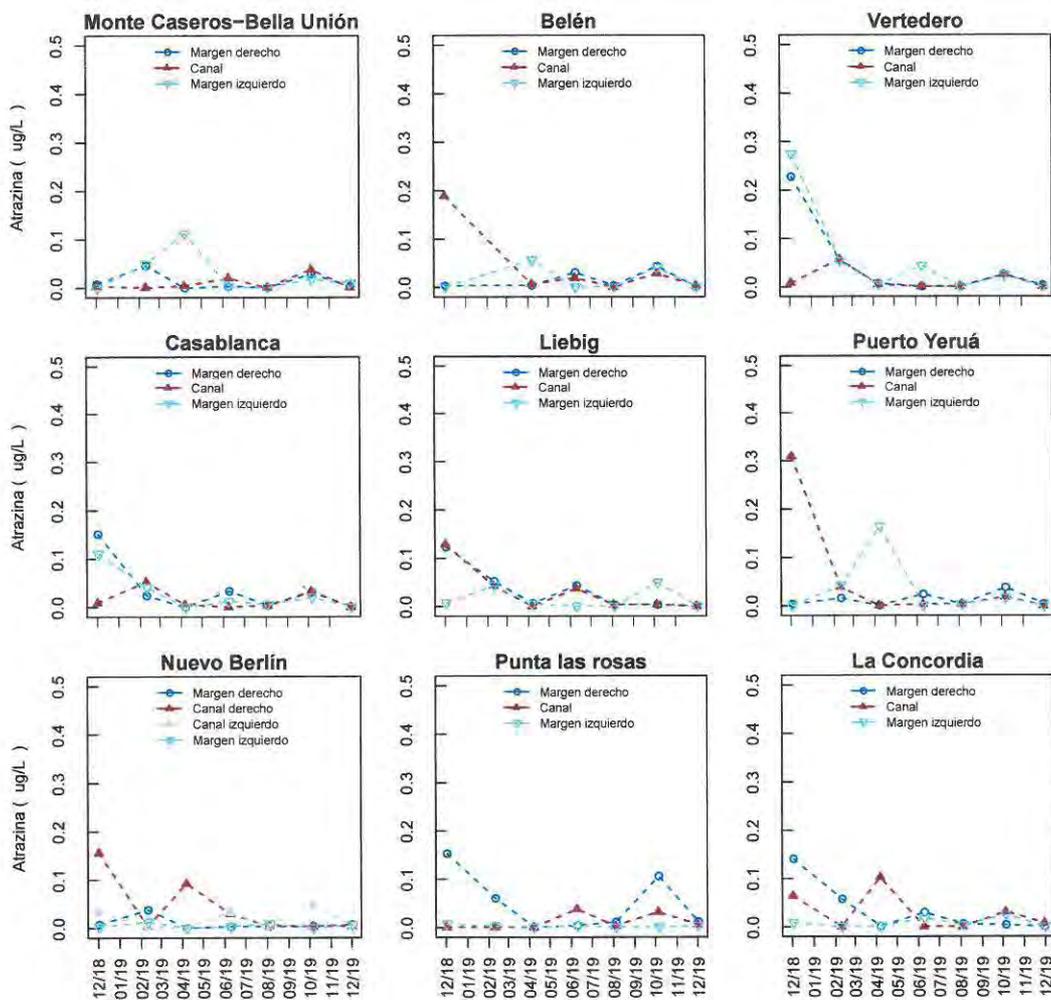
Estos picos de concentración hallados en febrero son detectados en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión y en el centro en Liebbig, Puerto Yerúa y La Concordia, como se observa en la figura a continuación.



## Atrazina

El herbicida atrazina se ha detectado a lo largo de todo el río, con valores significativamente superiores al resto de los meses de estudio hallados durante diciembre de 2018 (ANOVA-Tukey,  $p < 0,05$ ).

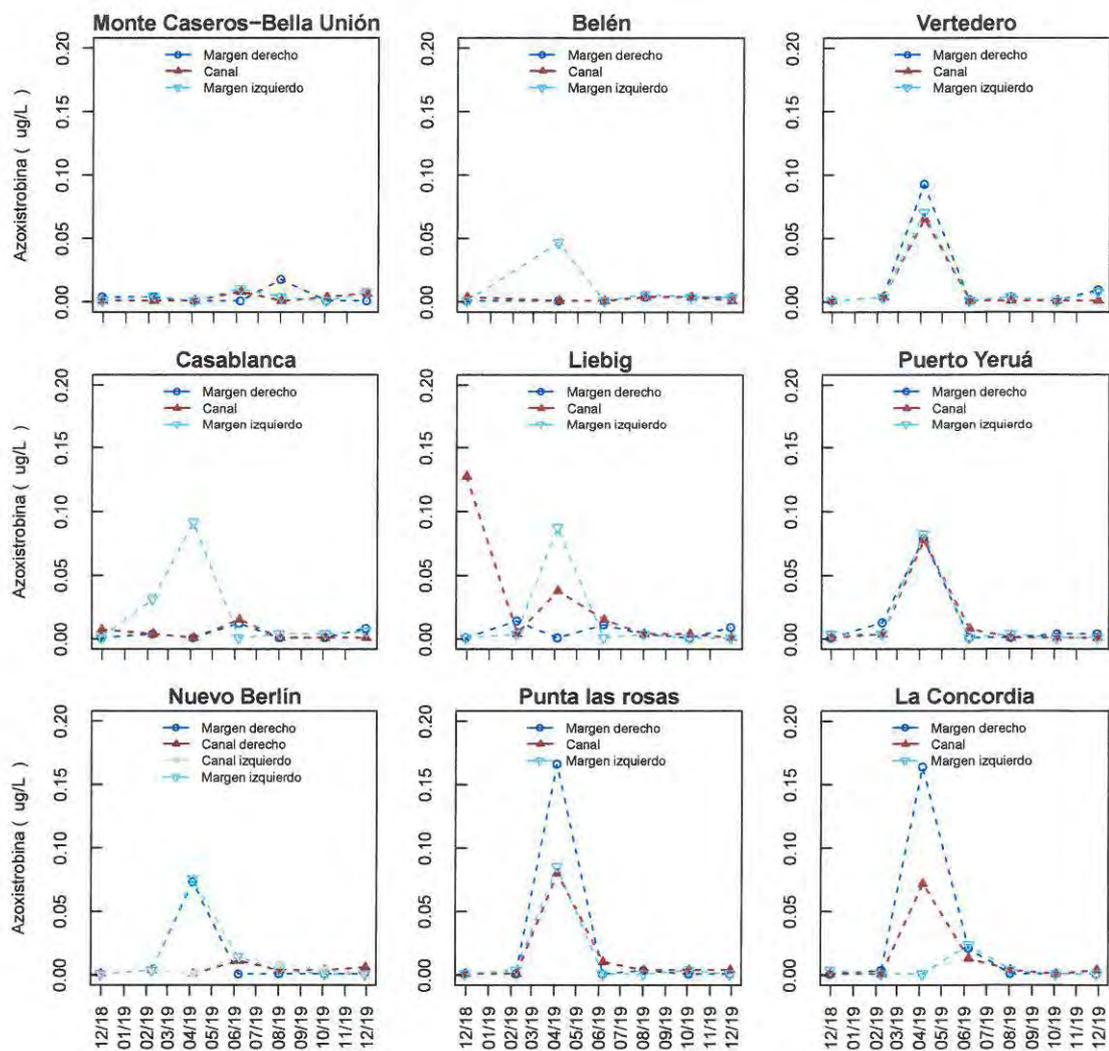
Los picos de concentración (superiores a  $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en diciembre de 2018 han sido registrados en ambas márgenes de Vertedero Represa y de Casablanca, en el centro de Belén, Puerto Yerúa, Liebig y Nuevo Berlín; así como en la margen derecha de Liebig, Punta las Rosas y La Concordia, como se observa en la figura a continuación.



## Azoxistrobina

El fungicida azoxistrobina se ha detectado a lo largo de todo el río, con valores significativamente superiores al resto de los meses de estudio hallados durante abril de 2019 (ANOVA-Tukey,  $p < 0,05$ ).

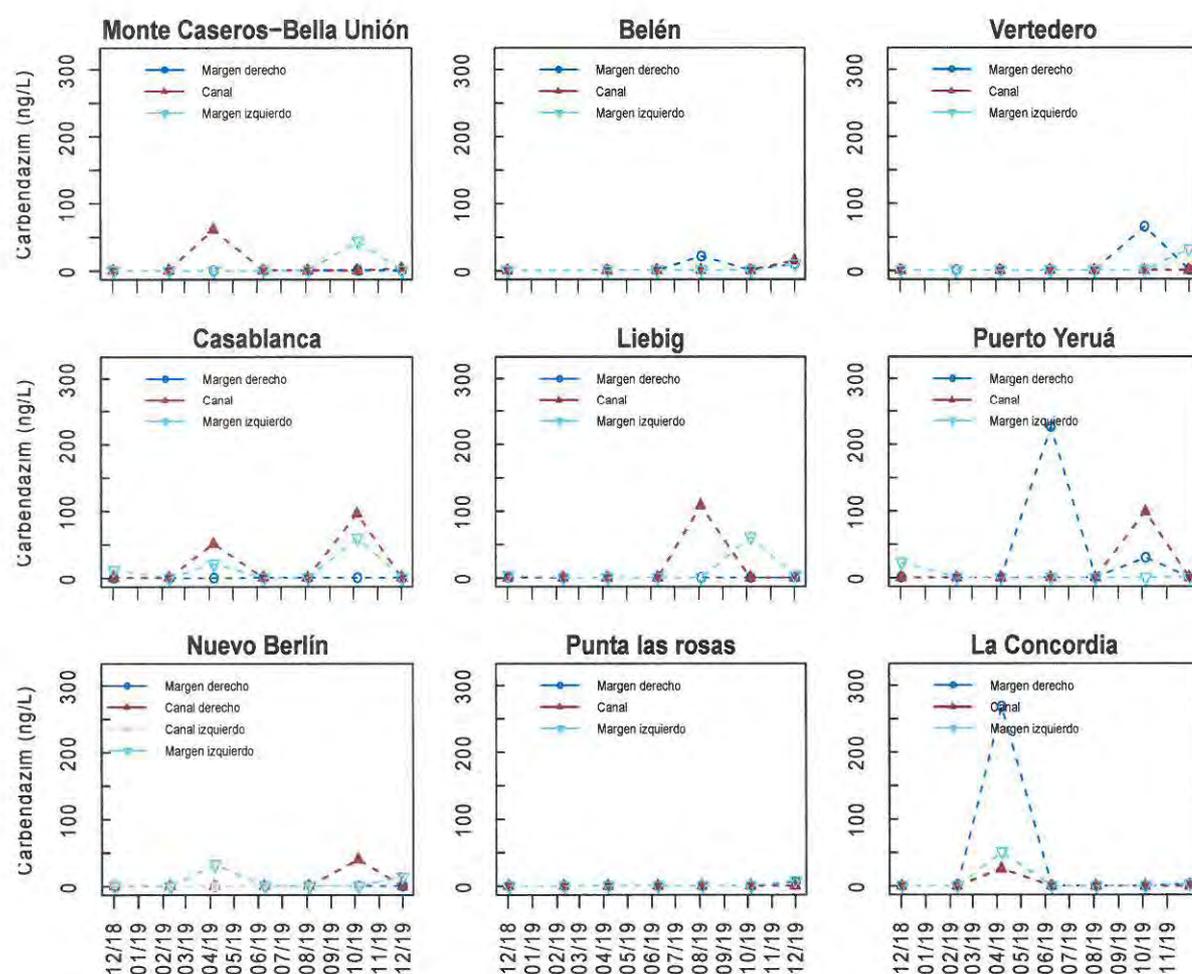
Los picos de concentración hallados en abril se corresponden a todos los sitios de los sectores de Vertedero Represa, Puerto Yerúa, y Punta las Rosas; así como en las márgenes izquierdas de Belén, Casablanca, y Liebig, y en la margen derecha y el centro de La Concordia, como se observa a continuación.



### Carbendazim Benomil

El fungicida carbendazim (Benomil) se ha detectado a lo largo de todo el río, aunque sin existir diferencias significativas entre los meses de estudio (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

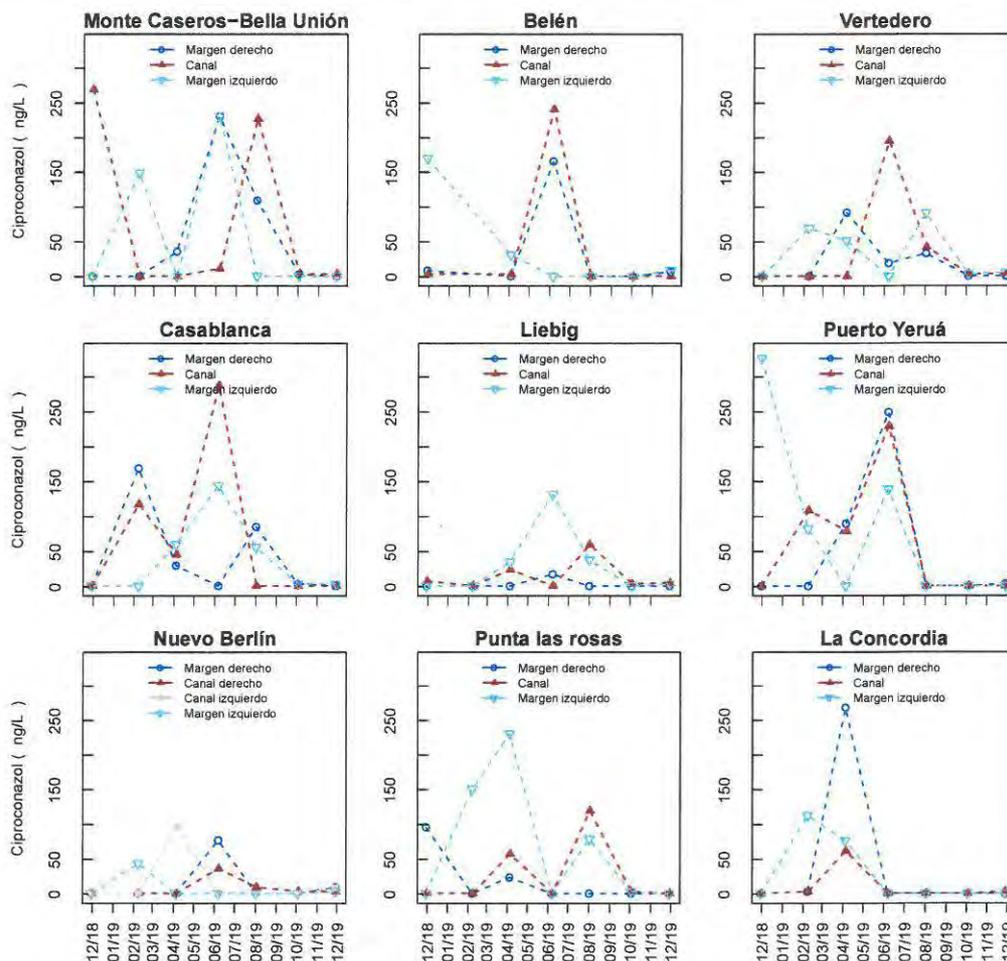
Los picos de concentración máximos se han registrado en las márgenes derechas de Puerto Yerúa y La Concordia en junio y abril de 2019, respectivamente, como se observa en la figura a continuación.



### Ciproconazol

El fungicida ciproconazol se ha detectado en todo el río, en mayor concentración durante el mes de junio de 2019 que en diciembre de 2018 y que en agosto, octubre y diciembre de 2019 (ANOVA-Tukey,  $p < 0,05$ ).

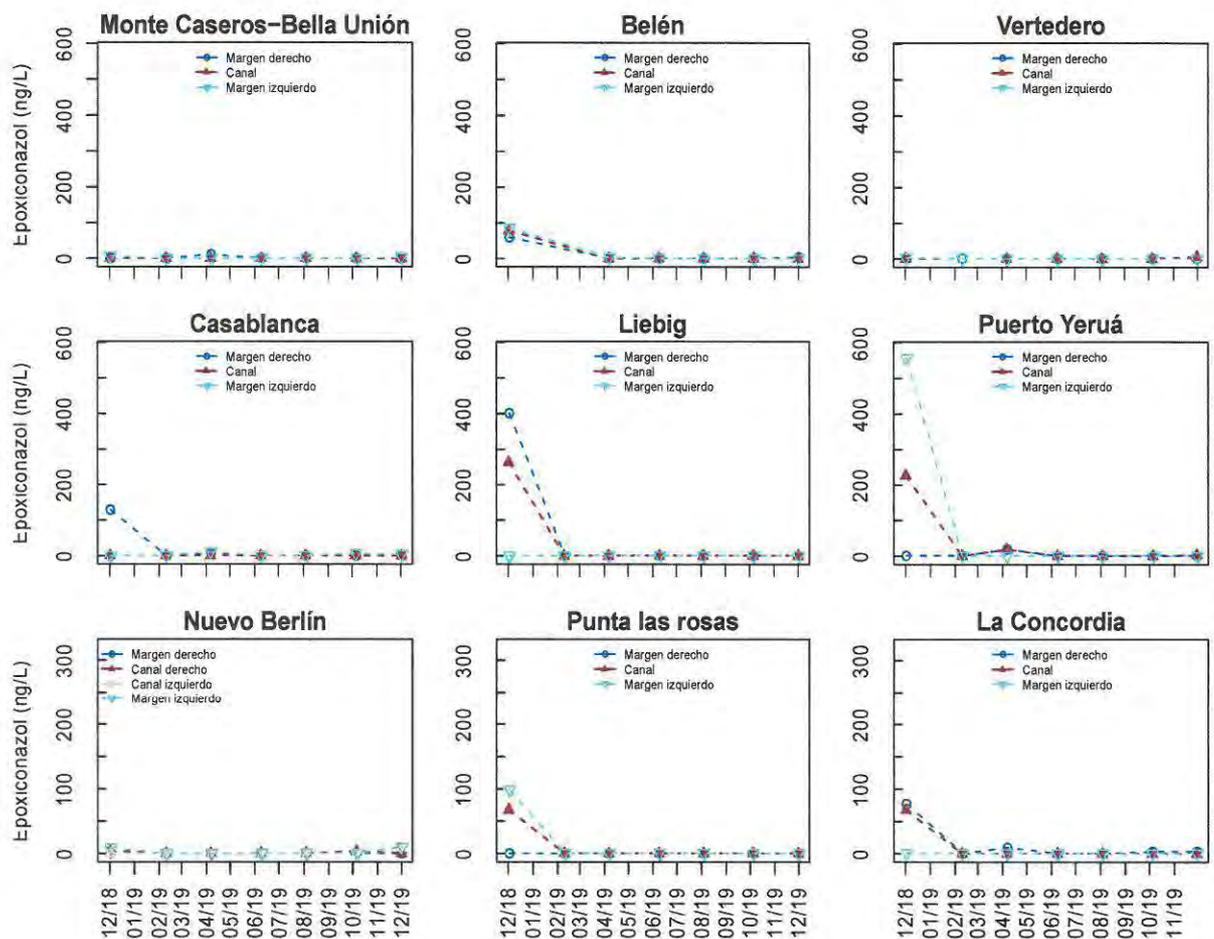
Los picos máximos registrados han ocurrido en los sitios ubicados sobre ambas márgenes de Monte Caseros-Bella Unión, así como en el centro de los sectores Belén, Vertedero Represa y Casablanca. Asimismo, se detectaron picos de concentración en todos los sitios del sector Puerto Yeruá, en la margen izquierda de Casablanca y Liebig, y en la margen derecha de Belén, tal como se observa en la figura a continuación.



### Epoiconazol

El fungicida epoiconazol se ha detectado a lo largo de todo el río, con valores significativamente superiores en el muestreo del mes de diciembre 2018 respecto a los del resto de las campañas de muestreo (ANOVA-Tukey,  $p < 0,05$ ).

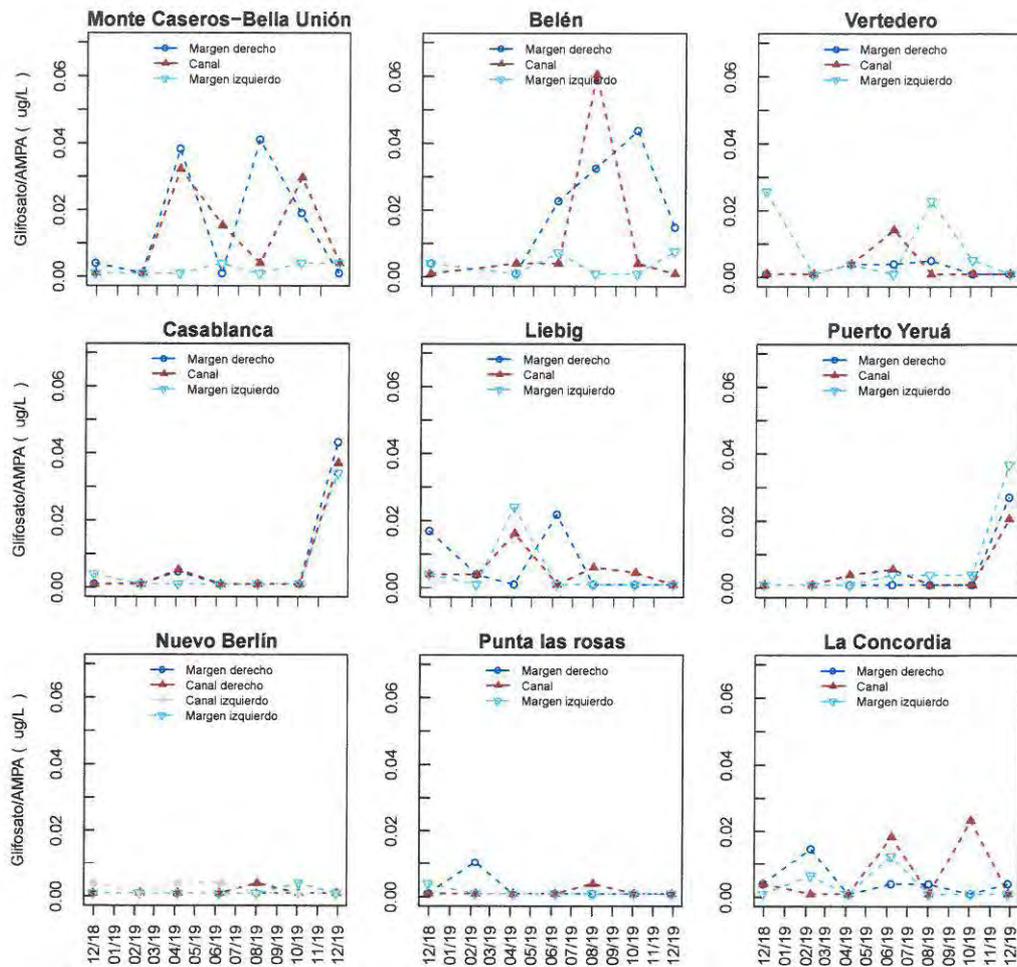
Los picos de concentración -todos durante el mes de diciembre 2018- han ocurrido en todos los sitios del sector Belén, en la margen derecha de Liebig, Casablanca y La Concordia, en la margen izquierda de Puerto Yeruá y Punta las Rosas, y en el centro en Puerto Yeruá, Liebig, Punta las Rosas y La Concordia, como se observa a continuación.



### Glifosato/AMPA

La suma del herbicida glifosato y su producto de degradación, el AMPA, se han detectado a lo largo de todo el río, aunque sin existir diferencias significativas entre los resultados obtenidos en las distintas campañas de monitoreo (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

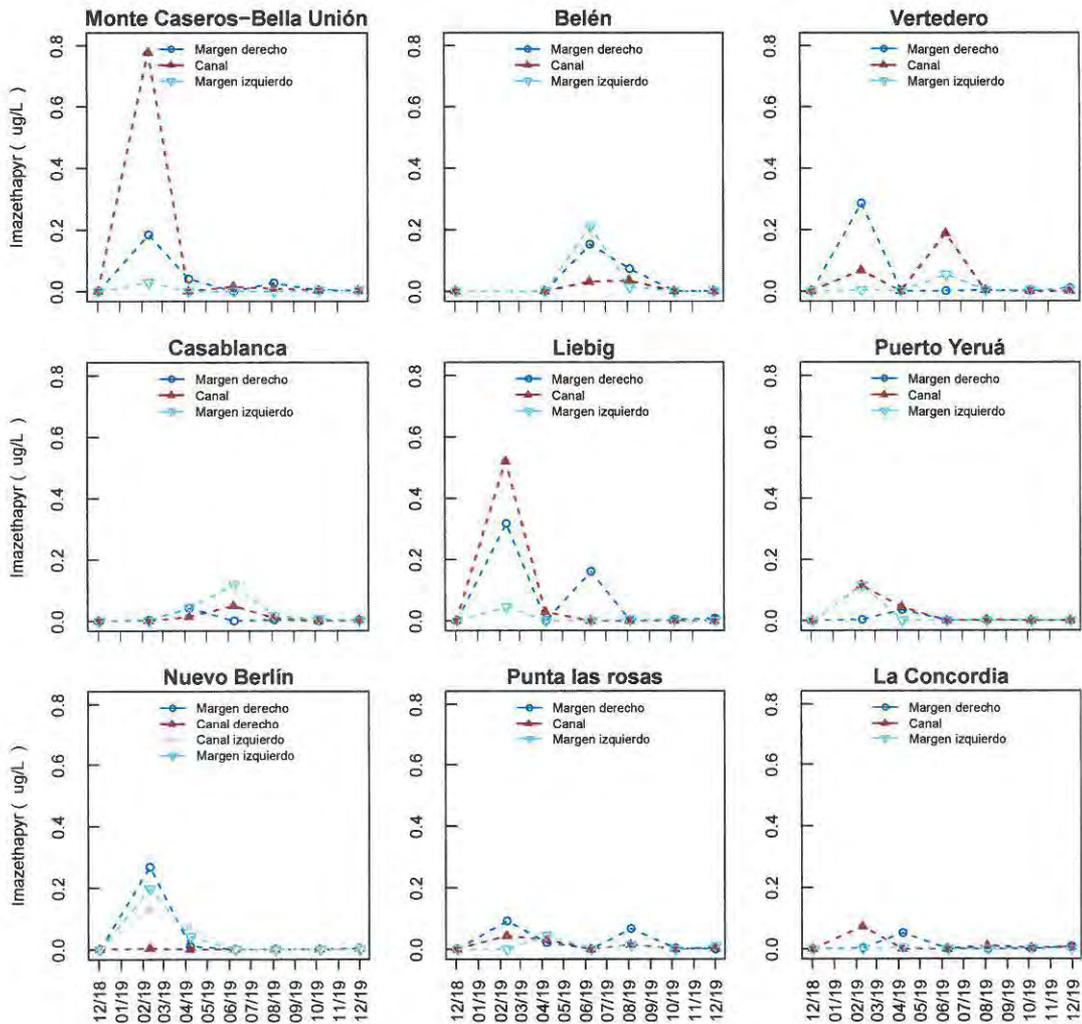
Los mayores picos de concentración han sido detectados en el centro y margen derecha de los sectores localizados aguas arriba de Salto Grande (Monte Caseros-Bella Unión y Belén), aunque se reportan también valores de similar orden de magnitud puntualmente en el muestreo del mes de diciembre de 2019 en todos los sitios de los sectores Puerto Yerúa y Casablanca, como se observa a continuación.



### Imazethapyr

El herbicida imazethapyr se encontró en concentraciones significativamente mayores durante el muestreo desarrollado en el mes de febrero de 2019 que en el resto de los meses con campañas de monitoreo (ANOVA,  $p > 0,05$ ).

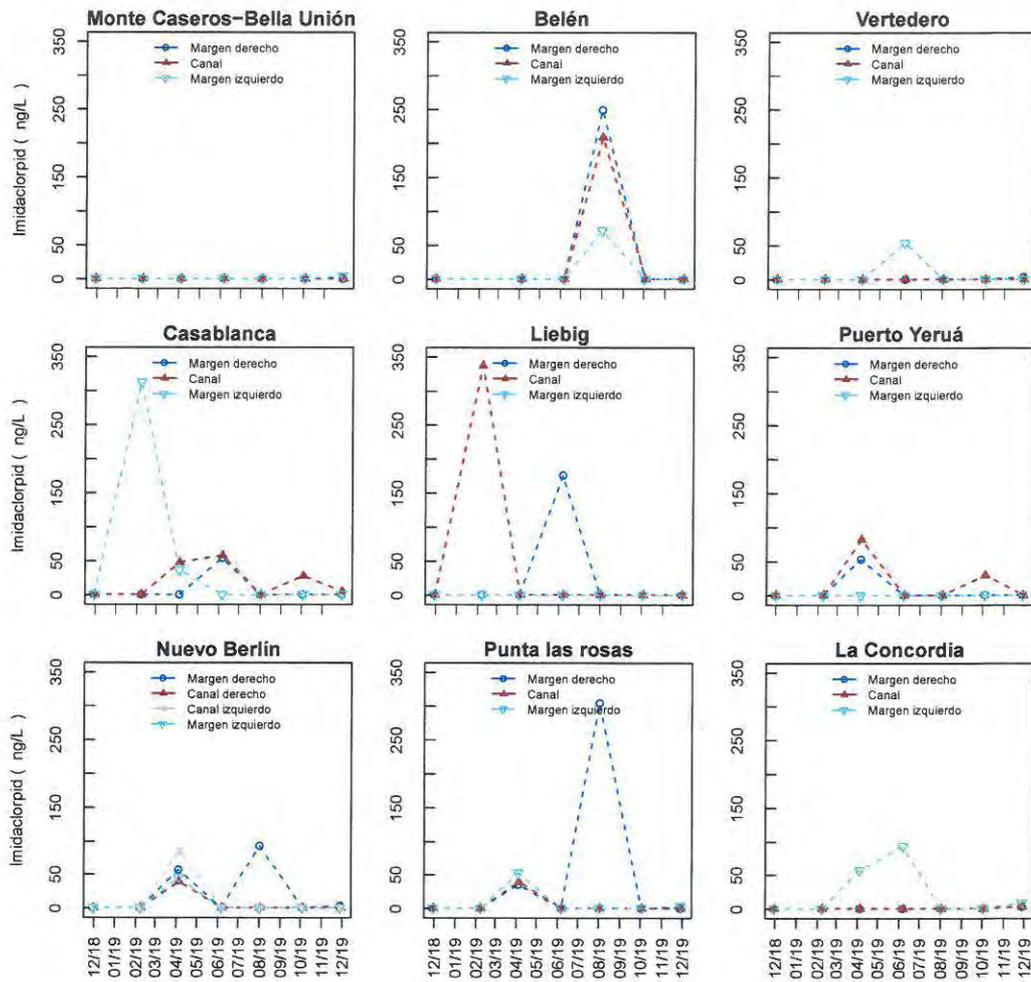
Los picos de concentración se registraron en el centro de Monte Caseros- Bella Unión, en la margen derecha de Vertedero y en margen derecha y centro de Liebig, según se observa en la figura siguiente.



### Imidacloprid

El insecticida imidacloprid se ha detectado en todos los sectores del río excepto en Monte Caseros-Bella Unión, sin que existan diferencias significativas detectadas en la concentración de este compuesto entre las distintas campañas de muestreo realizadas (ANOVA  $p > 0,05$ ).

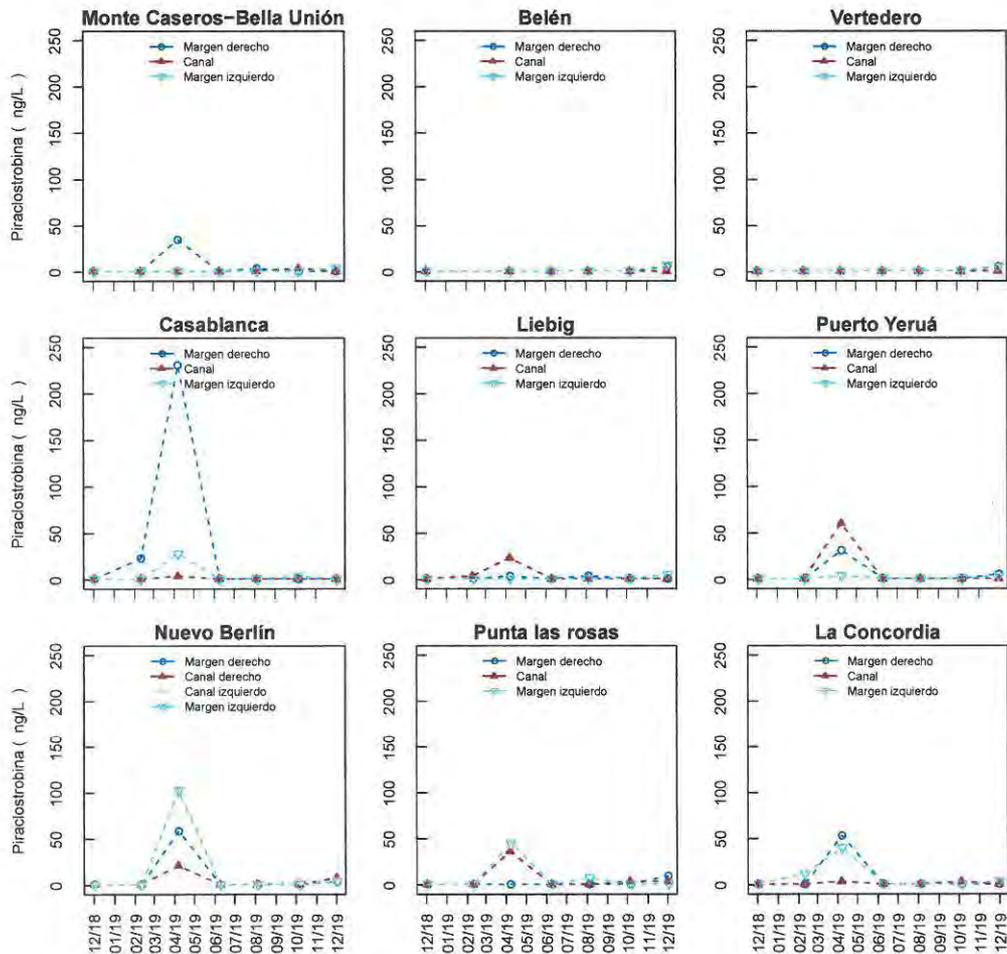
Los mayores valores de concentración para este compuesto han sido registrados en distintas campañas de muestreo, en los sitios centro y margen derecha de Belén, en la margen izquierda de Casablanca, en el centro y margen derecha de Liebig, y en la margen derecha de Punta las Rosas, según se desprende de lo graficado en la figura siguiente.



### Piraclostrobina

El fungicida piraclostrobina se ha detectado en todos los sectores del río, en concentraciones significativamente mayores durante el muestreo desarrollado en abril de 2019 que en el resto de los meses con campañas de monitoreo (ANOVA-Tukey  $p < 0,05$ ).

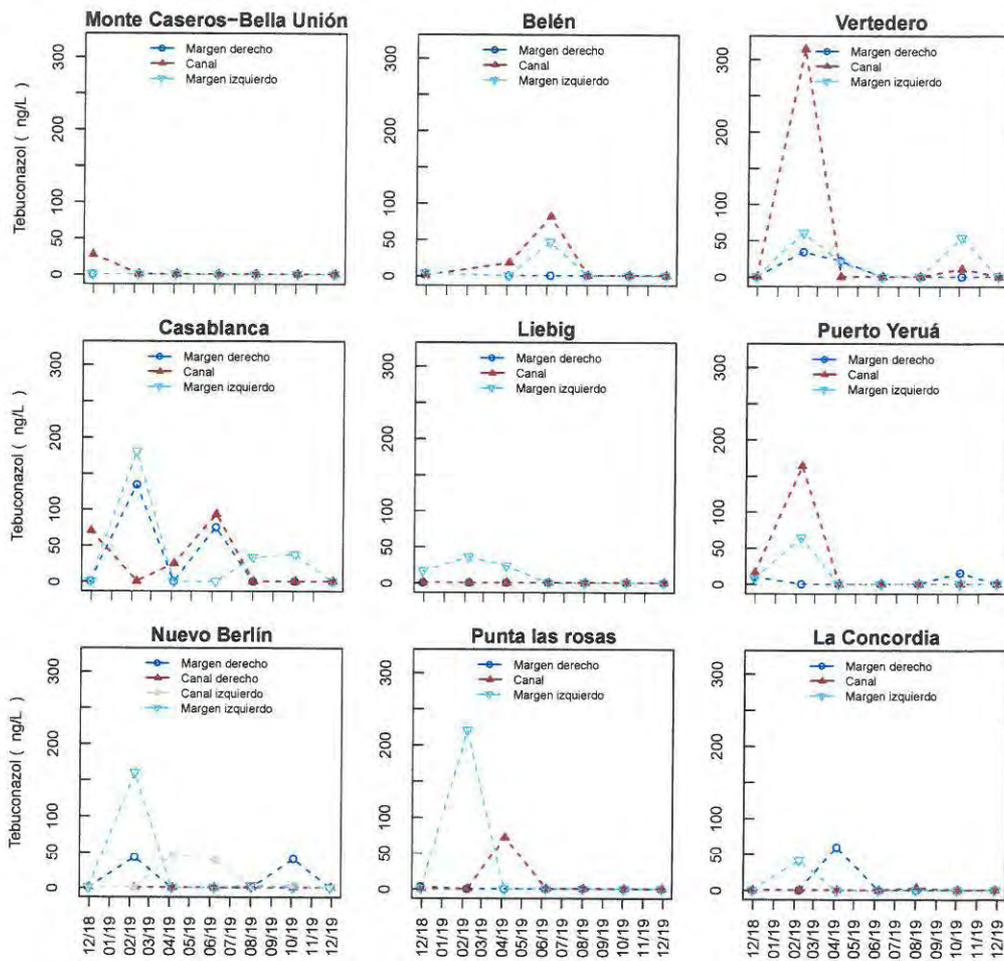
Durante este periodo existe un pico máximo de concentración en la margen derecha de Casablanca en el mes de abril. También se observaron valores relativamente elevados en los sitios Nueva Berlín márgenes izquierda y derecha y Puerto Yerúa centro; según se observa en la figura a continuación.



### Tebuconazol

El fungicida tebuconazol se ha detectado en todos los sectores del río, en concentraciones significativamente mayores durante el muestreo desarrollado en el mes de febrero de 2019 que en el resto de los meses con campañas de monitoreo (ANOVA-Tukey  $p < 0,05$ ).

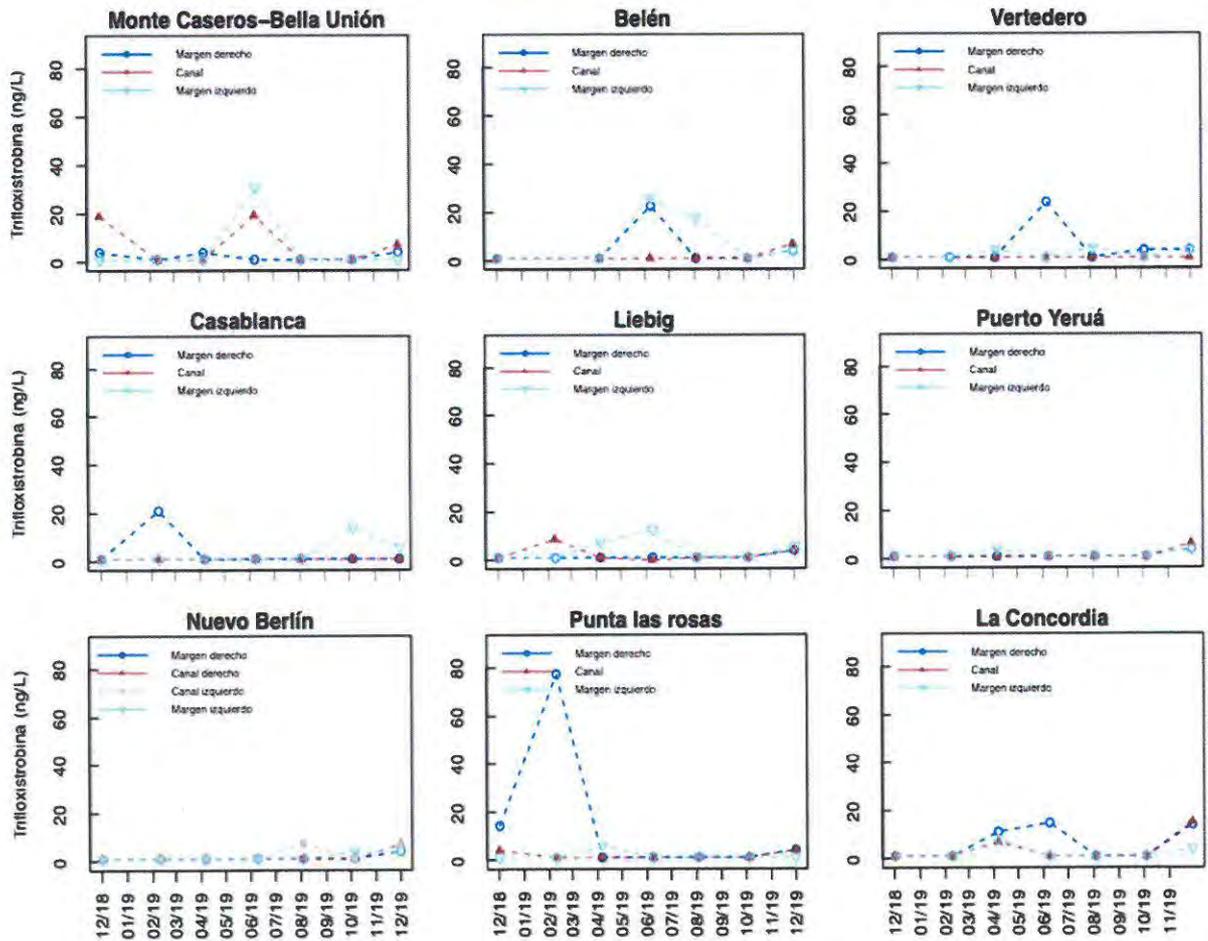
En febrero de 2019, tal como se observa en la figura siguiente, se registraron picos de concentración en los sitios centro de Vertedero Represa, margen izquierda de Puerto Yeruá, en ambas márgenes de Casablanca y en margen izquierda de Nuevo Berlín, así como también en la margen Izquierda de Punta las Rosas.



### Trifloxystrobina

El fungicida trifloxystrobina se ha detectado en todos los sectores del río, sin que existan diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones halladas en los distintos sitios de muestreo (ANOVA  $p > 0,05$ ).

Se ha registrado un notorio pico de concentración en la margen derecha de Punta las Rosas en ocasión de la campaña de monitoreo de febrero de 2019, como se puede observar en la figura siguiente.

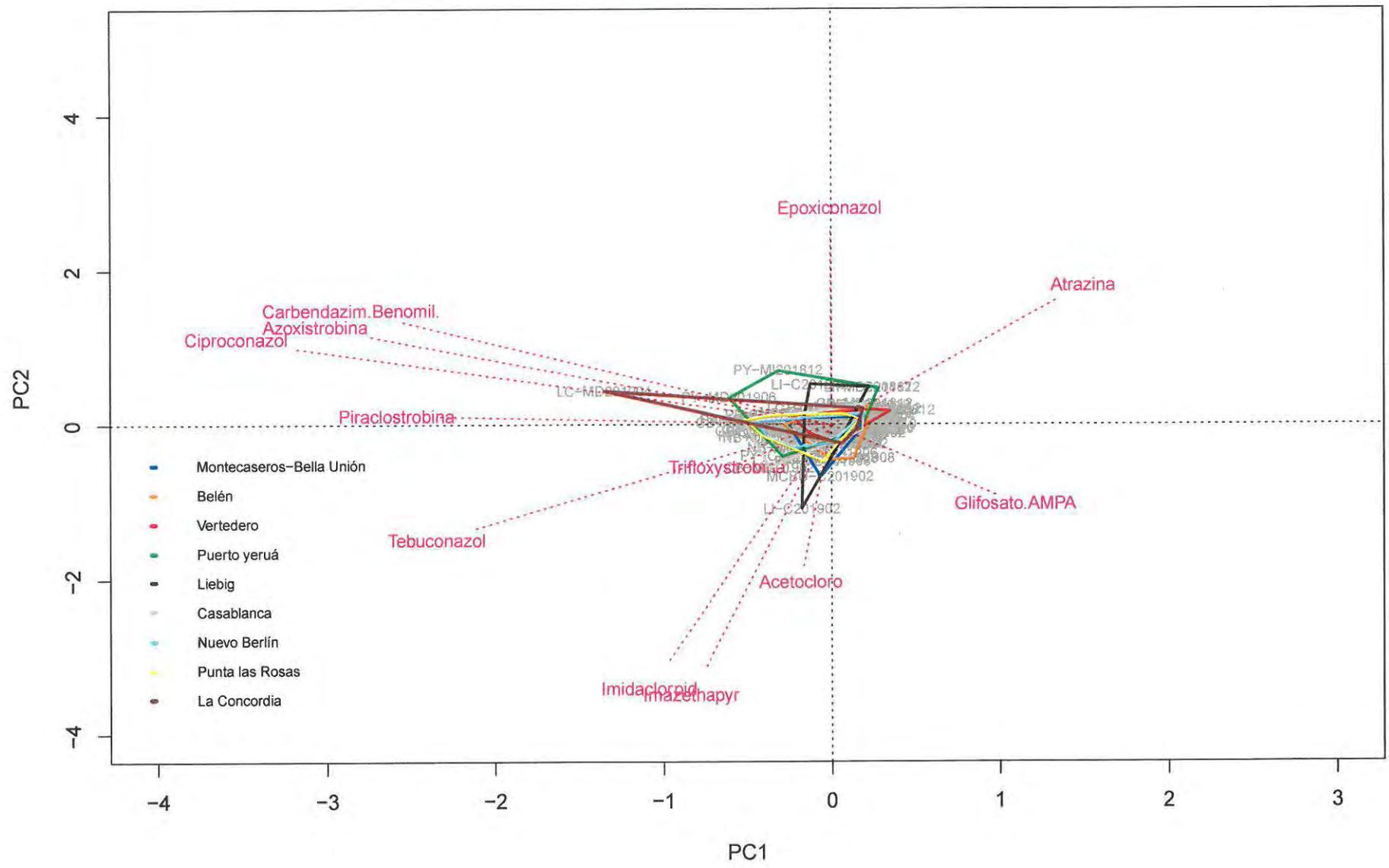


### 3.4.2. Análisis multivariado

El análisis multivariado se realiza mediante un PERMANOVA permite comparar la composición de plaguicidas entre los distintos sectores del río (considerando los mismos 12 plaguicidas que fueron detectados en más del 10 % de los análisis durante el periodo reportado). Dado que un análisis preliminar comparando la composición de plaguicidas entre los 28 sitios de estudio no reveló diferencias significativas en su composición (PERMANOVA  $p > 0.05$ , figura no mostrada), se simplificó el análisis comparando la composición de residuos de plaguicidas entre sectores del río, para el que cada sector incluye tres sitios de estudio, a excepción del sector Nuevo Berlín, que incluye cuatro. De esta forma, por ejemplo, el sector Monte Caseros-Bella Unión contiene a los sitios MCBU-MI, MCBU-C y MCBU-MI. Este análisis resulta en una similitud general en la composición de compuestos entre los sitios de estudio, no detectando diferencias significativas entre sectores (PERMANOVA,  $p > 0.05$ ) como lo muestra la siguiente figura. El área del gráfico dentro de cada área convex-hull representa la variación en



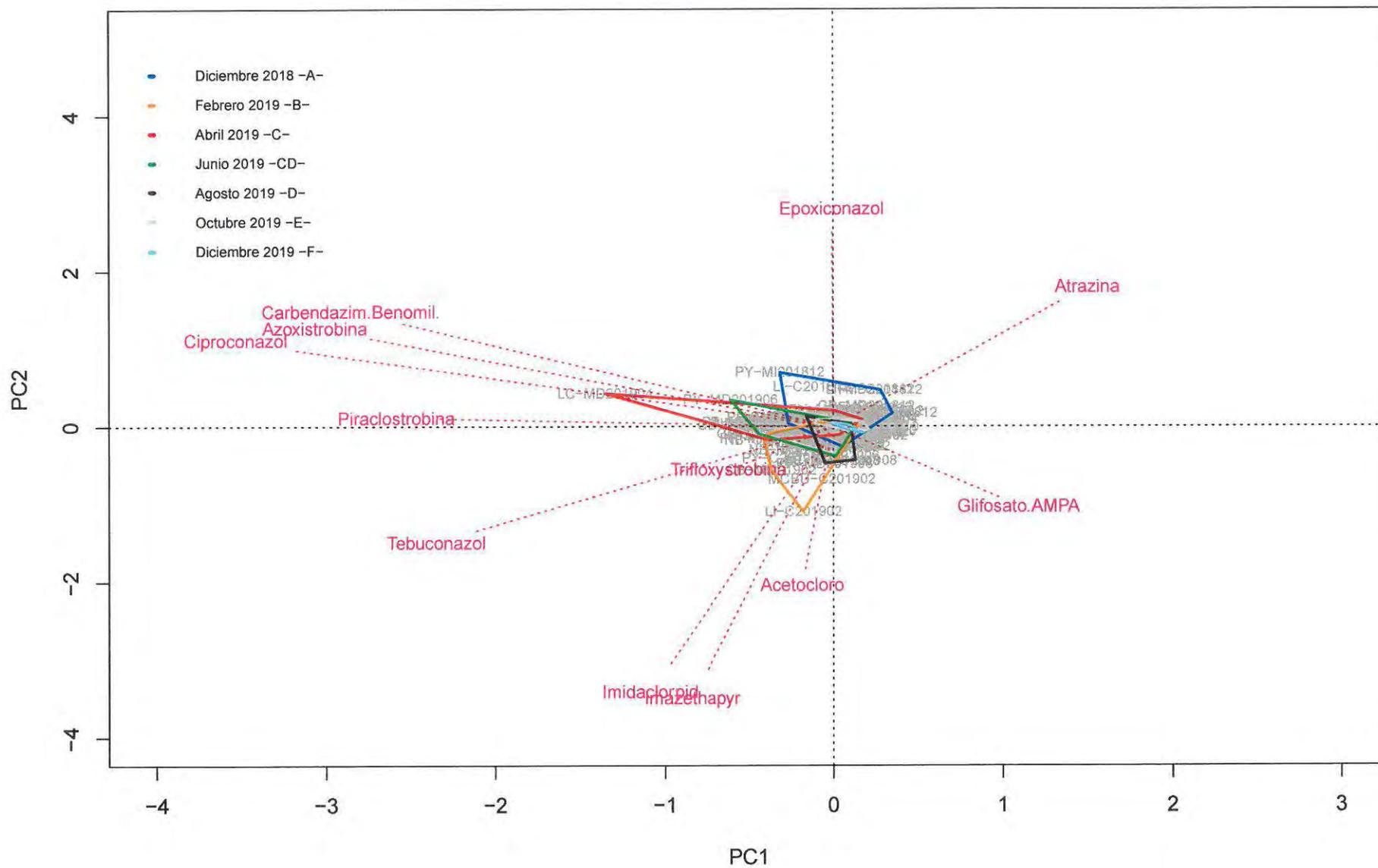
concentración de los múltiples residuos de plaguicidas dentro de cada sector del río (ver referencias en la figura).



Posteriormente, se evaluó la existencia de diferentes composiciones de plaguicidas entre ambas márgenes y el centro, para lo cual se exploró agrupando todos los sitios en tres grandes grupos según si fueron muestreados en margen derecha, centro o margen izquierda. Esta aproximación de análisis tampoco ha revelado que existan diferencias significativas en la composición de estos compuestos entre las márgenes o el centro del río (PERMANOVA  $p > 0,05$ )

Habiendo realizado tres aproximaciones de análisis de comparación espacial a diferentes escalas no se detectaron diferencias significativas en la composición de residuos de plaguicidas entre diferentes sitios, sectores o márgenes del río, lo cual indica que en su globalidad la concentración de plaguicidas frecuentemente detectados no sigue un patrón espacial claro.

No obstante, al analizar diferencias a escala temporal, si se observan diferencias estadísticamente significativas en la composición de plaguicidas entre las diferentes fechas de estudio (PERMANOVA;  $p < 0,01$ ) como se observa en la figura a continuación. El área del gráfico dentro de cada área convex-hull representa la variación en concentración de los múltiples residuos de plaguicidas entre cada mes de estudio en el río (ver referencias en la figura). Las letras diferentes en la leyenda del gráfico denotan las diferencias significativas entre fechas, mientras que las fechas que comparten letras no difieren estadísticamente entre ellos. Cada mes de estudio posee una combinación única de plaguicidas, excepto el mes de junio, el cual no difiere del mes de estudio previo (abril) y del subsiguiente (agosto) en su composición. Los meses de composición más contrastantes son los meses de diciembre de 2018 y febrero de 2019, los cuales se caracterizan por una combinación de concentraciones altas de atrazina y epoxiconazol en diciembre y por una combinación de mayores concentraciones de tebuconazol, imidacloprid, imazethapyr y acetocloro en febrero.

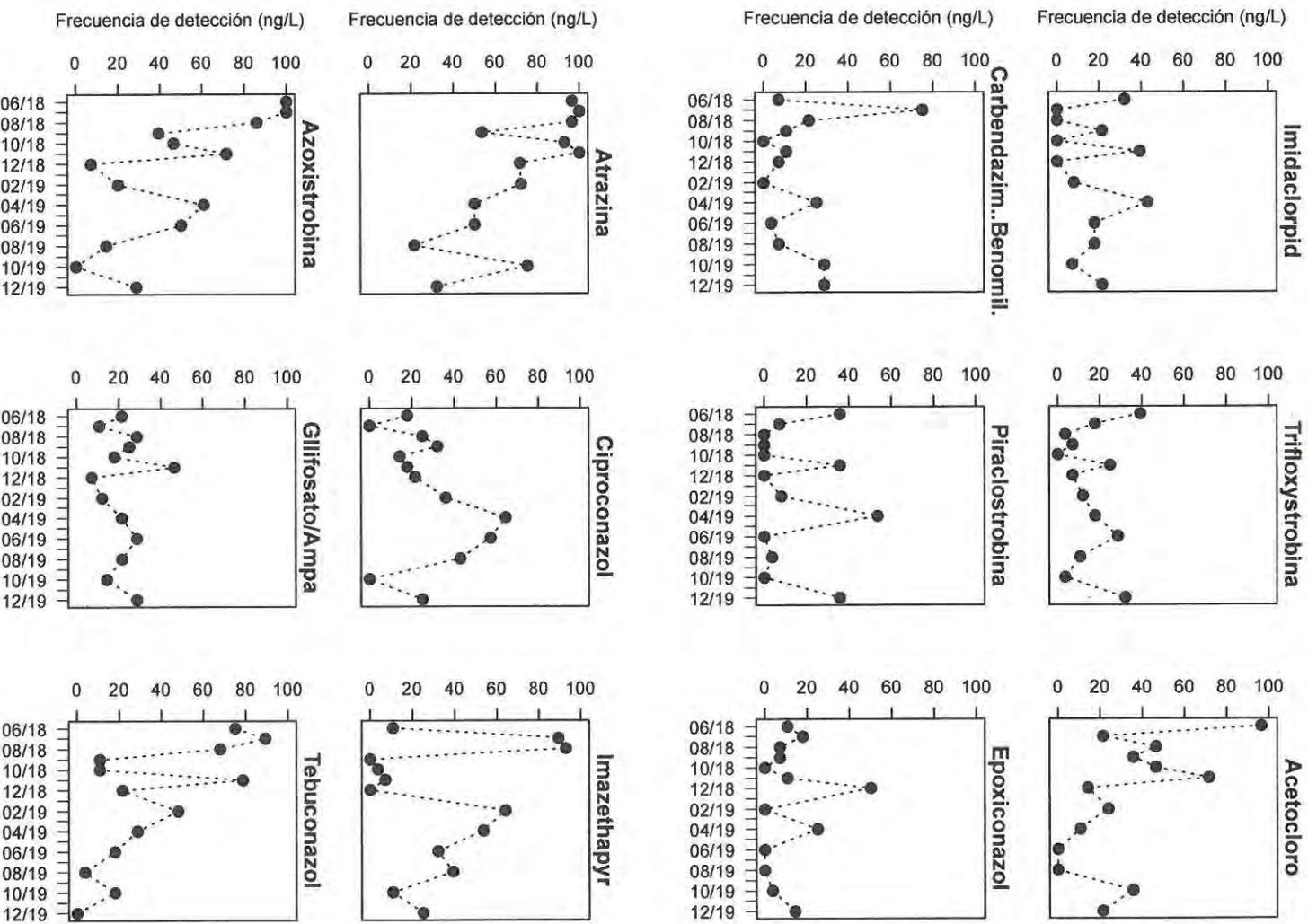


Este resultado analítico es consistente con lo hallado en el informe correspondiente al periodo junio a noviembre de 2018 y remarca que un conjunto de residuos de plaguicidas ocurre a lo largo de todo el tramo analizado del río y que la composición de los distintos compuestos de mayor frecuencia de detección varía en forma temporal (entre muestreos a lo largo del año) y no espacial (entre los sitios de estudio) no hallándose patrones espaciales claros para el conjunto de los compuestos.

### 3.4.3. Evolución de las frecuencias de detección de plaguicidas en el periodo junio 2018 a diciembre 2019

Para los 12 plaguicidas detectados en más del 10 % de los análisis se estimaron las frecuencias de detección a lo largo de todo el río para cada muestreo. Por ejemplo, para un compuesto detectado en todos los sitios de una campaña de muestreo corresponde un valor de 100% de frecuencia de detección. Por el contrario, para un compuesto que no fue detectado en ningún sitio durante una campaña corresponde un valor de frecuencia de detección de 0%. La frecuencia de detección en cada muestreo es un parámetro indicador de qué tan común es cada plaguicida en el agua del río, lo que a su vez permite analizar variaciones temporales en la predominancia de plaguicidas a lo largo del río. Cabe remarcar que este parámetro no es un indicador de sus concentraciones individuales, o de su riesgo toxicológico, lo cual se detalla en el apartado siguiente.

En los siguientes dos paneles de figuras se muestra la evolución temporal en la frecuencia de detección, a fin de observar qué tan frecuente ha sido cada plaguicida a lo largo del tramo compartido del río Uruguay desde el inicio de la actividad de monitoreo, en junio del 2018, hasta diciembre de 2019.



Al observar las frecuencias de detecciones de los diferentes plaguicidas resaltan los altos valores detectados para el herbicida atrazina y el funguicida azoxistrobina, los cuales

han llegado a estar presentes en todos los sitios de estudio desde Monte Caseros-Bella Unión hasta La Concordia durante el invierno del 2018. Estos plaguicidas, en conjunto con acetocloro, imazethapyr y tebuconazol, resultaron muy frecuentes a lo largo de todo el río tanto en invierno como en primavera de 2018, en ocasiones siendo detectados en más del 80% de los sitios de estudio, pero han sido menos frecuentes en el río durante el 2019. Por otro lado, el ciproconazol ha resultado un plaguicida más frecuente en el río durante el otoño e invierno del 2019 (estando presente en más del 60% de los sitios de estudio) de lo que lo fue durante el 2018 (estando presente en menos del 40% de los sitios). En cuanto al resto de los plaguicidas, sus frecuencias de detección podrían estar reflejando patrones estacionales, aunque aún la cantidad de datos disponibles no nos permite analizar esto en mayor detalle, y será un foco de análisis más adelante conforme la base de datos incluya un mayor número de muestreos en todas las estaciones del año. Finalmente cabe destacar que, al menos en parte, las diferencias en frecuencias de detección entre periodos podrían estar afectadas por la diferente frecuencia de monitoreo entre el periodo junio-noviembre 2018 (con frecuencia mensual) y el periodo desde diciembre de 2019 a diciembre de 2019 (de frecuencia bimestral).

#### 3.4.4. Evolución de plaguicidas con niveles de concentración de riesgo para la biota del tramo compartido del río Uruguay en el periodo junio 2018 a diciembre 2019

Con la finalidad de analizar el potencial efecto tóxico sobre la biota de cada uno de los 52 compuestos plaguicidas detectados a lo largo del tramo compartido del río Uruguay en el periodo junio 2018 a diciembre 2019, se realizó una búsqueda en bases de datos online sobre las concentraciones mínimas a las cuales se reportan efectos tóxicos sobre la biota para cotejarlas con los niveles de concentración hallados en el río.

Se ha utilizado como referencia la base de datos online de propiedades de plaguicidas “PPDB” de la universidad de Hertfordshire, Inglaterra, la cual recopila datos regulatorios, de propiedades y resultados de bioensayos de ecotoxicidad de gran diversidad de plaguicidas ( <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm> ).

En primer lugar, se obtuvieron los datos de los niveles mínimos a los cuales se han detectado efectos nocivos para diferentes grupos de animales acuáticos en bioensayos de toxicidad aguda o crónica, tanto para crustáceos como para otros invertebrados o peces. Dichos valores se reportan en la tabla que más adelante se presenta, indicando a qué tipo de bioensayo corresponde en los casos más relevantes.

Seguidamente, para las sustancias cuyos valores máximos registrados durante el periodo de monitoreo en el río excedieron los valores de toxicidad reportados en la base de datos, también se extrajo el dato de toxicidad aguda en peces: concentración letal para el 50% de los individuos en bioensayos de 96 horas (de aquí en más “LC50, 96 h”). Es decir, el LC50, 96 h es la concentración a la cual se mueren la mitad de los individuos



en un bioensayo luego de 96 horas de exposición. Este dato es de particular relevancia dados los eventos de mortandad de peces que esporádicamente se registran en el río Uruguay y que han sido objeto focal de una sección del programa de ictiofauna de la CARU.

En la tabla siguiente se detallan los máximos valores de concentración para cada plaguicida detectado en el río comparados con los niveles mínimos a los cuales se ha reportado efectos nocivos para la biota, tanto para el periodo de junio a noviembre de 2018 (previamente informado), como para este nuevo periodo de estudio desde diciembre 2018 a diciembre 2019. Para el último periodo de estudio, dado que los laboratorios INTA y UdelaR complementan información sobre algunos compuestos, se detallan en columnas separadas los resultados de concentraciones máximas para uno y otro laboratorio.

Compuesto	Valor máximo basado en Uruguay en julio-noviembre de 2018 (mg/L)	Valor máximo basado en Río Uruguay en Diciembre 2018- Diciembre 2019- INYA (mg/L)	Mínimo nivel al cual se registran efectos tóxicos para la biota (mg/L) (IC50, 95 %)	Nivel de toxicidad según en peces (IC50, 95 %)	Sitio y fechas de detección de concentraciones superiores a límites de toxicidad entre junio- noviembre 2018	Sitio y fechas de detección de concentraciones superiores a límites de toxicidad entre Diciembre 2018- Diciembre 2019- INYA	Sitio y fechas de detección de concentraciones superiores a límites de toxicidad entre Diciembre 2018- Diciembre 2019- UDELAR
Biotrina	3036,67	50,49	NA	150	Julio en: BEI-MD, CEV-D, LEND Julio en: PVAL, LUAL, CEV-D, Octubre en: BEC	Diciembre de 2018 en: BEI-MD, BEI-MD, LEND	Febrero de 2019 en: BEI-MD, Diciembre de 2018 en: UJ-C, PR-MA
Chlorpyrifos	5376,06	147,38	100	2000	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND, Octubre en: VIM-D, PVAL, NVAL, LCM, Noviembre en: NRC-D	Diciembre 2018 en: VCE-LC, PVC, NVAL, NEM-D, LEND	Junio de 2018 en: CEM-LC, C-LC, MD, LC, MLI, MD, VCE-D, C-ACBU, MD, NCBU, M, INB, CD, NE, MD, P, C, PR, MD, P, M, P, V, C
Deltamethrina	7096,17	11,8	400	150	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND	Diciembre 2018 en: MCE-LC, Y PVC	
Endosulfan	5,29	6,34	ND	2000	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND, Octubre en: VIM-D, PVAL, NVAL, LCM, Noviembre en: NRC-D	Febrero de 2019 en: NEM-D, Y VIM-D	
Fenitrotriazol	3032,36	8,3	NA	1600	Agosto en: VIM-D, PVAL, LEND, LUBI, CERN, NRC-D, NCI, PRC, PVAL	Diciembre 2018 en: MCC-BUAL, VIM-D, LUAL, LUM-D, NEM-A, MCE-D, NCI, PVAL, Febrero 2019 en: L-C, CBA, CBM-D	
Triflumuron	147,16	150,22	NA	21000	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND		
Carbendazim (gammá y bencil)	8366,82	ND	ND	15	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND		
Cypermethrina	6163,69	ND	ND	1500	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND		
Malation	412,46	4,4	ND	19000	Julio en: MCE-BUAL, PVC, PVAL, CBM-D		
Permethrina	7326,81	13,5	ND	17000	Julio en: BEI-MD, BEI-MD, LEND		
Beatsulfato	NA	8,6	ND	68		Diciembre 2019 en: PSC	
2-fenilacetal	NA	96,44	200	16000			
2,4-D	34,18	9,45	NA	27000000			
2,4-DB	4,83	NA	NA	1000000			
2,4,5-TP	NA	16,74	NA	67500			
Azinolofos	332,61	382,64	ND	2700			
Azinotriazol	47,51	357,19	ND	31000			
Azinotriazol	ND	ND	1,4	10000			
Azinotriazol	200,71	110,13	10000	50000			
Azinotriazol	48,92	146,1	40	44000			
Azinotriazol	41,4,44	246,64	NA	3700			
Carbendazim (Benzenil)	78,21	248,64	NA	3500			
Carbendazim	84,08	32,75	NA	2100			
Cypermethrina	280,85	327,57	30	20000			
Clorfenox	9,9	ND	ND	70000			
Clorfenox	31,06	12,1	NA	4500000			
Clorfenox	13,66	ND	NA	150			
Diflufenicanol	ND	ND	NA	4400			
Diflufenicanol	ND	ND	NA	5600			
Diflufenicanol	11,3,83	156,43	ND	63500			
Diflufenicanol	221,34	10,55	NA	1000000			
Diflufenicanol	10	ND	NA	10000			
Diflufenicanol	414,42	96,07	ND	43000			
Diflufenicanol	89,4	126,98	NA	24000			
Diflufenicanol	446,45	777,87	NA	8000			
Diflufenicanol	148,74	137,92	NA	1400000			
Diflufenicanol	ND	ND	NA	13000			
Diflufenicanol	14,71	83,67	ND	640000			
Diflufenicanol	37	32,61	300	43000			
Diflufenicanol	11,88	ND	NA	780			
Diflufenicanol	15,98	61,46	NA	100000			
Diflufenicanol	16,84	14,39	NA	150000000			
Diflufenicanol	6,2	231,14	ND	4000			
Diflufenicanol	2079,9	ND	ND	29000000			
Diflufenicanol	NA	142,8	ND	110000			
Diflufenicanol	186,38	314,97	40	12000			
Diflufenicanol	1,24,51	ND	NA	12000			
Diflufenicanol	19,59	77,53	ND	3000			
Diflufenicanol	ND	ND	ND	530000			
Diflufenicanol	NA	NA	30	7500			
Diflufenicanol	ND	ND	10	100			
Diflufenicanol	ND	ND	200	700000			



Se identificaron 11 compuestos para los que las concentraciones en el agua del río en algún momento han superado los valores umbrales mínimos de efectos tóxicos sobre la biota: cialotrina, deltametrina, bifentrina, cipermetrina, fenvalerato, endosulfan, permetrina, malation, triflumuron, clorpirifos y beta ciflutrina. Para estos compuestos la tabla detalla también el LC50 - 96 h para peces, destacándose que para cinco de ellos durante el primer periodo informado (junio a noviembre de 2018), y para uno de estos compuestos en el periodo diciembre de 2018 a diciembre de 2019, se llega incluso a superar los niveles reportados de toxicidad aguda para peces (estos casos se encuentran marcados con color rojo en la tabla precedente).

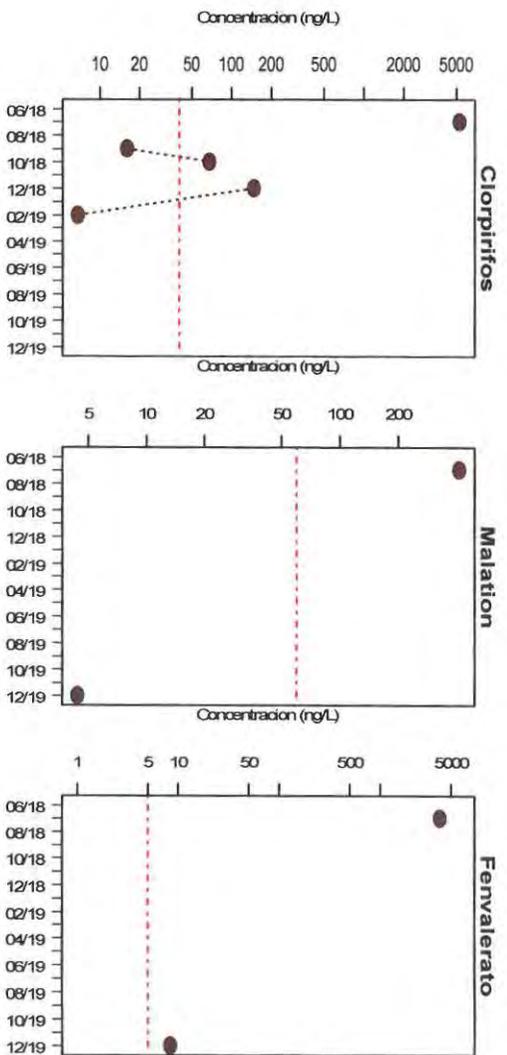
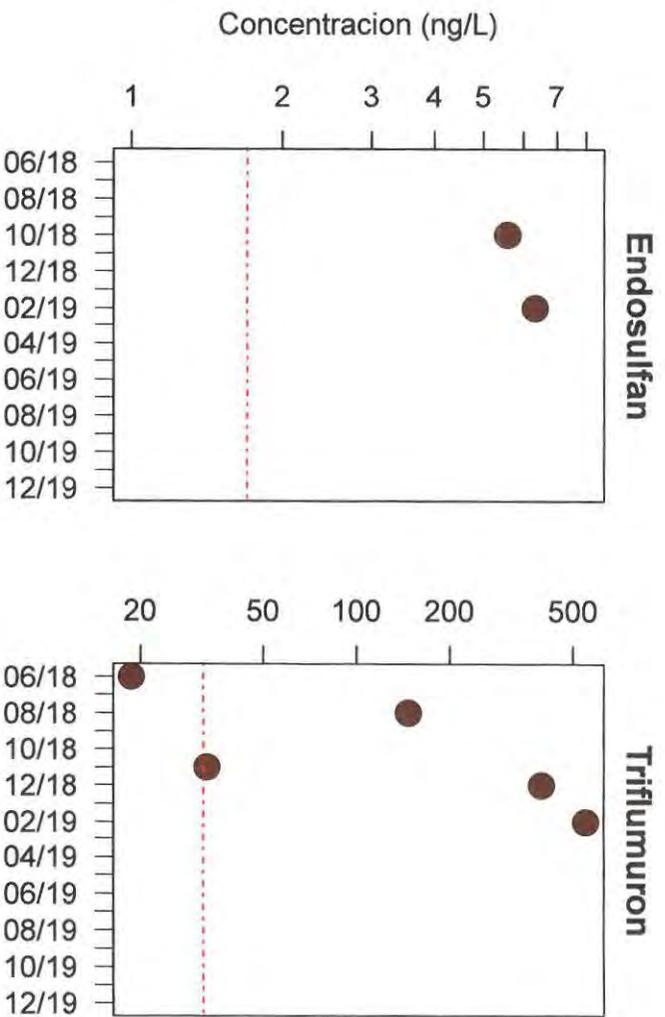
Para el caso de los muestreos del año 2018 (previamente informados) se trata de plaguicidas frecuentemente usados en cultivos forestales y hortifrutícolas (bifentrina, deltametrina, fenvalerato, cialotrina y cipermetrina), siendo además que tales usos del suelo resultan significativos en las áreas lindantes a la descarga de tributarios al río próximo a las zonas donde los compuestos han sido detectados, como se detalla y analiza en el informe previamente emitido.

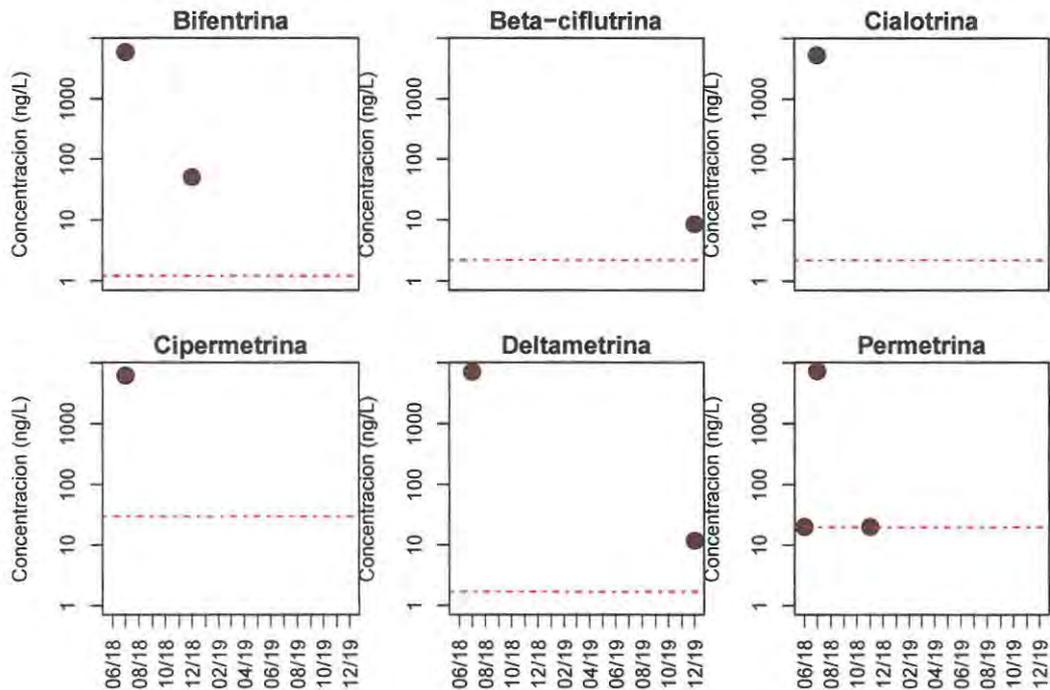
En el período diciembre de 2018 a diciembre de 2019 la condición antedicha sólo se ha identificado para el compuesto deltametrina, según lo informado por el laboratorio de la Udelar en varios sitios del muestreo desarrollado en junio de 2019. No obstante, al igual que en los muestreos del año 2018, los plaguicidas bifentrina, clorpirifos, deltametrina, endosulfán y fenvalerato, así como también la beta ciflutrina (no analizada en el periodo junio a noviembre de 2018), han presentado valores de concentración por encima del nivel mínimo al cual resultan tóxicos para ciertos componentes de la biota. En las últimas columnas de la tabla que a continuación se presenta se detallan los meses y sitios en donde se han detectado esos valores de concentración con riesgo de afectación a la biota.

Es de destacar que mientras que en el monitoreo de 2018 los valores de mayor riesgo de afectación a la biota habían ocurrido durante los muestreos ejecutados en invierno, en el año 2019 la mayoría de los valores de riesgo para la biota han sido detectados durante los muestreos de verano (en los meses de diciembre de 2018, febrero de 2019 y diciembre de 2019), con la excepción ya mencionada para los resultados analíticos de deltametrina informados por UdelaR en la campaña de monitoreo de junio de 2019.

A continuación, se grafican los valores máximos hallados en ocasión de las campañas de monitoreo desarrolladas en el periodo diciembre de 2018 a diciembre de 2019, para las diferentes familias de plaguicidas que representan un riesgo toxicológico para la biota; esto es los organofosforados clorpirifos, malatión y fenvalerato, los organoclorados endosulfan y triflumurón, y los piretroides bifentrina, beta ciflutrina, cialotrina, cipermetrina, deltametrina y permetrina. La línea roja punteada en cada gráfico

representa el valor umbral mínimo por sobre el cual las concentraciones presentan un potencial riesgo ecotoxicológico (a fines de estandarizar la base de datos en lo que sigue se muestran exclusivamente los resultados analíticos informados por el laboratorio INTA).





Con respecto a los sitios en donde se han registrado valores por encima del respectivo umbral para cada compuesto, corresponde detallar lo siguiente que se desprende de la última de las tablas antes presentadas. En el caso de la bifentrina se han detectado concentraciones superiores al límite de toxicidad aguda para crustáceos durante el muestreo de diciembre de 2018 en la margen derecha del sector Belén. En cuanto a las concentraciones de clorpirifos se han hallado también valores superiores al límite de toxicidad aguda para crustáceos durante el mes de diciembre de 2018 en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro, Puerto Yerúa centro, en ambas márgenes del sector Nuevo Berlín y en la margen derecha del sector Casablanca. Similarmente se presentaron también concentraciones de riesgo para crustáceos en diciembre del 2019 en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro y Puerto Yerúa centro para el caso de la deltametrina, y en la margen derecha de Vertedero Represa y en el centro derecho de Nuevo Berlín para el caso del fenvalerato. El endosulfan por su parte se detectó con valor superior al límite de toxicidad crónica en peces en febrero de 2019 en el sitio Nuevo Berlín margen izquierda. El compuesto triflumuron presentó concentraciones sensiblemente superiores a los niveles de toxicidad crónica para invertebrados acuáticos en diciembre de 2018 en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión, en la margen derecha de Vertedero Represa, en ambas márgenes de Liebig, en la margen izquierda y en ambos centros de Nuevo Berlín, y en la margen izquierda de Punta las Rosas; además también ha superado estos niveles de toxicidad en febrero de 2019 en el

centro de Liebig y en ambos márgenes de Casablanca. Finalmente, en lo que refiere a la beta ciflutrina se registró un pico de concentración superior al valor de toxicidad aguda para crustáceos en el centro de Punta las Rosas durante el muestreo de diciembre de 2019.

Obsérvese adicionalmente que considerando los resultados analíticos informados por el laboratorio de la UdelaR, el clorpirifos ha sido detectado en concentraciones superiores al nivel de riesgo toxicológico en febrero de 2019 en la margen izquierda de Nuevo Berlín y en diciembre de 2019 en Liebig centro y en Punta las Rosas margen izquierda, en tanto la deltametrina ha presentado valores que superan incluso el umbral de toxicidad aguda para peces en 14 sitios dispersos a lo largo de todo el río durante el muestreo de junio de 2019.

Al contrastar los sitios donde se han registrado concentraciones críticas de plaguicidas (que superan los umbrales de toxicidad) en el periodo junio a noviembre de 2018 y en el periodo diciembre de 2018 a diciembre de 2019, surge que hay una recurrencia de eventos en los sitios de las márgenes derechas de Belén, Vertedero Represa, Liebig y Casablanca, así como en las márgenes izquierdas de Liebig, Casablanca y Nuevo Berlín, y en los centros derecho e izquierdo de Nuevo Berlín. Son estos quizás los sitios de mayor preocupación y atención en relación con la presencia de plaguicidas, dada la consistente detección - desde el inicio de este subprograma de monitoreo- de algunos compuestos con concentraciones a niveles de riesgo para la biota, que bien podrían ocasionar eventos de mortandad o impactos ecológicos adversos sobre invertebrados o peces en esos sectores.

#### 3.4.5. Conclusiones específicas de plaguicidas

La composición de los plaguicidas detectados cambia significativamente entre muestreos, posiblemente siguiendo la evolución que imponen los tipos de cultivos agrícolas de cada período anual, la estacionalidad en la aplicación de los diferentes compuestos, y las condiciones climáticas precedentes a cada muestreo. Los análisis univariados y multivariados realizados coinciden en que hacia el verano (febrero) ocurre un aumento en las concentraciones de acetocloro, tebuconazol e imazethapyr, mientras que en otoño (abril) aumentan las concentraciones de azoxistrobina y piraclostrobina, y hacia el invierno (junio) ocurre un aumento en las concentraciones de ciproconazol. En el muestreo de primavera de 2018 se detectaron las máximas concentraciones de atrazina y epoxiconazol, pero esto no fue consistente con lo ocurrido en la primavera siguiente (diciembre 2019). Por esto, y dado el escaso periodo aún monitoreado, se requiere continuar con la obtención de registros en nuevas campañas de monitoreo, a



los fines de poder establecer con mayor confiabilidad si existen patrones estacionales predecibles para algunos de estos compuestos.

La predominancia de los plaguicidas en el río ha evolucionado de forma diversa a través del periodo de monitoreo, posiblemente determinados -como ya ha sido mencionado- por la dinámica de la actividad agrícola desarrollada en la cuenca y por las condiciones hidrodinámicas del río. Los compuestos que suelen aparecer más frecuentemente (en mayor número de sitios) a lo largo del curso son la atrazina y la azoxistrobina.

Los plaguicidas más frecuentes, no obstante, no son necesariamente los que representan un mayor riesgo para la biota. Los plaguicidas de mayor preocupación en tal sentido son un grupo de 11 compuestos que son detectados en menos del 10% de las instancias, pero con valores superiores a niveles reportados de efectos toxicológicos en bioensayos. Los sitios de monitoreo ubicados en las márgenes derechas de Belén, Vertedero, Liebig y Casablanca; así como en las márgenes izquierdas de Liebig, Casablanca y Nuevo Berlín, y en los centros derecho e izquierdo de Nuevo Berlín son aquellos que resultan de mayor preocupación en cuanto a la recurrencia de pulsos de concentraciones de plaguicidas potencialmente tóxicos para la biota. Algunos de estos compuestos (como es el caso del endosulfán) se detectan en agua incluso a pesar de ser de uso prohibido tanto en Argentina como en Uruguay. Si bien las concentraciones halladas en algunos casos son capaces de matar organismos en ambientes cerrados, la evidencia científica utilizando modelos experimentales de mayor escala sugiere que en sistemas donde los organismos pueden escapar estos últimos tienen la capacidad de hacerlo, generando no obstante esos pulsos de plaguicidas efectos graves de fragmentación del hábitat, afectando movimientos locales y generando zonas evitadas por la biota, en los casos de permanencia de niveles elevados.

Más allá de la preocupación por algunos compuestos en particular, son cada vez más frecuentes los trabajos científicos en donde se evidencian efectos sinérgicos y aditivos que pueden ocurrir agravando los efectos toxicológicos particulares sobre animales acuáticos cuando son expuestos a una combinación de compuestos específica. Dado que en cada instancia de muestreo se detectan en el agua del río entre 10 y 30 plaguicidas diferentes, se remarca que esta identificación resulta de especial interés y se resalta la necesidad de profundizar en el conocimiento de las posibles interacciones entre los compuestos que son detectados.

### 3.5. FLUJO MÁXICO DE COMPUESTOS SELECCIONADOS

El presente apartado refleja las estimaciones de carga que el río Uruguay transporta para diferentes parámetros que se han considerado de interés para un estudio general del estado de la calidad de las aguas del río, inferidos a partir de las mediciones simultáneas de concentración y caudal realizadas en cada uno de los 9 sectores de monitoreo a lo largo del curso.

La selección de parámetros para los cuales efectuar los cálculos de carga se realizó buscando la representatividad de diferentes familias o grupos de contaminantes de relevancia para establecer la calidad ambiental del río (nutrientes, metales, contaminantes orgánicos y plaguicidas), con la condición adicional de que los mismos hubieran sido detectados y cuantificados con alta frecuencia relativa en las campañas de monitoreo realizadas.

Es así que los parámetros seleccionados para el cálculo de las cargas transportadas han sido fósforo total, ortofosfatos, nitrógeno total (entendido como la sumatoria del nitrógeno Kjeldhal más nitratos y nitritos), sólidos totales, aluminio, hierro, bario, sustancias fenólicas, detergentes (tensoactivos aniónicos), el herbicida atrazina y el funguicida azoxistrobina, estos últimos por ser los biocidas de detección más frecuente en el río.

De forma semejante a lo efectuado en el caso del cálculo del índice de calidad de agua, y como forma de compendiar todos los resultados obtenidos hasta el momento en el marco de este subprograma de monitoreo, se ha integrado en esta estimación de la carga transportada todos los resultados comprendidos entre junio de 2018 y diciembre de 2019 (un total de 13 campañas de monitoreo).

#### 3.5.1. Metodología para el cálculo

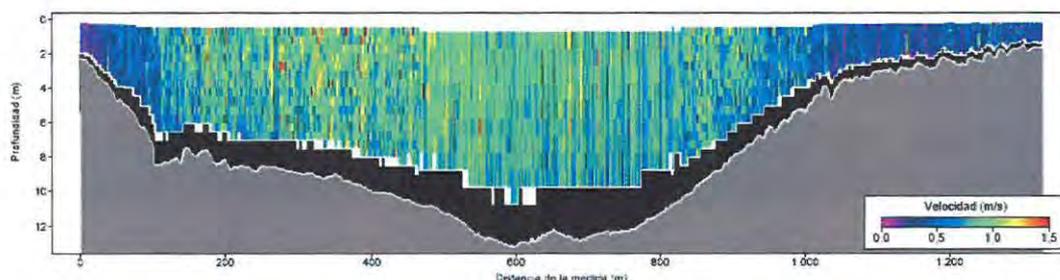
Las cargas para cada parámetro de interés en cada sector del río se calcularon como el producto de la concentración medida por el caudal aforado simultáneamente en dicha sección, expresándolas en unidades de toneladas/día.

En este subprograma de monitoreo en cada sector se releva la concentración del parámetro de interés en tres sitios diferentes: el cuerpo principal del curso (centro) y también sobre cada una de sus dos márgenes (margen izquierda y margen derecha).

Por ello, al momento del cálculo de la carga (producto de la concentración por el caudal) resulta necesario estimar la fracción del caudal aforado que circula por cada parte de la sección de la cual resultan representativos cada uno de los sitios de monitoreo. A tales efectos se ha recurrido a la información que se obtiene con el medidor por efecto Doppler (ADCP) que se utiliza para el aforo, asignando discrecionalmente (en función de

los gradientes de batimetría y de los cambios en los patrones de velocidad) que parte de la sección transversal se asigna a cada sitio de monitoreo.

La figura siguiente ilustra al respecto, tomando como ejemplo el perfil transversal del río realizado durante el aforo de caudal en el sector Casablanca.



Salida del ADCP - Sector Casablanca (0 margen derecha, 1300 margen izquierda).

En este caso se ha considerado que la porción de la sección transversal representada por el sitio de muestreo margen derecha se extiende desde la costa (0) hasta aproximadamente la progresiva 150 m, en tanto el sitio de muestreo margen izquierda resulta representativo de la porción de la sección que va desde la progresiva 1050 m hasta la otra costa (aprox. 1350 m). El resto de la sección transversal queda asignado al sitio de muestreo centro. Nótese que además la velocidad del flujo es sustantivamente diferente en cada una de esas fracciones de la sección transversal, aspecto que también fue tomado en cuenta al momento de estimar la fracción del caudal aforado que circula por cada parte.

Componiendo entonces la porción de la sección transversal asignada con la velocidad media característica de esa porción, y normalizándola respecto a la velocidad media de la sección toda, se calculan los factores de ponderación que resultan para cada uno de los sitios de un sector de monitoreo.

De ese modo, la carga de cada parámetro para cada uno de los distintos sectores (excepto Nuevo Berlín), se calcula de la siguiente manera:

$$Carga = Caudal\ aforado * (F_i * Conc_i + F_c * Conc_c + F_d * Conc_d)$$

donde:  $F_x$  es el factor asignado a cada uno de los sitios x de esa sección.

$Conc_x$  es la concentración medida en el sitio x de ese sector.

i, c, d son los subíndices que identifican a cada uno de los sitios del sector (margen izquierda, centro y margen derecha).

Una situación particular se tiene para el sector Nuevo Berlín, donde el curso se divide en dos brazos (brazo izquierdo y brazo derecho) que han sido caracterizados a través de cuatro sitios de monitoreo y donde el caudal circulante se ha medido individualmente para cada uno de los brazos. Allí se ha procedido de forma similar a la descripta, considerando la carga total transportada en ese sector como la suma de las cargas por cada uno de los dos brazos. Para el brazo izquierdo se ha tomado en cuenta los sitios margen izquierdo y canal izquierdo, en tanto para el brazo derecho se ha utilizado la información de los sitios canal derecho y margen derecho.

Para el caso del sector Nuevo Berlín la expresión del cálculo resulta entonces:

$$Carga = Carga \text{ de brazo izquierdo} + Carga \text{ de brazo derecho}$$

$$Carga \text{ de brazo}_x = Caudal \text{ aforado}_x * (F_{mx} * Conc_{mx} + F_{cx} * Conc_{cx})$$

donde:  $Caudal \text{ aforado}_x$  es el caudal medido en cada uno de los brazos

m, c, x son los subíndices que identifican margen, canal e izquierda o derecha respectivamente

Ponderando los aspectos arriba detallados se llegó a la siguiente distribución del caudal en cada uno de los sectores monitoreados, representada a través del factor F asignado a cada sitio de monitoreo:

#### Resumen de factores asignados a cada sitio en cada sector de muestreo

Monte Caseros-Bella Unión	F margen izquierda	36%
	F centro	41%
	F margen derecha	23%
Belén	F margen izquierda	26%
	F centro	69%
	F margen derecha	5%
	F margen izquierda	7%

Vertedero Represa	F centro	78%
	F margen derecha	15%
Puerto Yerúa	F margen izquierda	14%
	F centro	80%
	F margen derecha	6%
Liebig	F margen izquierda	20%
	F centro	61%
	F margen derecha	19%
Casablanca	F margen izquierda	5%
	F centro	88%
	F margen derecha	7%
Nuevo Berlín brazo izquierdo	F margen izquierda	42%
	F canal izquierdo	58%
Nuevo Berlín brazo derecho	F canal derecho	72%
	F margen derecha	28%
Punta las Rosas	F margen izquierda	10%
	F centro	53%
	F margen derecha	37%
La Concordia	F margen izquierda	16%
	F centro	69%
	F margen derecha	15%

Puede apreciarse que en todos los casos la mayor parte del caudal circula por la porción de la sección que se encuentra caracterizada a través del sitio identificado como "centro", con el grueso circulando por esa porción de la sección y porcentajes relativamente menores por las zonas caracterizadas a través de los sitios identificados como "márgenes". El sector Monte Caseros-Bella Unión es el único que presenta un comportamiento diferente al resto, en tanto allí la distribución de caudal resulta

bastante más uniforme en la sección. En el caso del sector Nuevo Berlín, en ambos brazos hay un predominio de la fracción que escurre por el centro de cada brazo y una fracción menor por las márgenes. Por su parte en el sector Punta las Rosas la mayor parte del caudal escurre por el centro, pero también es significativa la porción que escurre por la margen derecha.

### 3.5.2. Resultados por parámetro

A continuación, se muestra gráficamente la evolución espacial de la carga calculada para cada uno de los parámetros mencionados, a lo largo del período cubierto por este subprograma de monitoreo. La presentación es en la forma de dos gráficos para cada uno de los parámetros de interés, separando según los muestreos desarrollados en cada año (2018 y 2019). El eje x muestra la variación longitudinal de las cargas desde los sectores localizados más aguas arriba hacia los localizados más aguas abajo del tramo compartido. Para cada parámetro, en ambas gráficas se mantiene la misma escala del eje, a los fines de facilitar la comparación de resultados.

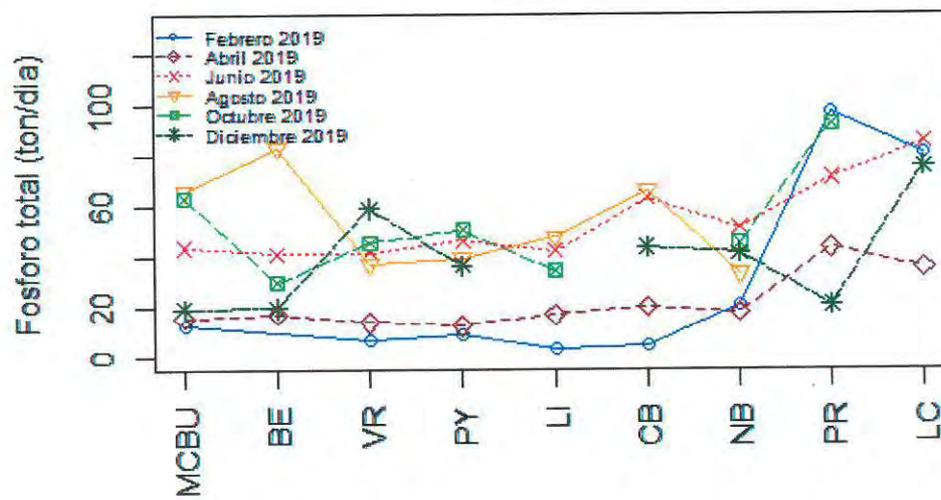
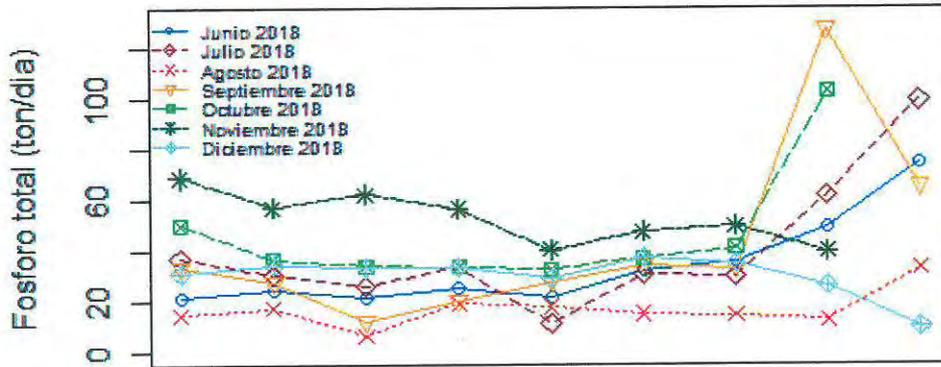
Se identifica asimismo los valores máximos y mínimos calculados en cada caso, especificando el sector y la campaña de muestreo en que ello ha sucedido, así como el valor de la mediana de los datos de carga calculados.

Para los casos en los que no ha sido posible aforar el caudal circulante, o no se cuenta con el dato de concentración informado para algún parámetro, no se calcula ningún valor de carga y eso se expresa como los puntos faltantes en los gráficos presentados.

Al momento de interpretar estos datos de carga debe tenerse presente la menor fiabilidad que los mismos tienen para los sectores ubicados más al sur del tramo (Punta las Rosas y La Concordia), por la influencia que allí introducen las variaciones que experimenta el nivel del estuario del río de la Plata producto de condiciones astronómicas y meteorológicas.

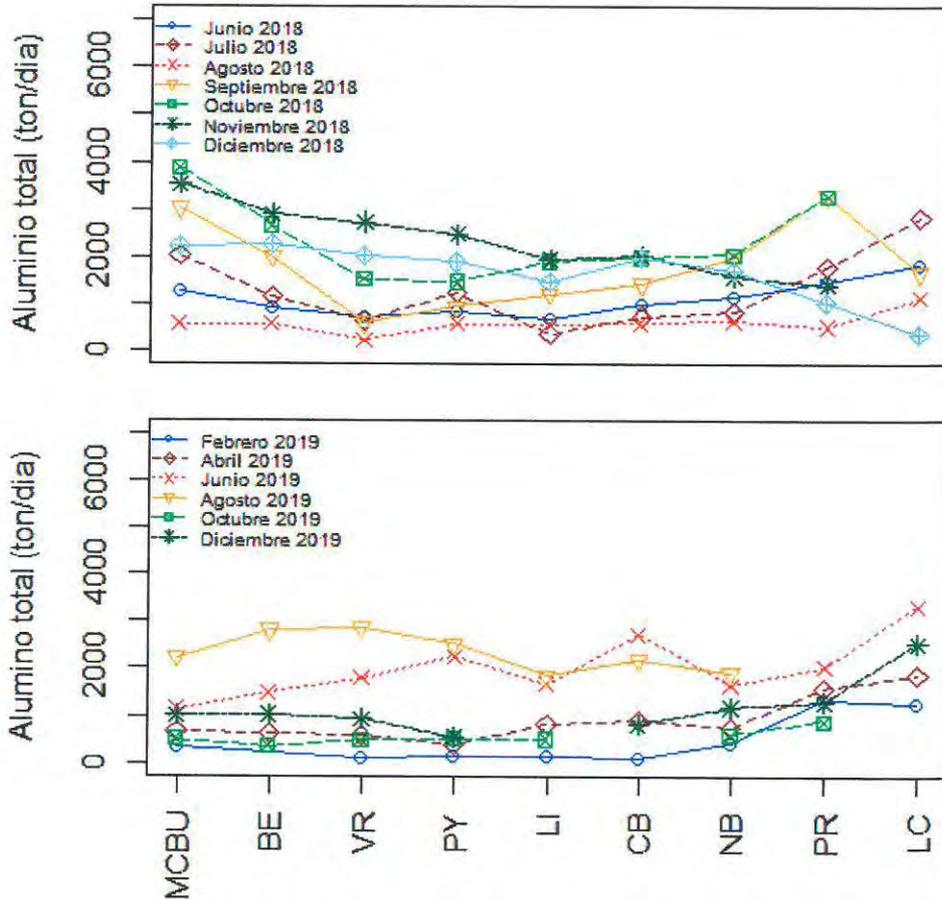
#### **Fósforo total**

La mediana de la carga de fósforo total fue de 33,9 ton./día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 2,5 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Liebig, y el valor máximo fue 127,2 ton/día, registrado en setiembre de 2018 en Punta las Rosas.



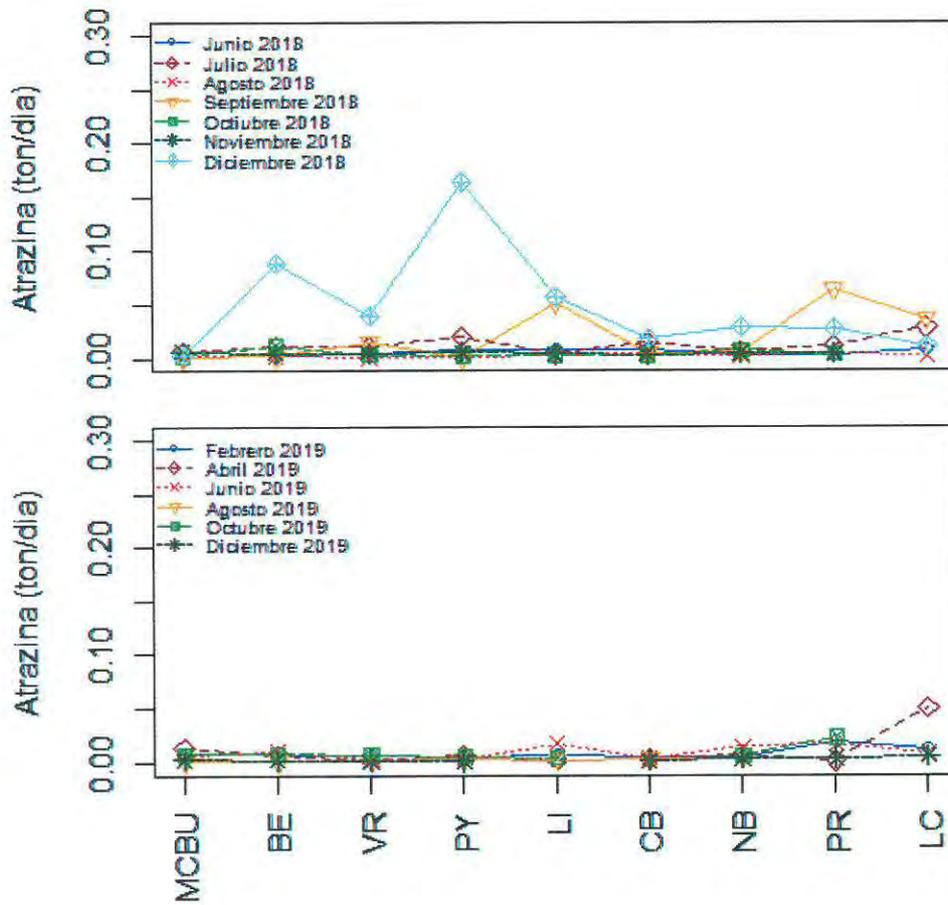
### Aluminio

La mediana de la carga de aluminio total fue de 1264 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 91 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo fue 3888 ton/día, registrado en octubre de 2018 en Monte Caseros-Bella Unión.



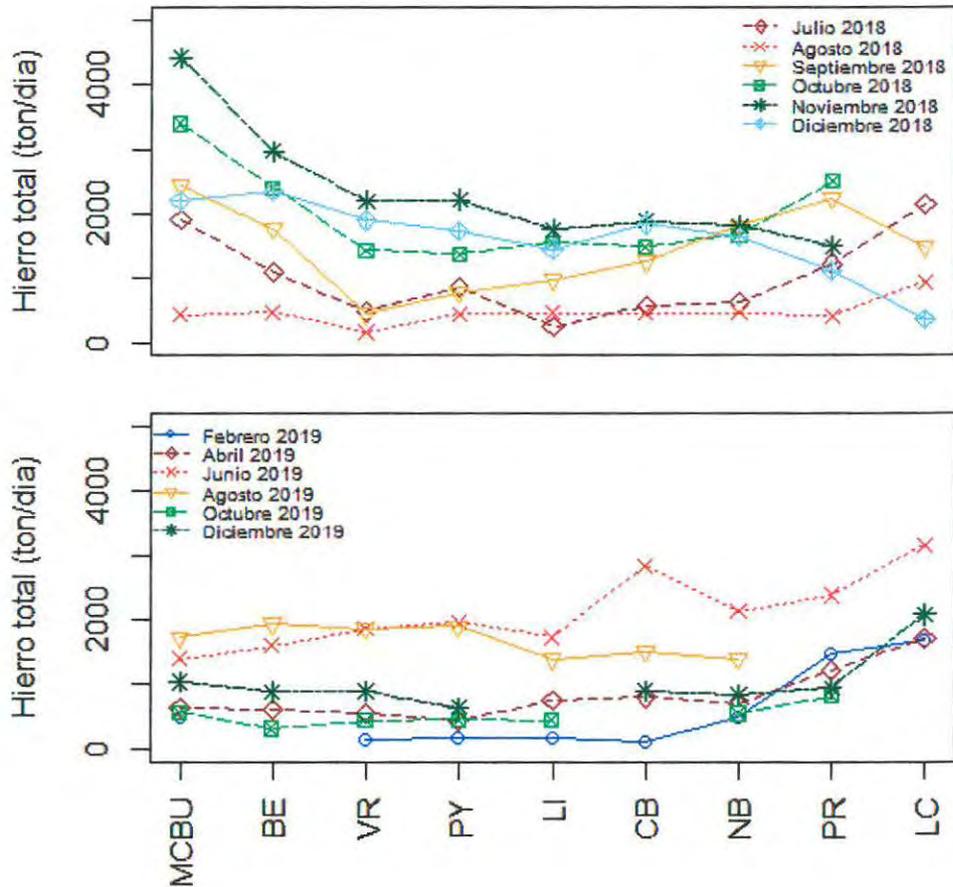
### Atrazina

La mediana de la carga de atrazina fue de 5,0 kg/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 0,4 kg/día, registrado en septiembre de 2018 en el sector Puerto Yerúa, y el valor máximo fue 164 kg/día, registrado en diciembre de 2018 también en Puerto Yerúa.



## Hierro

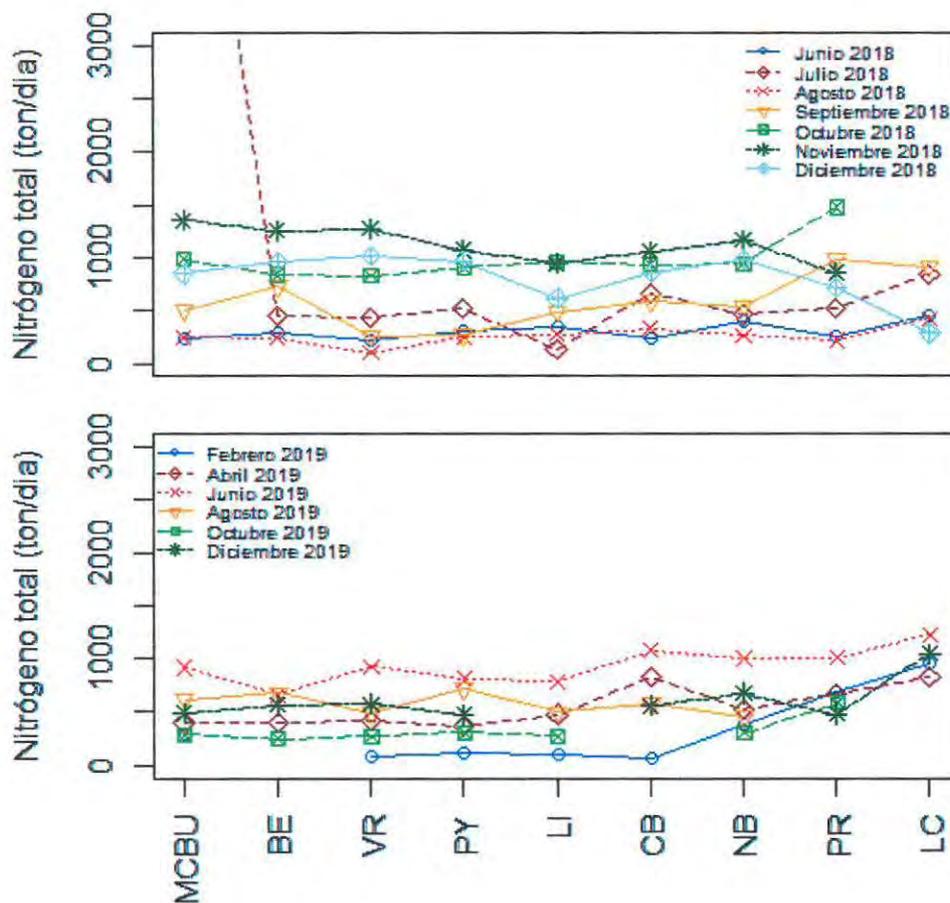
La mediana de la carga de hierro fue de 1324 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 110 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo fue 4419 ton/día, registrado en noviembre de 2018 en Monte Caseros-Bella Unión.



### Nitrógeno

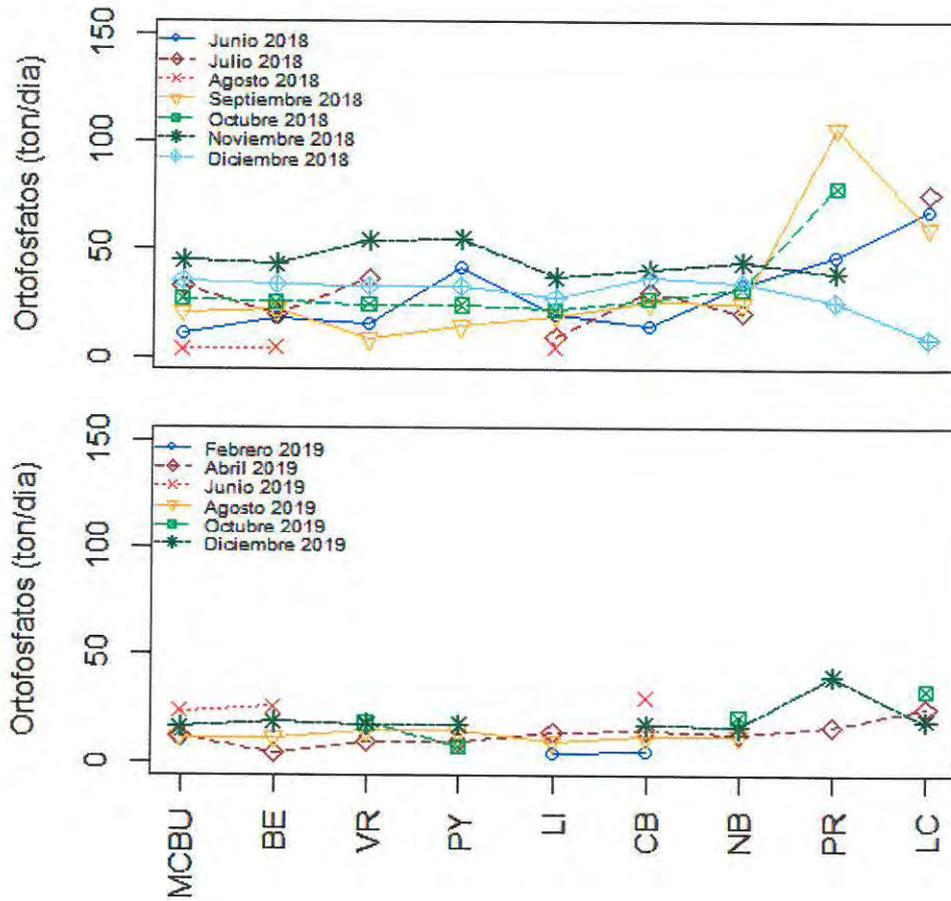
La mediana de la carga de nitrógeno total fue de 555,6 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 64 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo fue 6738,6 ton/día, registrado en julio de 2018 en Monte Caseros-Bella Unión.

Este valor máximo no se visualiza en los gráficos, en función de mejorar la visibilidad del resto de los resultados. No obstante, se podría considerar ese valor como un dato anómalo, debido a su concentración muy superior a cualquier otro valor de concentración de nitrógeno reportado en agua para todas las demás instancias de muestreo.



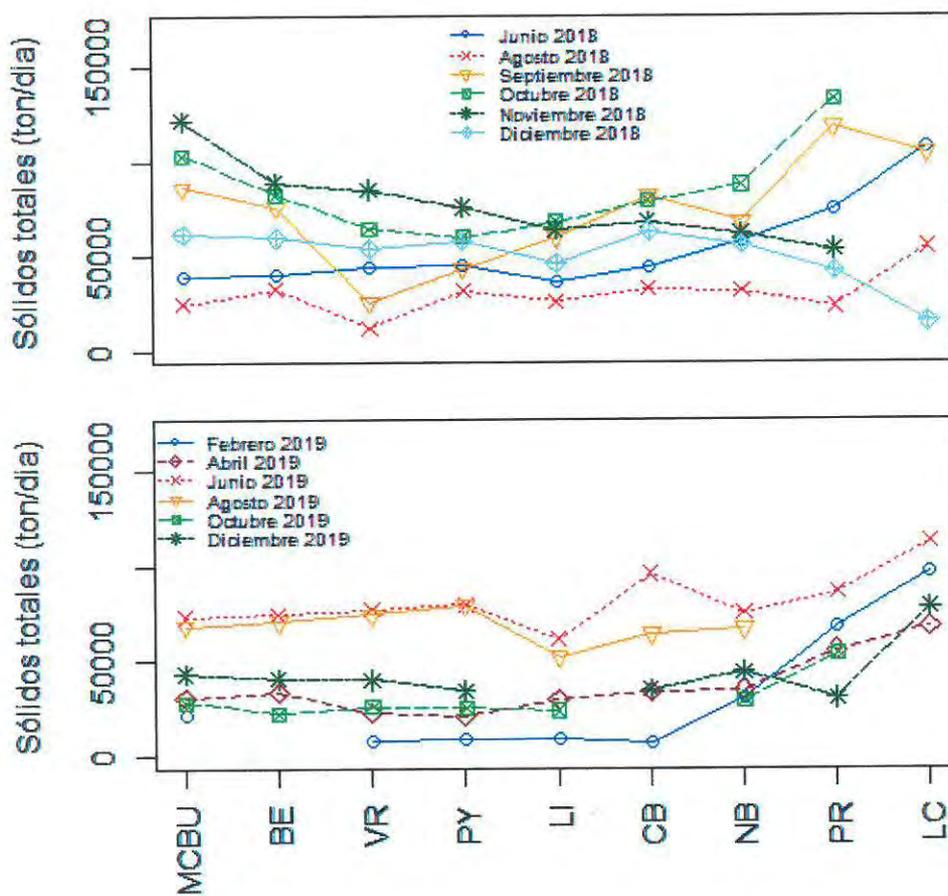
### Ortofosfato

La mediana de la carga de ortofosfato total fue de 20,8 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 3,8 ton/día, registrado en agosto de 2018 en el sector Monte Caseros-Bella Unión, y el valor máximo fue 106,5 ton/día, registrado en septiembre de 2018 en Punta las Rosas.



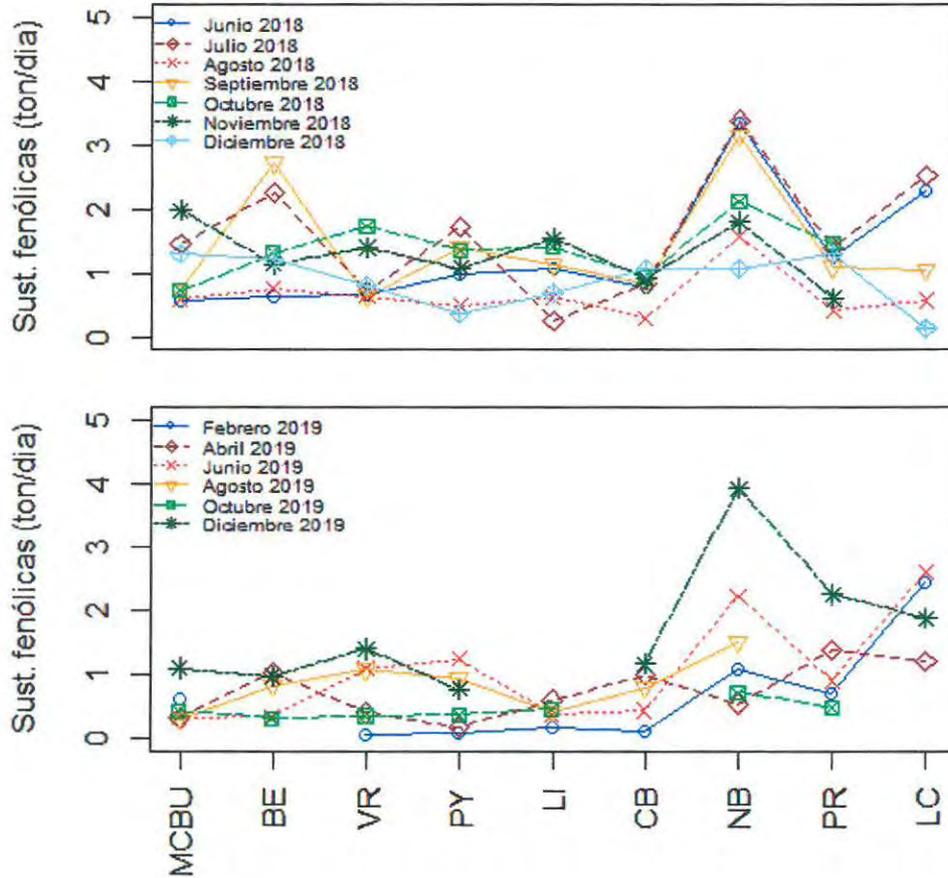
### Sólidos totales

La mediana de la carga de sólidos totales fue de 55276 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 6912 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo de 133030 ton/día, registrado en octubre de 2018 en Punta las Rosas.



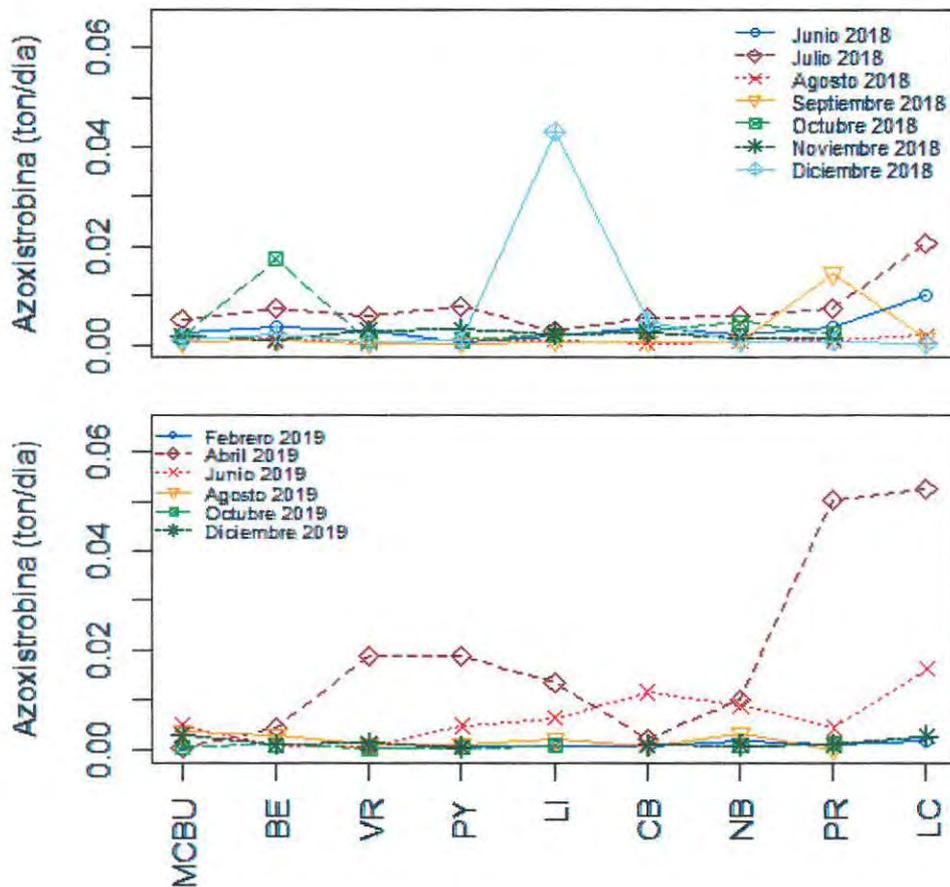
### Fenoles totales

La mediana de la carga de fenoles totales fue de 0,95 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 0,05 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector de Vertedero Represa, y el valor máximo de 3,93 ton/día, registrado en diciembre de 2019 en Nuevo Berlín.



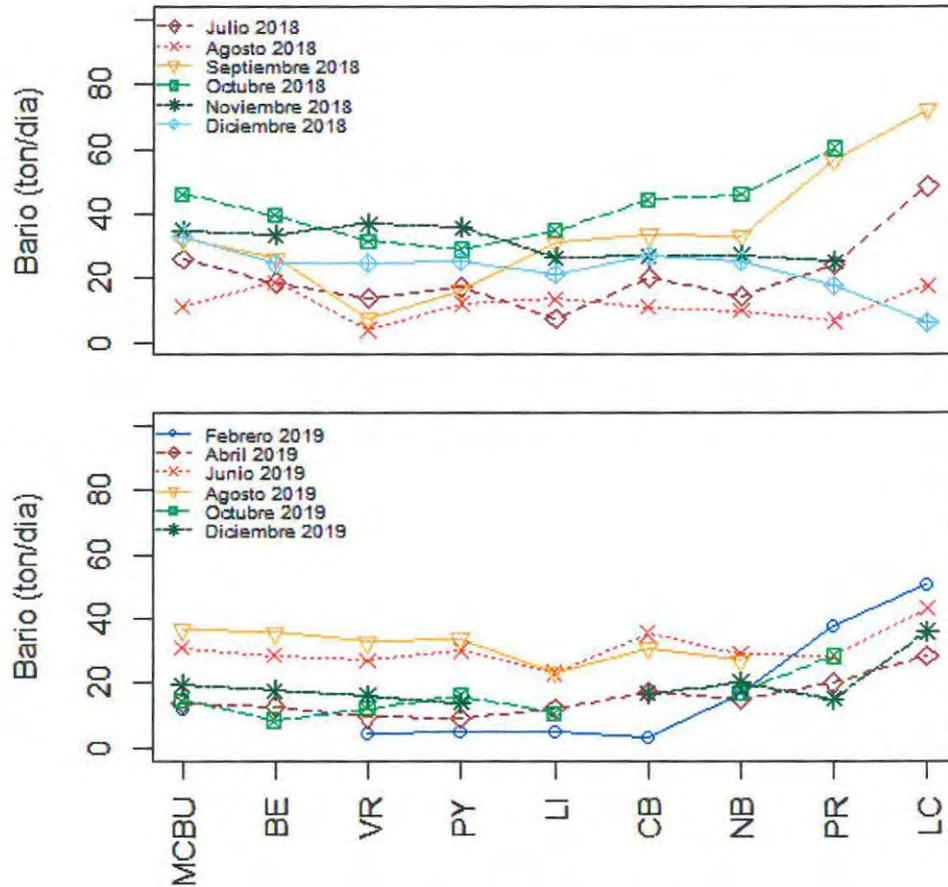
### Azoxistrobina

La mediana de la carga de azoxistrobina fue de 1,7 kg/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 0,2 kg/día, registrado en diciembre de 2018 en el sector de La Concordia, y el valor máximo de 52,5 kg/día, registrado en abril de 2019 también en La Concordia.



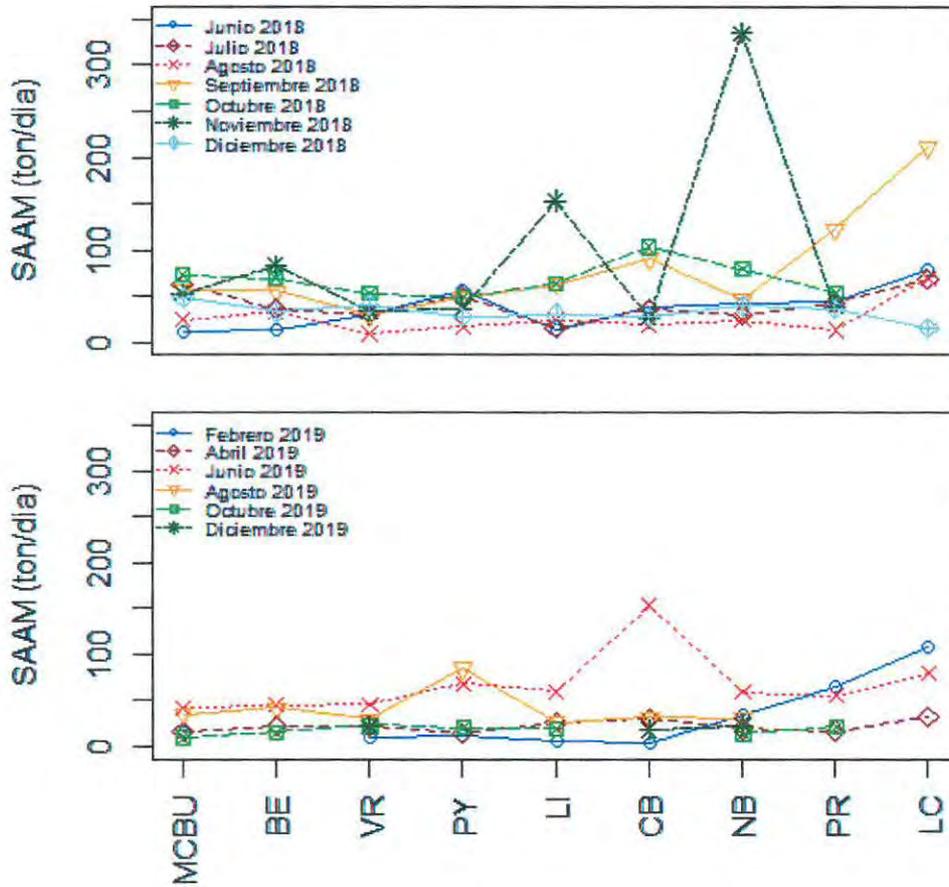
## Bario

La mediana de la carga de bario fue de 24,3 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue 3,6 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo fue 72,1 ton/día, registrado en septiembre de 2018 en La Concordia.



**SAAM**

La mediana de la carga de tensioactivos aniónicos (SAAM) fue de 34,5 ton/día. El mínimo valor calculado para todo el periodo de monitoreo fue de 3,4 ton/día, registrado en febrero de 2019 en el sector Casablanca, y el valor máximo fue 335,0 ton/día, registrado en noviembre de 2018 en Nuevo Berlín.



### 3.5.3. Comentarios finales

La estimación del flujo másico, es decir, las cargas en toneladas por día de cada compuesto que circulan en cada sección, ha permitido cuantificar el ingreso y la exportación aguas abajo del tramo compartido de nutrientes como el fósforo y nitrógeno, de metales como aluminio, hierro y bario, así como de algunos biocidas y fenoles. Para la mayoría de estos compuestos las cargas suelen permanecer relativamente estables a lo largo de todo el tramo compartido dentro de un mismo mes de muestreo. Sin embargo, en base a la recurrencia de algunos patrones de variación en el flujo entre sectores adyacentes en el gradiente longitudinal fluvial, en lo que sigue se resaltan algunos posibles patrones espaciales y su potencial determinante. No obstante, antes de proceder a esto es clave resaltar que la incertidumbre de la estimación de las cargas puede resultar muy elevada en los sectores localizados más aguas abajo -La Concordia y en cierta medida también Punta las Rosas-, debido a la importante incertidumbre que se tiene en la estimación del caudal que por allí circula, por efecto del enlentecimiento y hasta incluso la posible inversión de flujo por algunas partes del perfil transversal del río cuando se está cerca de la descarga en el Río de la Plata y por ello bajo la influencia de las variaciones que experimenta el nivel del estuario producto de condiciones astronómicas y meteorológicas.

Las cargas de ortofosfato, a pesar de su amplia variación entre muestreos, parecen relativamente uniformes a lo largo del tramo compartido objeto de este monitoreo, quizás con la excepción de un leve aumento en el sector Punta las Rosas. Para el caso del fósforo total se mantiene este mismo patrón relativamente uniforme, excepto desde el sector Nuevo Berlín hacia aguas abajo donde las cargas tienen una evolución creciente. En el caso del nitrógeno total parece ocurrir un comportamiento relativamente uniforme con la excepción ya mencionada del valor registrado en el sector Monte Caseros-Bella Unión en julio de 2018.

La carga de aluminio varía considerablemente entre muestreos, seguramente asociado a los cambios en el nivel del río y la turbidez de sus aguas, dado que ambos parámetros (caudal y turbidez) correlacionan positivamente con el nivel de aluminio. En casi la mitad de las campañas aparece un patrón de disminución en la carga de aluminio desde el sector Monte Caseros-Bella Unión (donde las cargas registradas son las máximas) hacia el sector Belén y los sitios ubicados aún más aguas abajo. Esto coincide con resultados observados también en el monitoreo de sedimentos (como se detalla más adelante en este mismo informe), y analizado en conjunto sería indicativo de que parte de la carga de aluminio que viene asociada a los sedimentos provenientes de la cuenca aguas arriba del tramo compartido se deposita en el embalse de Salto Grande, aumentando por ello



la concentración de este metal en los sedimentos de Belén y disminuyendo su concentración en agua en los sitios ubicados aguas abajo del embalse. Adicionalmente se puede observar en algunas ocasiones aumento en las cargas de este metal en los sectores Punta las Rosas y La Concordia. Ese mismo patrón arriba descrito aplica también para las cargas de hierro y de sólidos totales. En el caso del bario se observa un incremento de las cargas en los sectores Punta las Rosas y La Concordia.

La atrazina presenta grandes diferencias en las estimaciones de cargas entre las distintas campañas, siendo registradas las mayores cargas (en el entorno de 160 Kg/día) en la primavera de 2018, en los sectores Puerto Yerúa y (en menor medida) Belén. Este periodo estacional es cuando se suele aplicar herbicidas (como la atrazina) en la preparación de las tierras para los cultivos de verano. Corresponde asimismo resaltar que la atrazina es un plaguicida de venta prohibida en Uruguay desde marzo de 2018 (Resolución 72/2017 DGSA), lo cual podría haber comenzado a influir en las menores cargas observadas hacia la primavera del año siguiente. Con respecto al funguicida azoxistrobina, el hallazgo de picos de cargas hacia la primavera de 2018 (diciembre) y hacia el otoño de 2019 (abril) también podría responder a la aplicación estacional de estos compuestos en las cuencas adyacentes al río, durante el inicio de los períodos de siembra de verano y de invierno respectivamente.

Las cargas de tensioactivos aniónicos (SAAM) poseen una dinámica con aumentos y caídas abruptas entre los distintos sitios, mostrando también una alta variabilidad entre los distintos muestreos. Por ejemplo, los mayores valores de carga en los sectores Liebig y Nuevo Berlín han sido los registrados en noviembre de 2018, mientras que en el sector Casablanca ha sido en junio de 2019. Esta alta variabilidad temporal y espacial -que se asemeja a la observada para las cargas de plaguicidas- puede sugerir un aporte de SAAM desde las cuencas adyacentes originado por actividades agrícolas, dado que diversos detergentes de este tipo son comúnmente utilizados como sustancias coadyuvantes durante la aplicación de fitosanitarios, aunque no se descartan otros posibles orígenes en descargas urbanas o industriales.

Finalmente, para el caso de las sustancias fenólicas, si bien se observa una alta variabilidad en la estimación de cargas entre campañas y entre sectores, con aumentos y disminuciones repentinas, igualmente se destaca un aumento en la carga de compuestos fenólicos que consistentemente se da durante la mayor parte del periodo monitoreado entre los sectores Casablanca y Nuevo Berlín. Estos compuestos son muy diversos y pueden estar conformados tanto por fenoles derivados de actividades industriales y urbanas como incluso ser producto de la descomposición de materia orgánica natural, lo cual impide concluir contundentemente sobre su toxicología. Sin perjuicio de ello corresponde hacer notar que el sector próximo a Nuevo Berlín es la



zona del río con mayor proporción de humedales y vegetación riparia adyacente de todo el curso, lo que podría implicar un frecuente acceso al río de detritos y material vegetal en descomposición acumulado en los humedales sitios en las márgenes e islas del río Uruguay localizadas entre Casablanca y Nuevo Berlín, aunque tampoco se puede descartar un posible ingreso de compuestos fenólicos desde los efluentes urbanos e industriales de la ciudad de Concepción del Uruguay localizada aguas arriba y próxima al sector Nuevo Berlín.



### 3.6. APLICACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA EL RÍO URUGUAY EN EL TRAMO COMPARTIDO ENTRE ARGENTINA Y URUGUAY

Para sintetizar la información sobre calidad de agua obtenida a lo largo del período de estudio, a través de una herramienta que resuma el estado ambiental del río utilizando parámetros relevantes medidos, se siguió una metodología estandarizada planteada por el Canadian Council of Ministers of the Environment para la elaboración de un índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).

Esa metodología sigue utilizar de 8 a 20 parámetros indicadores de la calidad de agua para conformar el índice y plantea que se debe conjugar tres métricas para la valoración: 1) el porcentaje de parámetros que incumplen la normativa (F1 - alcance); 2) la frecuencia de detección de valores que incumplen la normativa (F2 - frecuencia); y 3) la magnitud por la cual cada parámetro se aparta de la normativa (F3 - amplitud).

El resultado final del índice (CCMEWQI) es una gradación del 0 al 100 indicadora de la integridad ambiental del sistema, siendo los valores mayores indicadores de una mejor condición. El índice de calidad de agua se define:

$$CCMEWQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Donde las métricas que emplea para ello están definidas como

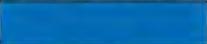
$$F_1 = \left( \frac{\text{Número de parámetros que incumplen}}{\text{Número total de parámetros}} \right) * 100$$

$$F_2 = \left( \frac{\text{Número de determinaciones que incumplen}}{\text{Número total de determinaciones}} \right) * 100$$

$$F_3 = \left( \frac{nse}{nse + 1} \right) * 100$$

$$\text{siendo } nse = \frac{\sum_i^n exc_i}{\text{Total de determinaciones}} \quad \text{y} \quad exc_i = \left( \frac{\text{valor que incumple}_i}{\text{Umbral normativo}_j} \right) - 1$$

El índice establece las siguientes cinco categorías:

Código de color	Rango de valores	Categoría	Interpretación
	95 a 100	Excelente	La calidad de agua es buena con una ausencia virtual de amenazas. Las condiciones son muy cercanas a los niveles naturales o deseables.
	80 a 94	Buena	La calidad de agua generalmente es buena con algún grado menor de amenaza. Las condiciones raramente se apartan de los niveles naturales o deseables.
	65 a 79	Aceptable	La calidad del agua generalmente está en buenas condiciones, pero en ocasiones está amenazada o deteriorada. Las condiciones a veces se apartan de los niveles naturales o deseables.
	45 a 64	Marginal	La calidad de agua está frecuentemente amenazada o deteriorada. Las condiciones a menudo se apartan de los niveles naturales o deseables.
	0 a 44	Pobre	La calidad de agua casi siempre está amenazada o deteriorada. Las condiciones generalmente se apartan de los niveles naturales o deseables.

Corresponde hacer notar que las condiciones de calidad resultantes son función de los parámetros a partir de los cuales se construye el índice, pudiendo por tanto variar la calidad de un curso durante un único período según el grupo de parámetros que se considere.

A partir del presente informe se realizaron ajustes metodológicos con respecto al índice implementado para el período julio a noviembre de 2018. Inicialmente, se agregaron cuatro parámetros y se quitó uno a los trece considerados en el periodo anterior: zinc, detergentes aniónicos y se reemplazó al insecticida endosulfán por la inclusión del herbicida atrazina y el insecticida deltametrina. Adicionalmente, se reemplazó el parámetro amoníaco no ionizable por el parámetro sustancias amoniacales totales. De este modo, en la aplicación de la herramienta se incluye un total de 16 parámetros, conformando un conjunto que resulta particularmente relevante para el río Uruguay, en función de los niveles establecidos en el Digesto de CARU o de las disposiciones de normativas internacionales en la materia en el caso de parámetros no normados en el Digesto. Los 16 parámetros incluidos son las concentraciones de fósforo total, sustancias amoniacales totales, sólidos totales, oxígeno disuelto, compuestos órgano-halogenados (AOX), tensioactivos aniónicos (SAAM), sustancias fenólicas totales, níquel, cobre, zinc, 2,4-D, atrazina, deltametrina, coliformes fecales, clorofila a, y la demanda biológica de oxígeno en cinco días (DBO<sub>5</sub>). Cabe resaltar que en el caso de la deltametrina (para el cual se cuenta con el resultado de dos laboratorios), se optó por utilizar los resultados provenientes del laboratorio INTA a fin de mantener la continuidad temporal.

Los niveles utilizados como referencia normativa para la valoración del índice han sido los siguientes: para los parámetros oxígeno disuelto, sustancias fenólicas totales, níquel, cobre, zinc, 2,4-D y DBO<sub>5</sub> se utilizaron los estándares de calidad de agua establecidos por el Digesto del Río Uruguay para el uso 4. Para los parámetros sólidos totales, fósforo total, sustancias amoniacales totales, compuestos órgano-halogenados (AOX), tensioactivos aniónicos (SAAM), atrazina, deltametrina, coliformes fecales y clorofila a se utilizaron valores guía de calidad de agua tomados de otras normativas internacionales (e.g. ANZECC), según el siguiente detalle: sólidos -100 mg/Lt-, fósforo -



100 µg/Lt-, sustancias amoniacaes totales -0,5 mg/Lt-, AOX -25 µg/Lt -, tensioactivos aniónicos -0,28 mg/L, atrazina -1,8 ng/Lt-, deltametrina -1 ng/Lt-, coliformes -1000 UFC/100 mL- y clorofila -10 mg/Lt.

En la selección de parámetros se ha priorizado contemplar aquellos que se encontraban normados en el Digesto del Río Uruguay vigente al momento de la ejecución de las campañas de monitoreo, complementando con otros parámetros de forma tal que el índice resultante comprenda parámetros fisicoquímicos in situ, nutrientes, metales, contaminantes emergentes (plaguicidas), contaminantes orgánicos persistentes, parámetros biológicos y de efecto en el balance de oxígeno, buscando abarcar variables representativas de distintos usos del río.

A fin de compendiar todos los resultados obtenidos hasta el momento en el marco de este subprograma de monitoreo, se presentan a continuación dos apartados: en el apartado 3.6.1. se presentan los resultados anuales calculados mediante la versión revisada del índice (se incluye un cálculo para el periodo junio a diciembre de 2018 y otro para el periodo enero a diciembre de 2019); en el apartado 3.6.2. se integraron en el cálculo de este índice todos los resultados desde el inicio de la actividad de monitoreo desde junio de 2018 a diciembre de 2019 (un total de 13 campañas de monitoreo).

### 3.6.1. Resultados anuales 2018 y 2019

A partir de la elaboración de este índice de calidad de agua se permite identificar aquellos sitios que, debido a su inferior valoración de calidad de agua, requieren especial atención. Para el año 2019, el índice de calidad de agua elaborado arrojó valores en un rango entre 88,44 en el sitio Belén margen derecha hasta 63,60 en el sitio Monte Caseros-Bella Unión centro. La mayoría de los sitios analizados durante este periodo resultó en un estado de calidad “buena”, a excepción de los sitios Belén centro, Puerto Yerúa centro y Puerto Yerúa margen derecha (todos estos con un resultado de calidad de agua “aceptable”), y el mencionado caso de Monte Caseros-Bella Unión centro, donde la evaluación resultó en un estado de calidad de agua “marginal” (Figuras 3.7.b. y 3.7.e.).

Complementariamente, se completó el cálculo para el periodo junio-diciembre de 2018, con los ajustes metodológicos descritos en el apartado 3.7. La estimación actualizada del índice de calidad de agua para este período resultó en un rango entre un máximo de 87,98 en el sitio Casablanca centro a un mínimo de 36,91 en el sitio La Concordia margen derecha (Figuras 3.7.a. y 3.7.d.). En este caso, las estimaciones de calidad de agua para los 28 sitios de estudio resultaron en 17 ocasiones en un estado de calidad “buena”, mientras que en 8 ocasiones se evaluó un estado de calidad “aceptable” (en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda y centro, Belén margen izquierda, Puerto

Yerúa margen derecha, Liebig margen izquierda, Nuevo Berlín centro izquierdo, Punta las Rosas margen derecha y La Concordia margen izquierda), en tres ocasiones se evaluó una calidad de agua “pobre” (en los sitios La Concordia margen derecha, Casablanca margen derecha y Belén margen derecha).

Se realizan a continuación comparativas y análisis integrales de todos los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de monitoreo desde el inicio de la actividad de monitoreo en junio de 2018. Estas comparativas y extrapolaciones se realizan a título ilustrativo, aclarando que existen factores que inciden en la representatividad de los resultados (por ejemplo, sólo se cuentan con resultados para un periodo parcial del año 2018 -junio a diciembre-, mientras que el año 2019 fue el primer año en que la actividad fue realizada durante un año completo). Adicionalmente, y debido a las particularidades propias del método, la detección de uno o más contaminantes en un momento y a una concentración dada puede incidir en gran manera sobre la estimación final del índice; por ello es esperable que las estimaciones del índice fluctúen ante las detecciones puntuales de contaminantes específicos.

Comparando los años 2018 y 2019, los tres sitios que en el periodo 2018 resultaron en un estado de calidad de agua “pobre”, para el periodo 2019 resultaron en un estado de calidad “buena”, por lo que la evolución positiva fue la de mayor significancia en estos tres casos: el sitio Belén margen derecha pasó de una valoración de 38,09 en 2018 a 88,45 en 2019, el sitio La Concordia margen derecha pasó de una valoración de 36,92 en 2018 a 85,73 en 2019, y el sitio Casablanca margen derecha pasó de una valoración de 40,43 en 2018 a 87,23 en 2019. Por el contrario, las mayores tendencias negativas observadas resultaron en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro (teniendo una valoración “aceptable” en 2018, resultó una valoración “marginal” en 2019), Belén centro y Puerto Yerúa centro (que pasaron ambas de una valoración “buena” en 2018 a una valoración “aceptable” en 2019).

*Índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).*

SITIO	2018	2019
MCBU-MI	79,26	88,40
MCBU-C	76,63	63,60
MCBU-MD	87,27	88,03
BE-MI	79,37	84,48
BE-C	85,58	79,69
BE-MD	38,09	88,45
VR-MI	85,58	87,89
VR-C	80,31	88,06



VR-MD	86,06	84,77
PY-MI	82,86	84,06
PY-C	87,78	72,43
PY-MD	78,34	74,62
LI-MI	74,90	88,40
LI-C	86,44	88,38
LI-MD	83,45	87,60
CB-MI	84,24	87,38
CB-C	87,99	88,10
CB-MD	40,43	87,23
NB-MI	86,03	86,29
NB-CI	79,77	87,17
NB-CD	80,65	84,57
NB-MD	84,12	87,18
PR-MI	87,21	84,39
PR-C	83,37	83,06
PR-MD	75,13	81,67
LC-MI	79,30	80,85
LC-C	84,12	83,86
LC-MD	36,92	85,73

### 3.6.2. Resultados para el periodo 06-18 al 12-19

A continuación, se reportan los cálculos del índice de calidad de agua utilizando todo el periodo desde el inicio de la actividad de monitoreo, en junio de 2018, hasta diciembre de 2019 (Figuras 3.7.c. y 3.7.f.). Las valoraciones más elevadas del índice se observan en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecha (84,38 puntos), Liebig centro (84,26) y Casablanca centro (84,70). En estos casos se observa que las bajas valoraciones del periodo 2018 inciden en el resultado final de esta versión del cálculo, donde los sitios Belén margen derecha, Casablanca margen derecha y La Concordia margen derecha resultan en una valoración “pobre” del estado de calidad de agua (36,90, 39,72 y 37,20 puntos respectivamente).

Los parámetros que mayor incidencia tienen en cuanto a la disminución del índice de calidad de agua son: por un lado la deltametrina, sustancia que si bien fue detectada en escasas ocasiones, las elevadas concentraciones con respecto a los valores umbrales adoptados en las que fue detectada incidieron fuertemente en la valoración del índice; por el otro lado las sustancias fenólicas, el cobre y los sólidos totales, parámetros para los que son frecuentes las excedencias en concentración respecto a los valores umbrales

adoptados (más de un 58%, 51% y 15% de las ocasiones respectivamente). En contrapartida, los parámetros DBO<sub>5</sub>, 2,4-D, oxígeno disuelto, sustancias amoniacaes y atrazina, nunca han presentado excedencias a los valores umbrales determinados en ninguna de las determinaciones realizadas, por lo que su incidencia en el valor del índice es muy limitada.

*índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).*

SITIO	06/18 a 12/19
MCBU-MI	80,49
MCBU-C	65,10
MCBU-MD	84,38
BE-MI	73,45
BE-C	76,38
BE-MD	36,90
VR-MI	83,67
VR-C	77,38
VR-MD	80,69
PY-MI	80,26
PY-C	76,19
PY-MD	72,52
LI-MI	73,21
LI-C	84,26
LI-MD	80,61
CB-MI	82,88
CB-C	84,70
CB-MD	39,72
NB-MI	83,19
NB-CI	76,89
NB-CD	76,39
NB-MD	82,86
PR-MI	80,85
PR-C	76,72
PR-MD	75,34
LC-MI	73,37
LC-C	80,68
LC-MD	37,20



Se reitera finalmente la alta dependencia que tienen los valores resultantes de aplicar esta métrica del CCMEIWQ de los parámetros adoptados para su conformación y de los correspondientes niveles empleados como referencia normativa. En tal sentido, la interpretación de los resultados del índice nunca debe realizarse desacoplada del análisis más general que involucra a la totalidad de los parámetros objeto de monitoreo.

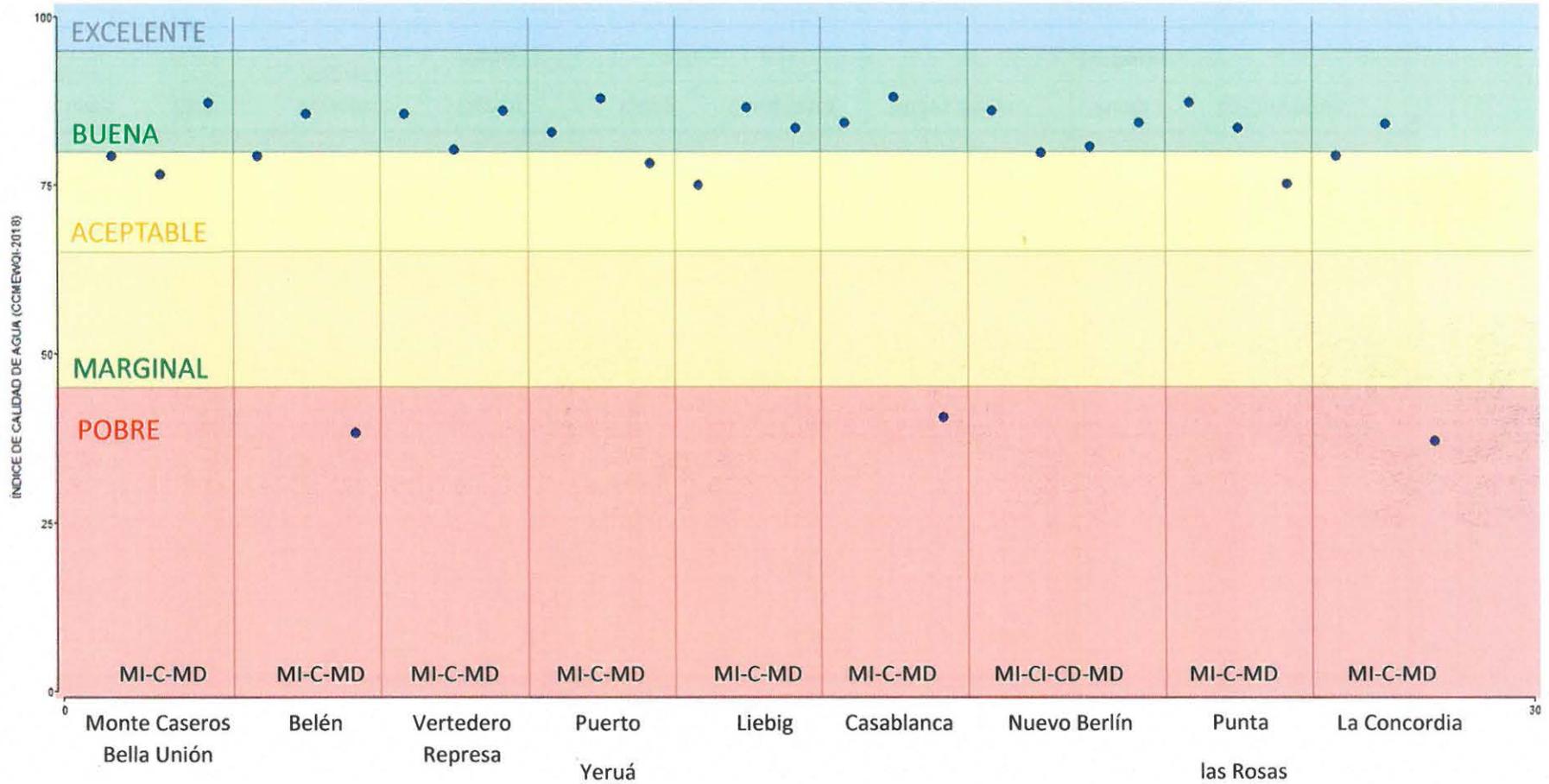


Figura 3.7.a.: Índice de calidad de agua para el periodo junio a diciembre de 2018, siguiendo la metodología estandarizada planteada por el Canadian Council of Ministers of the Environment para la elaboración de un índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).

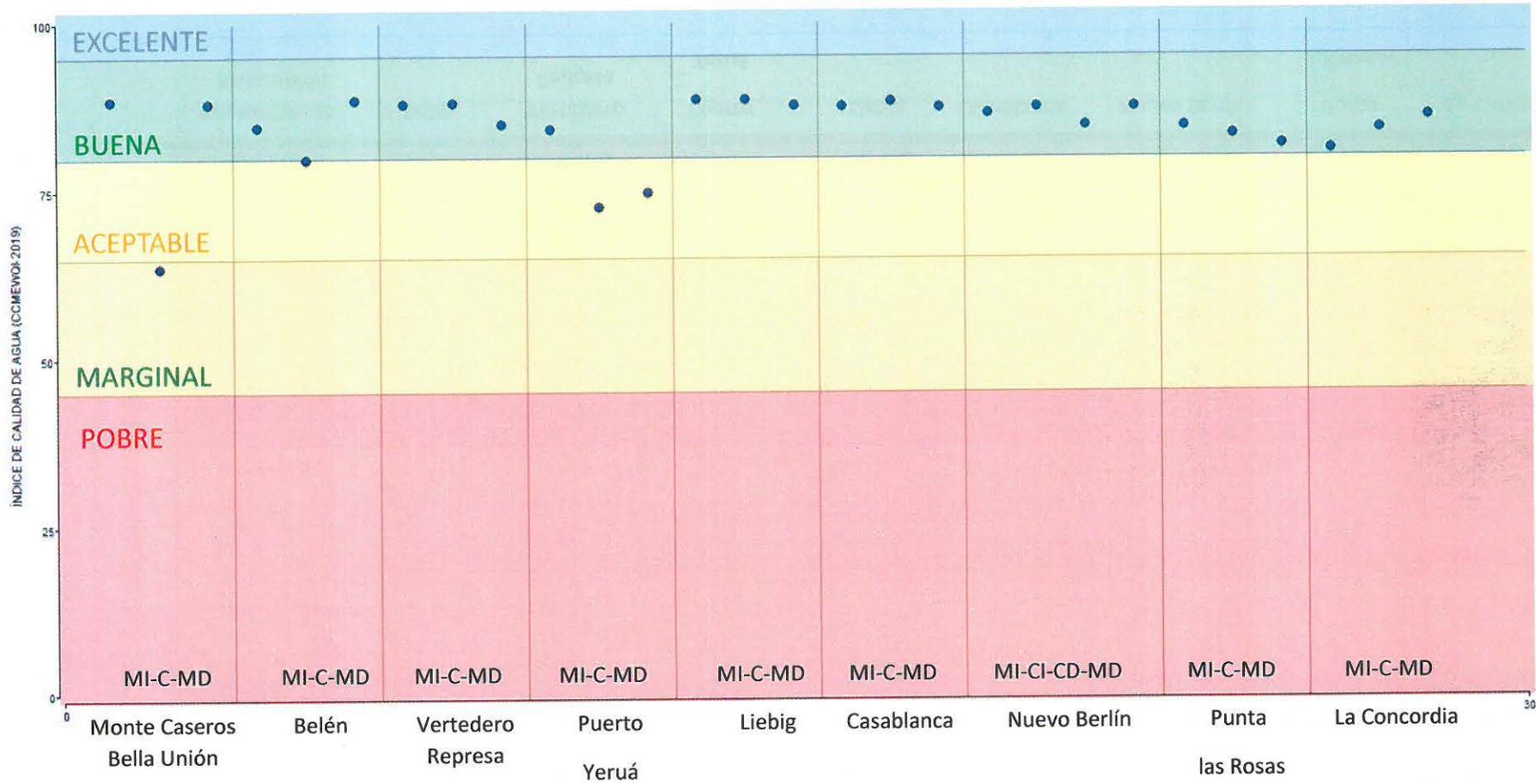


Figura 3.7.b.: Índice de calidad de agua para el año 2019, siguiendo la metodología estandarizada planteada por el Canadian Council of Ministers of the Environment para la elaboración de un índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).

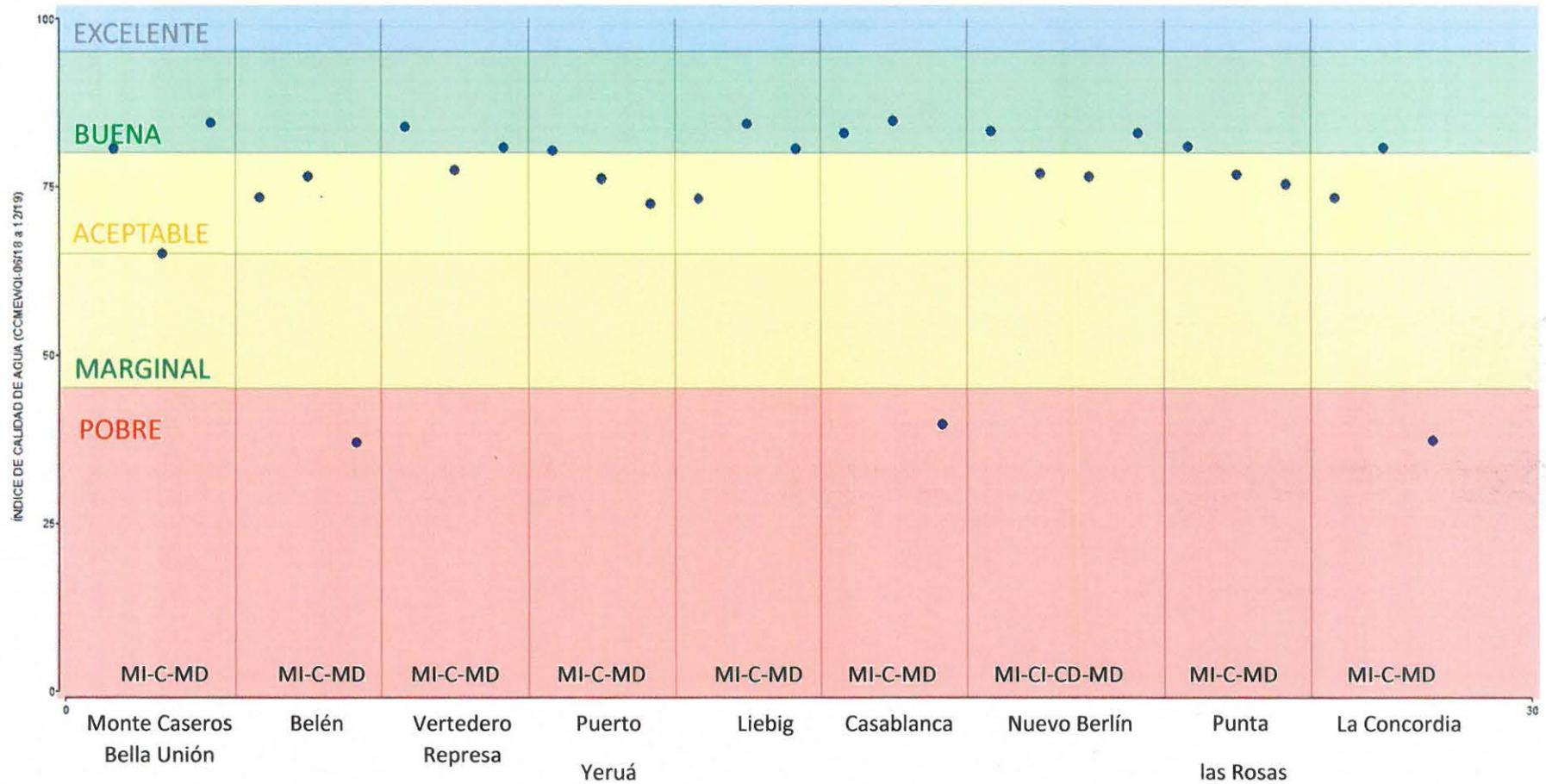


Figura 3.7.c.: Índice de calidad de agua para el periodo junio de 2018 a diciembre de 2019, siguiendo la metodología estandarizada planteada por el Canadian Council of Ministers of the Environment para la elaboración de un índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index).

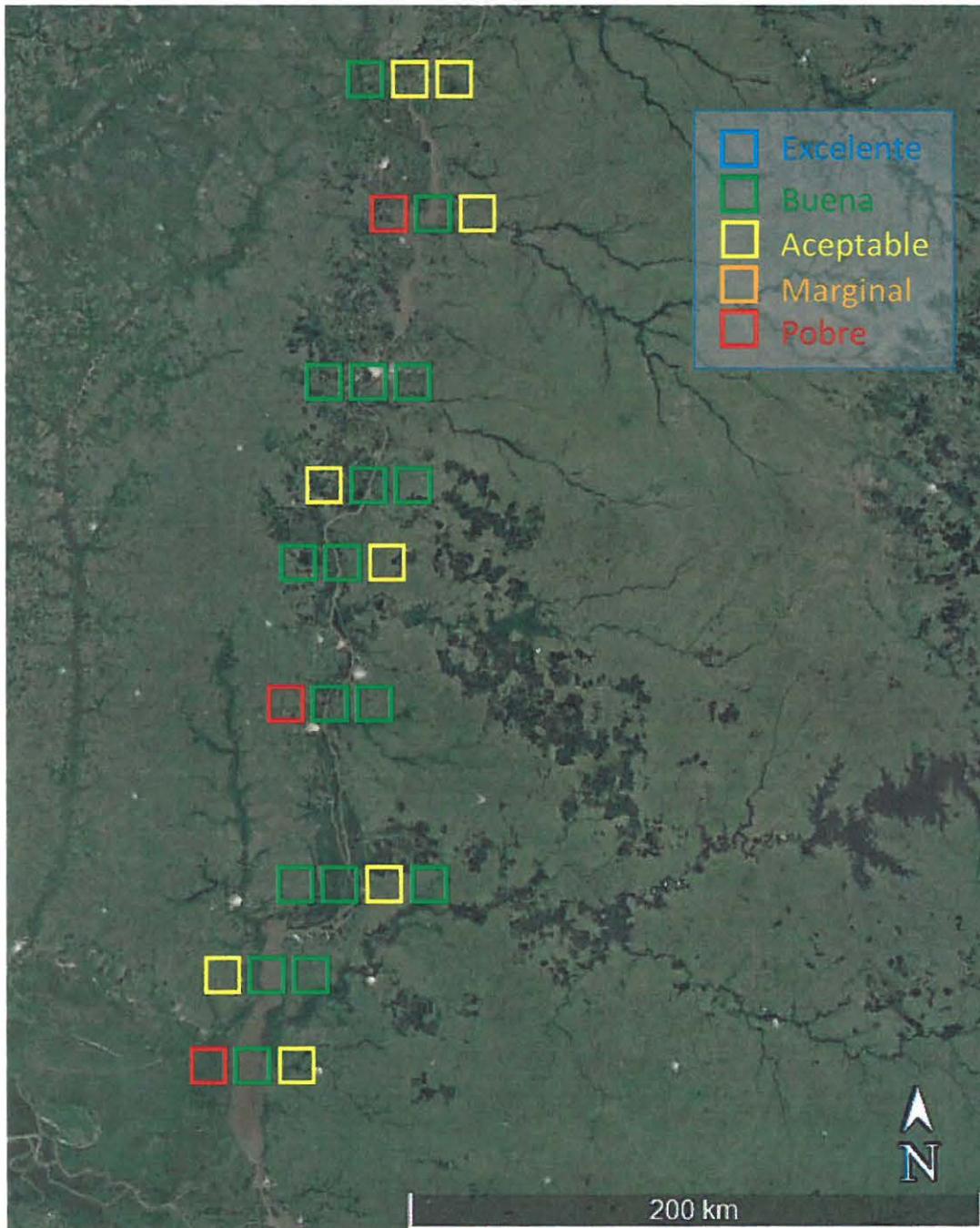


Figura 3.7.d.: Representación espacial de la estimación del índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index) para el periodo junio a diciembre de 2018 (imagen obtenida de Google Earth®).

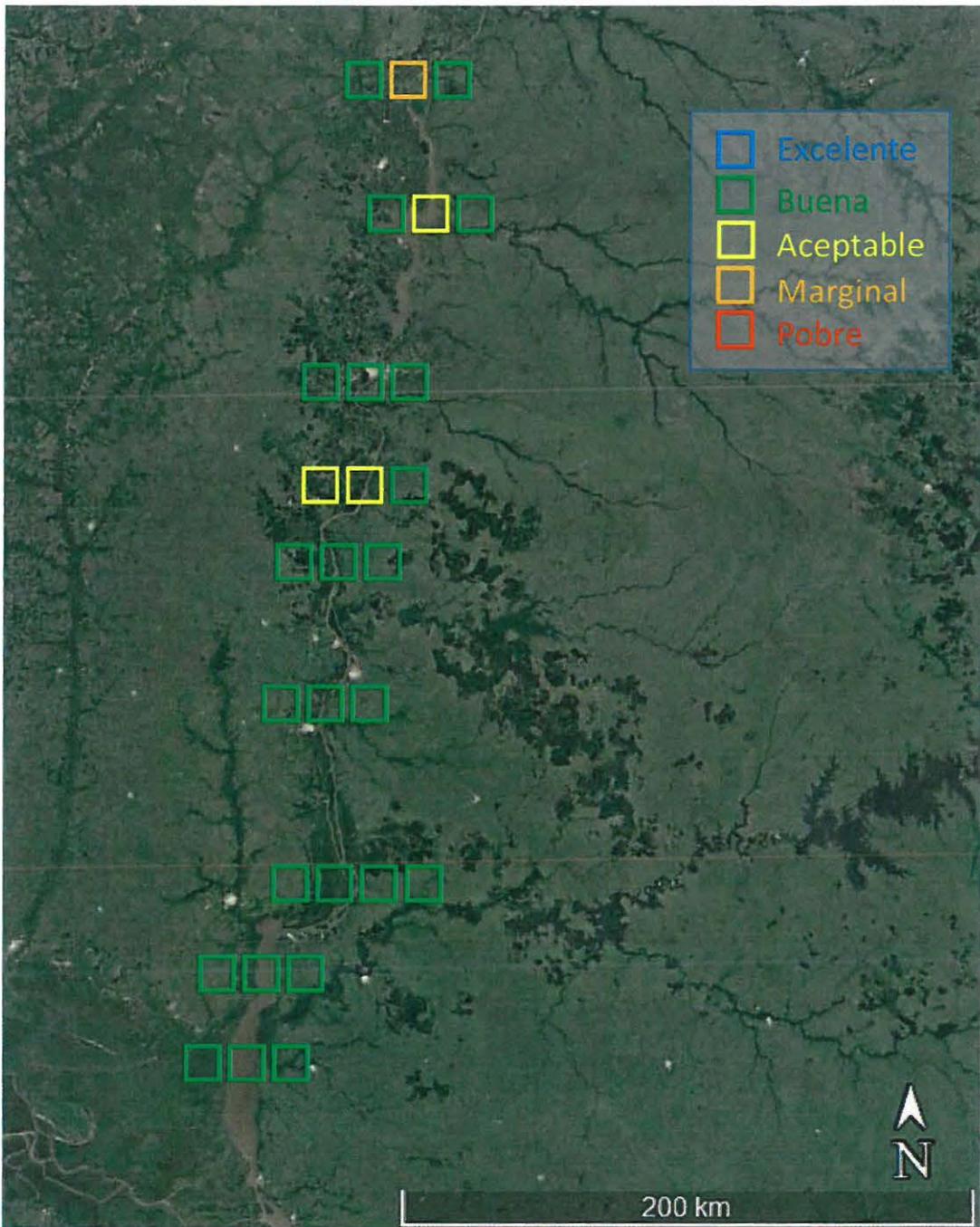


Figura 3.7.e.: Representación espacial de la estimación del índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index) para el año 2019.

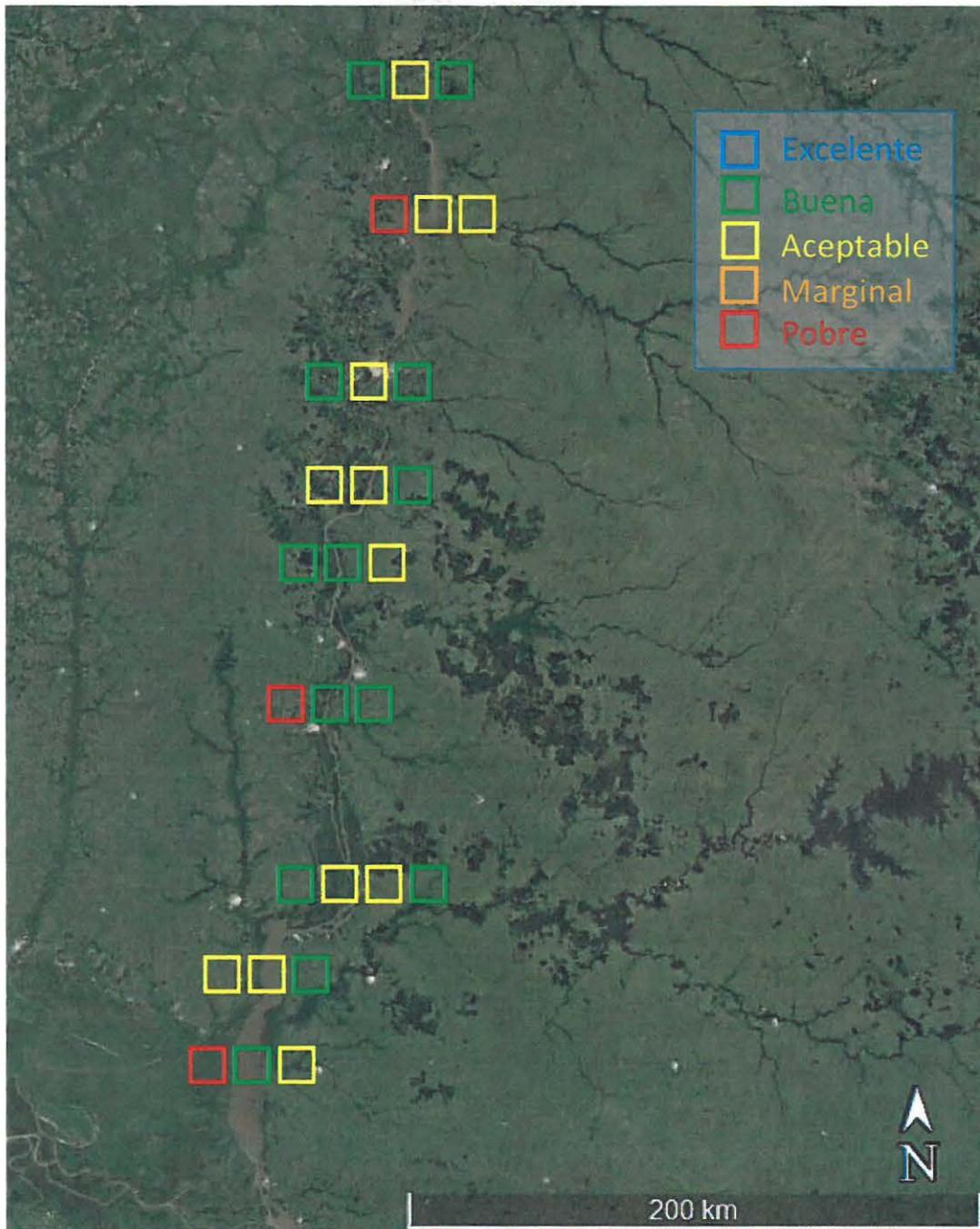


Figura 3.7.f.: Representación espacial de la estimación del índice de calidad de agua (CCME Water Quality Index) para el periodo junio de 2018 a diciembre de 2019 (imagen obtenida de Google Earth®).

### 3.7. CONCLUSIONES FINALES DE LA MATRIZ AGUA

En términos generales, en cada instancia de muestreo se observa que la evolución del caudal a lo largo del curso tiene una tendencia que acompaña la creciente área de cuenca que resulta comprendida, con la salvedad de aquellos sectores ubicados más hacia aguas abajo (Punta las Rosas y La Concordia) donde se puede frecuentemente apreciar el efecto que introduce la variación de niveles del Río de la Plata, la que fuerza o frena el flujo por el río Uruguay según la ocasión. En referencia a las variaciones del caudal del río resulta además importante destacar la presencia de la represa de Salto Grande, la cual controla por una parte los caudales que escurren aguas abajo de ella, pero a la vez regula también -como consecuencia de su operación- el comportamiento del sector Belén ubicado próximo a la cola del embalse de la represa.

Se destaca que existe una correlación negativa entre la transparencia, la turbidez y las concentraciones de hierro, aluminio y sólidos totales, lo que indicaría que en algunos puntos del río (por ejemplo, en la desembocadura de los grandes tributarios como el río Cuareim y el río Gualaguaychú) se produce un abundante ingreso de sólidos conteniendo metales adsorbidos y en consecuencia produciendo el aumento de la turbidez. Generalmente los menores valores de transparencia son los registrados en el sitio Punta las Rosas margen derecha, seguido por la margen izquierda y el centro de Monte Caseros-Bella Unión, el centro y la margen derecha de Vertedero Represa y la margen izquierda de Puerto Yeruá, aunque las diferencias entre esos sitios no resultan significativas. Respecto de la turbidez, las medidas más altas se registran nuevamente en los sitios Monte Caseros-Bella Unión centro y margen izquierda y en el sitio Punta las Rosas margen derecha. Para el caso de los sólidos totales también el sector Punta las Rosas es el que registra los valores más elevados (siendo margen derecha el único sitio que presenta diferencias significativas respecto del resto de los sitios para los sólidos disueltos), seguido por los sectores Monte Caseros-Bella Unión y La Concordia y también en la margen derecha de Liebig. En cuanto a la presencia de metales los mayores valores de aluminio se encuentran en el sitio Punta las Rosas margen derecha y en términos generales en los sitios ubicados hacia el sur del tramo monitoreado (La Concordia margen derecha, Punta las Rosas centro y Nuevo Berlín centro derecho y margen derecha), así como también en los sitios Liebig margen derecha e izquierda y Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda. Similar comportamiento se observa también para el hierro, dado que sus mayores valores se registran en Punta las Rosas margen derecha, seguidos por Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda y, cercanos a este último, Monte Caseros-Bella Unión centro, La Concordia margen derecha y todo el sector Liebig. El zinc en contrapartida presenta un patrón diferente, puesto que los mayores valores de este parámetro se registran sobre la margen izquierda en los sectores ubicados más al sur del tramo monitoreado (Punta las Rosas y La Concordia).



Similar al patrón descrito precedentemente existe un previsible grado de correlación positiva entre la dureza, la alcalinidad, la conductividad, el calcio y algunos otros cationes -como el magnesio- y aniones -como los sulfatos-. Todos estos parámetros presentan sus valores más elevados en el sector Punta las Rosas, fundamentalmente en la margen derecha, seguidos generalmente por los registros de la margen izquierda de La Concordia y de la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión, y en algunos casos por los obtenidos en la margen derecha de La Concordia y en las márgenes izquierdas de Casablanca y Nuevo Berlín. Esto reflejaría un patrón como el descrito con relación al aporte de los tributarios, pero con algún grado de combinación con otros aportes puntuales. Cabe asimismo destacar que para estos parámetros se esboza también un patrón de leve incremento en sus concentraciones conforme el río fluye aguas abajo, desde Monte Caseros-Bella Unión hasta La Concordia. Sin perjuicio de ese comportamiento general, un par de sectores específicos exhiben un comportamiento particular que se expresa tanto en los análisis univariados como multivariados con diferencias estadísticamente significativas respecto de otros sectores. Por una parte, el sector Monte Caseros-Bella Unión, al ingreso del tramo compartido, que destaca por sus elevadas concentraciones de sólidos y de algunos metales que con ellos se acarrearán (tales como hierro, aluminio y manganeso), buena parte de los cuales quedan retenidos por el comportamiento léntico del embalse de Salto Grande que evita que tal señal se propague hacia aguas abajo. Por otra parte, el sitio Punta las Rosas margen derecha, localizado aguas abajo de la desembocadura del río Gualaguaychú y posiblemente en la zona de influencia de su descarga en el río Uruguay, que resulta ser aquel que presenta las mayores concentraciones de sólidos totales suspendidos y fijos y también de calcio, así como la mayor alcalinidad de entre todos los sitios analizados. Punta las Rosas margen derecha comparte con el sector Monte Caseros-Bella Unión las mayores concentraciones de manganeso detectadas en todo el monitoreo, y con los sitios del sector Belén y con la margen izquierda de La Concordia las mayores concentraciones de clorofila a. Coincidentemente los valores de concentraciones de los nutrientes registrados en Punta las Rosas margen derecha (fósforo total, ortofosfato y nitrógeno total Kjeldhal) también han sido los más elevados de todos los que se determinaron en las campañas realizadas, si bien esas concentraciones han sido muy variables en el tiempo y por ello no muestran diferencias estadísticamente significativas con el resto de los sitios monitoreados.

En el sentido de lo que ha sido hasta ahora expuesto puede interpretarse que gran parte de la variabilidad observada en los parámetros mencionados respondería al efecto de las variaciones en el nivel y el caudal del río, causado por las precipitaciones que ocurren en la cuenca. En este sentido, conforme el caudal aumenta se registra mayor turbidez en el agua debido a una mayor carga de sólidos en suspensión, lo cual disminuye la transparencia a la vez que aumenta las concentraciones de algunos metales tales como

hierro y aluminio, y también de algunos nutrientes como el fósforo que suele hallarse asociado al arrastre de suelos desde las cuencas adyacentes que ingresan por los cursos tributarios. Esta dinámica resalta el rol de la erosión del suelo como una de las principales fuentes de entrada de varios de los contaminantes hallados en el agua del río.

Respecto a la distribución espacial de la contaminación orgánica en el río, se observa que 14 de los 28 sitios de muestreo resultan con algún valor elevado de contenido de materia orgánica y de nutrientes en el agua. No obstante, son solo 9 los sitios que concentran los mayores valores según se explicita a continuación. Punta las Rosas margen derecha presenta valores elevados de diversos parámetros relacionados con la contaminación orgánica, como DBO<sub>5</sub>, DQO, carbono orgánico total y disuelto, amoníaco total, amoníaco no ionizable, fósforo total, ortofosfato, nitrito y nitrógeno total Kjeldhal, siendo en muchos casos el sitio donde se registran las concentraciones significativamente mayores de todo el tramo de estudio. Asimismo, Punta las Rosas centro presenta valores elevados de DBO<sub>5</sub>, carbono orgánico disuelto y total, amoníaco total, nitratos y nitritos, y La Concordia margen izquierda presenta valores elevados de DQO, carbono orgánico total y disuelto, amoníaco total, amoníaco no ionizable y nitritos (nótese que estos sectores Punta las Rosas y La Concordia son los más próximos a las desembocaduras del río Guleguaychú y del río Negro). En los casos de los sitios Nuevo Berlín margen derecha (valores elevados de carbono orgánico total, amoníaco total, nitratos y nitritos) y Casablanca margen izquierda (valores elevados de DQO, carbono orgánico disuelto, fósforo total y nitritos), ambos sitios se encuentran aguas abajo y próximos de centros urbanos que podrían determinar la presencia de estas sustancias en el agua (las ciudades de Concepción del Uruguay y Paysandú, respectivamente). Los otros cuatro sitios con valores elevados para algunos nutrientes son Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda (con valores elevados de DQO, carbono orgánico total y amoníaco total), La Concordia margen derecha (con valores elevados de DBO<sub>5</sub>, nitratos y nitrógeno total), Belén margen izquierda (con valores elevados de DBO<sub>5</sub>, amoníaco no ionizable y fósforo total) y Vertedero Represa margen derecha (con valores elevados de DBO<sub>5</sub>, DQO y carbono orgánico total).

En cuanto al comportamiento y evolución de los compuestos de fósforo a lo largo del río, el contenido de fósforo presenta correlaciones positivas, aunque débiles, con la concentración de carbono orgánico disuelto y con la concentración de algunos sólidos. La media más alta de fósforo total ocurre en Punta las Rosas margen derecha, y los valores puntuales más elevados para este parámetro se han registrado en los sitios Casablanca margen izquierda, Monte Caseros-Bella Unión centro, Punta las Rosas margen derecha, Belén margen izquierda y Puerto Yerúa margen derecha. Por su parte el ortofosfato presenta correlaciones positivas débiles con la concentración de cationes,



la dureza, la alcalinidad, la conductividad y la concentración de sólidos. La media más alta de ortofosfato ocurre también en el sitio Punta las Rosas margen derecha, y los valores puntuales mayores se han registrado en los sitios Puerto Yerúa margen izquierda, Nuevo Berlín centro izquierdo y Punta las Rosas margen derecha.

Los valores máximos de clorofila (tanto determinada in situ como en laboratorio) en el sitio Punta las Rosas margen derecha durante el mes de febrero de 2019 son coincidentes con máximos relativos en los parámetros conductividad y turbidez, y con un mínimo relativo en la transparencia, lo que podría indicar que durante el muestreo de ese mes existió una significativa presencia de algas cuya biomasa podría verse favorecida por los elevados valores antes mencionados de nutrientes y de materia orgánica que en ese sitio frecuentemente ocurren. Es de destacar que los mayores registros de clorofila a medida in situ corresponden al sector Belén (cola del embalse Salto Grande) y a los sectores Punta las Rosas y La Concordia, donde se han observado algunos eventos de aparición de floraciones algales. Los tres sitios con concentraciones más elevadas de clorofila a (Punta las Rosas margen derecha, La Concordia margen derecha y Belén margen izquierda) coinciden además en elevados valores de demanda bioquímica de oxígeno. Adicionalmente los sitios Belén margen izquierda y Punta las Rosas margen derecha presentan valores elevados de amoníaco total y de fósforo total y en el sitio La Concordia margen derecha se registran valores elevados de nitrógeno. Además de estos sectores, se puede observar también algún valor elevado de clorofila a -medida en laboratorio- en el sector Vertedero Represa. Respecto de las concentraciones de feofitina, compuesto proveniente de la degradación de la clorofila a, los valores máximos se presentaron en el sector Belén y en el sitio La Concordia margen izquierda, lo que resulta coincidente con lo expresado sobre el parámetro clorofila a.

En similar sentido, los valores más elevados de cianobacterias potencialmente tóxicas se detectan en los sitios Punta las Rosas margen izquierda y La Concordia margen izquierda, aunque también ocurren valores elevados de cianobacterias en la margen derecha de La Concordia, en el centro de Punta las Rosas, en el centro izquierdo de Nuevo Berlín, en la margen derecha de Liebig y en el centro de Vertedero Represa. Sin embargo, todos los valores que se obtienen están comprendidos en lo que se denomina "alerta baja" según el criterio de Chorus & Bartram (1999), o "Vigilancia, con riesgo bajo o nulo" según el criterio que utiliza CARU en su programa de vigilancia de playas en el río Uruguay.

Respecto a otros posibles orígenes de varios de los contaminantes encontrados, es pertinente marcar que los niveles de amonio muestran un leve grado de correlación con la presencia de enterococos, lo que podría indicar la existencia de vertidos puntuales provenientes de los grandes centros urbanos de la cuenca. Del mismo modo, los

mayores valores de amoníaco total ocurren en los sitios Puerto Yeruá margen derecha, Punta las Rosas margen derecha y Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda y también en el sector Casablanca, lo que resulta coincidente con el ingreso de afluentes significativos al río en las inmediaciones y también con la descarga de efluentes de ciudades ribereñas ubicadas aguas arriba de cada uno de ellos. Los sectores Puerto Yeruá, Casablanca, Monte Caseros-Bella Unión y Nuevo Berlín son también aquellos en los que se registran los mayores valores del parámetro enterococos.

Innegablemente asociada a la presencia de conglomerados urbanos muy próximos a las márgenes en algunos sectores aparecen evidencias de contaminación bacteriológica. Respecto de la presencia de la bacteria *Escherichia coli*, los patrones que se observan son similares a los de enterococos, siendo que los mayores valores ocurren en el sitio Puerto Yeruá margen derecha seguidos por los de la margen izquierda del mismo sector. También se observan valores elevados de *Escherichia coli* en Liebig margen izquierda, en Casablanca margen izquierda y derecha y en Nuevo Berlín margen derecha. La presencia de esta bacteria en el agua es indicadora de contaminación por aguas residuales o por residuos de origen animal (en general se considera como una contaminación reciente). La bacteria *Klebsiella* aparece recurrentemente detectada en el sector Puerto Yeruá, y en menor medida en el sector Belén y en los sitios Casablanca margen izquierda y derecha, Nuevo Berlín margen derecha y Punta las Rosas margen izquierda.

Otros compuestos que presumiblemente estén asociados a la existencia de centros urbanos o lugares con actividad industrial próximos a las márgenes del río son los contaminantes persistentes, mayormente originados en actividades industriales y que son bien conocidos por sus efectos nocivos en otras latitudes, como las dioxinas y furanos o los bifenilos poli clorados (PCBs). Estos compuestos fueron detectados en contadas ocasiones durante el periodo reportado, con registros puntuales de dioxinas en los sitios Puerto Yeruá centro y Nuevo Berlín centro izquierdo y margen izquierda, y detecciones de furanos en el sector Monte Caseros-Bella Unión, y en los sitios La Concordia margen izquierda, Nuevo Berlín margen izquierdo y centro izquierdo y Punta las Rosas centro. Otros contaminantes persistentes que podrían provenir de la actividad industrial, los compuestos órgano-halogenados adsorbibles (AOX), fueron detectados en los sitios Nuevo Berlín centro derecho, Liebig margen izquierda, Nuevo Berlín centro izquierdo, Punta las Rosas margen derecha y La Concordia centro.

En similar sentido, los valores más elevados de Sustancias Activas al Azul de Metileno (método implementado para la determinación de tensoactivos aniónicos usados como detergentes y jabones) ocurren en los sitios La Concordia margen izquierda, Casablanca centro y Liebig margen derecha, aunque también se dan valores altos de estos compuestos en los sectores Puerto Yeruá y Punta las Rosas y en los sitios Vertedero



Represa margen derecha y Nuevo Berlín margen derecha. Los tensoactivos aniónicos son compuestos que pueden provenir de aguas domésticas y de efluentes industriales, aunque también se utilizan como sustancias coadyuvantes de diversos fitosanitarios que se aplican en actividades agrícolas.

Los plaguicidas son compuestos que ya fueron objeto de especial atención en el primer informe de este subprograma, y lo han vuelto a ser durante el monitoreo desarrollado durante el año 2019 que aquí se informa. En el periodo diciembre de 2018 a diciembre de 2019 se detectaron un total de 52 plaguicidas en el agua del río con diferentes frecuencias de ocurrencia y en concentraciones altamente variables en el tiempo, probablemente dependiendo de la estacionalidad de su aplicación en las actividades agrícolas y hortifrutícolas predominantes en ciertos sectores de la cuenca y también de la ocurrencia de precipitaciones en las zonas lindantes a cada sitio de muestreo.

Los plaguicidas más frecuentemente detectados en el agua del río (detecciones mayores al 10% de los muestreos) son 7 funguicidas: azoxistrobina, ciproconazol, tebuconazol, trifloxistrobina, epoxiconazol, piraclostrobina y carbendazim (benomil); 4 herbicidas: atrazina, acetocloro, glifosato, e imazethapyr; y 1 insecticida: imidacloprid. Además, hay otro grupo conformado por 11 plaguicidas que son raramente detectados, pero que en las escasas ocasiones en que ello ocurre sus valores de concentración son tan elevados como para resultar tóxicos para los peces y crustáceos que habitan en el río. Dentro de ese grupo de 11 plaguicidas, los valores más críticos son los de los compuestos cipermetrina, cialotrina, bifentrina, deltametrina y fenvalerato, que superan los límites de toxicidad agua reportados para peces (pudiendo provocar incluso eventos de mortandad de estos organismos). Si bien la mayoría de esas detecciones elevadas se dieron en 2018, durante 2019 se repitieron concentraciones superiores al límite de toxicidad aguda en peces para deltametrina, siendo éste quizás el compuesto que representa el mayor riesgo ecológico para la biota del río. Estas elevadas concentraciones, tanto de deltametrina como del resto de estos compuestos, podrían estar causando que en eventos puntuales ciertas zonas del río estén siendo evitadas por biota de peces y crustáceos, por lo que resulta necesario comprender en mayor profundidad su fuente de origen, sus dinámicas espacio-temporales y sus consecuencias ecológicas para avanzar hacia la elaboración de recomendaciones sobre posibles medidas de acción para mitigar el potencial impacto. Los sitios de mayor preocupación en tal sentido son los ubicados en las márgenes derechas de Belén, Vertedero Represa, Liebig y Casablanca, así como en las márgenes izquierdas de Liebig, Casablanca y Nuevo Berlín, y en los centros derecho e izquierdo de Nuevo Berlín.

En lo que refiere al cumplimiento de la normativa dispuesta por CARU para proteger la calidad de agua del río, corresponde resaltar que al momento del muestreo se han registrado nueve parámetros con concentraciones que incumplen la normativa vigente

en alguno de los sitios de muestreo, habiéndose registrado incumplimiento en todos los sitios de muestreo para cuatro de ellos (hierro, sustancias fenólicas, cobre y cromo VI). Los tres parámetros de contaminación microbiológica normados en el Digesto de CARU (coliformes fecales, enterococos y *E. coli*) incumplen en un rango de 3 (en el caso de enterococos) a 8 sitios de muestreo (en el caso de coliformes fecales), todos ellos comprendidos dentro del tramo entre los sectores Puerto Yerú y Nuevo Berlín, en los sitios ubicados inmediatamente aguas abajo de las ciudades ribereñas de mayor porte del tramo compartido (Puerto Yerú margen derecha, Casablanca margen izquierda y Nuevo Berlín margen derecha, asociados respectivamente a los ejes de las ciudades Concordia–Salto, Colón-Paysandú y la ciudad de Concepción del Uruguay). Finalmente, los parámetros zinc y aceites y grasas incumplen la normativa en diversos sitios a lo largo de todo el tramo compartido.

En cuanto al parámetro hierro, es probable que la normativa vigente (posiblemente adoptada en su origen de normas aplicadas en otras regiones, con cuencas de características geomorfológicas diferentes) no refleje bien las condiciones basales en concentración de hierro dadas por los procesos naturales de la cuenca del río Uruguay. Igualmente corresponde hacer notar que esas concentraciones de hierro elevadas no implican un riesgo ambiental claro.

Las sustancias fenólicas totales, por su parte, fueron detectadas en numerosas oportunidades y en muchas de ellas por encima de la normativa establecida por el Digesto de CARU. Los mayores valores para estos compuestos fueron determinados en el sector Punta las Rosas y en los sitios Nuevo Berlín margen izquierda, Casablanca margen derecha, Liebig margen izquierda y Vertedero Represa margen izquierda. Los fenoles son productos que tienen múltiples usos relacionados con la industria (por ejemplo, la industria farmacéutica o la producción de resinas, plásticos, pinturas, pesticidas, detergentes, papel, desinfectantes o antisépticos), y también pueden producirse de manera natural en la descomposición de la materia orgánica, de modo que su presencia no puede asociarse claramente a ningún origen en particular. Igualmente, siendo que los valores máximos en todos los sitios se registraron durante el muestreo del mes de diciembre de 2019 (excedencia normativa en 24 de 28 sitios), esa situación puede haber estado relacionada con la ocurrencia de algún evento previo en la cuenca que causara importante acceso de materia orgánica en proceso de degradación al río. Al ser las sustancias fenólicas totales un parámetro que representa la sumatoria de un conjunto de sustancias diversas (un gran grupo denominado compuestos fenólicos con múltiples orígenes posibles y toxicidades contrastantes) no es posible evaluar fehacientemente el riesgo toxicológico que el incumplimiento normativo constatado podría implicar, aunque -a diferencia del hierro que en general puede



resultar inocuo- los compuestos fenólicos sí pueden contener especies altamente tóxicas (como por ejemplo los pentaclorofenoles).

Respecto al cobre, se trata de un metal que en diversas formas es comúnmente utilizado como fitosanitario, más allá de que también puede provenir de actividades mineras e industriales. Se conocen efectos crónicos en invertebrados a partir de concentraciones de sulfato de cobre de 57 microgramos por litro en bioensayos de laboratorio, y aunque en las muestras tomadas del río Uruguay no se distinguen las distintas formas en las que está presente el cobre, los mayores valores hallados de cobre total están en el rango de 10 a 30 microgramos por litro, sustantivamente por debajo del valor umbral antedicho.

Mientras tanto en lo que refiere al cromo hexavalente (Cr VI), la vida útil de las muestras extraídas es muy corta como para su envío a laboratorios externos, a la vez que el límite normativo está por debajo del límite de detección analítico disponible. Ello ha impulsado que desde 2020 el Comité Científico haya agregado a las capacidades analíticas de su laboratorio la determinación de cromo hexavalente, lo cual ha permitido disminuir los límites de detección y cuantificación utilizados y facilitará a futuro una mejor comprensión de la dinámica de este parámetro en el río. Los valores umbrales por encima de los cuales ocurren efectos de toxicidad crónica sobre peces e invertebrados, a partir de bioensayos de laboratorio, se encuentran en el rango de los 5 a 10 microgramos por litro. En el presente subprograma, si bien un gran número de las determinaciones realizadas se hallan por debajo del límite de cuantificación (9 microgramos por litro), se ha podido registrar en varios muestreos dispersos a lo largo de todo el tramo concentraciones de Cr VI francamente superiores a los límites de toxicidad reportados (de entre 10 y 32 microgramos por litro), lo que justifica la reforzada atención puesta sobre este parámetro.

Otros parámetros para los que se ha constatado incumplimientos normativos son el zinc y los aceites y grasas. En el caso del zinc este metal se ha detectado en contadas ocasiones en concentraciones de entre 0,040 y 0,055 mg/L, incumpliendo la normativa en las márgenes derechos de Vertedero Represa y Puerto Yerúa y en las márgenes izquierdas de Punta las Rosas y La Concordia. Si bien la toxicidad del zinc depende en gran medida de la dureza del agua (estando inversamente correlacionado), con efectos reportados de toxicidad aguda en peces en bioensayos de laboratorio a partir de 0,05 mg/L para aguas con durezas entorno a los 50mg/L de CaCO<sub>3</sub> (levemente superior a la medida en el río), algunos de los valores de zinc detectados durante el periodo de muestreo podrían representar un riesgo para los peces y ameritan por tanto un seguimiento en mayor profundidad y detalle en los futuros monitoreos. En cuanto a los aceites y grasas, si bien una importante proporción de determinaciones estaría por sobre el límite normativo (el cual se encuentra entre el límite de detección y el límite de cuantificación de la técnica analítica), la imposibilidad de cuantificar impide discernir si

estas ocurrencias representan o no un riesgo inminente para la biota, aunque se considera ese riesgo muy poco probable en este caso.

En la evaluación global, y con independencia del posible efecto toxicológico de cada compuesto, los sitios de muestreo donde se detecta la mayor cantidad de incumplimientos a la normativa vigente están ubicados aguas abajo de las principales ciudades: es decir aguas abajo de la ciudad de Concordia (sitio Puerto Yerúa margen derecha, donde 9 parámetros incumplen la normativa), aguas abajo de la ciudad de Concepción del Uruguay (sitio Nuevo Berlín margen derecha, donde 8 parámetros incumplen la normativa), aguas abajo de la ciudad de Salto (sitio Puerto Yerúa margen izquierda, donde 7 parámetros incumplen la normativa) y aguas abajo de la ciudad de Paysandú (sitio Casablanca margen izquierda, donde 7 parámetros incumplen la normativa). Esto resalta el efecto que los efluentes de las ciudades poseen sobre la calidad de agua del río Uruguay, y dado el impacto que los parámetros microbiológicos tienen sobre esa cantidad de incumplimientos, sería de esperar que la mejora en el tratamiento de efluentes de las grandes ciudades impacte positivamente sobre la calidad de agua del tramo compartido.

El conjunto de análisis multivariados realizados ha permitido identificar que un grupo de nueve parámetros es aquel que permite explicar en manera más simple la variación espacio-temporal de los resultados de los muestreos, con una primer componente principal (PC1) conformada por variables que se encuentran mayormente relacionadas a las variaciones en el caudal del río y una segunda componente principal (PC2) conformada por variables que correlacionan positivamente con variables indicadoras de contaminación orgánica, concentraciones de nutrientes y otros contaminantes microbiológicos, lo que indicaría que ese segundo eje de variación está más asociado a descargas de origen puntual, como ser las descargas de efluentes de ciudades o de tributarios que acarrear gran carga orgánica. De lo anterior se desprende que una importante proporción de las diferencias entre los resultados obtenidos en los distintos monitoreos se debe al escenario imperante de precipitaciones, el cual por una parte determina el caudal circulante por el río al momento de cada actividad de muestreo y por otra parte incide sobre la presencia de diferentes concentraciones de contaminantes que son transportados desde las zonas agrícolas y agrícola/ganaderas y que ingresan al río en forma difusa. Así una alta proporción de la variabilidad resultante en la calidad de agua monitoreada estaría determinada -por un lado- por la contaminación difusa y por otro lado por las fuentes de contaminación puntual, cuya incidencia se magnifica en las cercanías a ciudades o a desembocaduras de tributarios que drenan zonas con heterogeneidad de actividades antrópicas y que implican un importante ingreso puntual de contaminantes al río.



La estimación del flujo másico realizada, es decir las cargas en toneladas por día de cada compuesto que circulan por cada sector, ha permitido cuantificar el ingreso y la exportación aguas abajo del tramo compartido de nutrientes como el fósforo y nitrógeno, de metales como que aluminio, hierro y bario, así como de algunos biocidas y compuestos fenólicos. Para la mayoría de estos compuestos las cargas suelen mantenerse relativamente estables a lo largo de todo el tramo compartido dentro de un mismo mes de muestreo, aunque también se observan otro tipo de patrones: por ejemplo, para los metales, se observan elevadas cargas al ingreso del tramo compartido del río Uruguay, que disminuyen en los sectores inmediatos a la represa de Salto Grande. Respecto a los plaguicidas, la evolución en sus cargas presenta un comportamiento estacional.

Finalmente se destaca que para el año 2019, el índice de calidad de agua elaborado muestra que la mayoría de los sitios analizados presentan un estado de calidad "buena", a excepción de los sitios Belén centro, Puerto Yerúa centro y Puerto Yerúa margen derecha (con un estado de calidad "aceptable"), y Monte Caseros-Bella Unión centro, donde el estado de calidad de agua resultó "marginal". Igualmente se recuerda que la alta dependencia que tienen los resultados del índice respecto de los parámetros adoptados para su conformación y de los niveles empleados como referencia normativa. En tal sentido, la interpretación de los resultados del índice nunca debe realizarse desacoplada del análisis más general que involucra a la totalidad de los parámetros objeto de monitoreo.

## CAPÍTULO IV: SEDIMENTO

El monitoreo de sedimentos en el Monitoreo Integral del río Uruguay tiene una periodicidad semestral, con campañas que se realizan en los meses de febrero y agosto de cada año.

En el presente informe se reporta por tanto los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo desarrolladas entre el 18 y el 19 febrero de 2019 y entre el 12 y el 14 de agosto de 2019. Cuando ha sido pertinente además se ha utilizado también los resultados de la campaña de monitoreo ejecutada en agosto de 2018, los que fueron reportados en el anterior informe de este subprograma.

### 4.1. METODOLOGÍA ESPECÍFICA

Para la toma de muestras de sedimentos en el río Uruguay se utilizó una draga tipo Van Veen, modelo Fisalia mediana, de 15,8 kg de peso; dimensión de superficie muestreada de 20,4 cm x 25,3 cm; y hecha de material Inoxidable AISI 304 con plomo confinado.

Los sitios de muestreo para esta matriz sedimento corresponden a las márgenes izquierda y derecha de cada uno de los nueve sectores de muestreo ya identificados en el capítulo correspondiente al monitoreo en matriz agua. Se tienen de esta forma 18 sitios de muestreo, que se codifican con el acrónimo del sector precedido de una "S" y con la identificación al final de la margen correspondiente (por ejemplo, S-BE-MI corresponde al sitio de muestreo de sedimentos sobre la margen izquierda en el sector Belén).

Para el período informado en cada uno de los sitios se tomaron dos muestras (a modo de réplicas), totalizando 36 muestras en cada campaña de monitoreo. Para cada sitio de muestreo se tomó una cantidad de muestra suficiente como para completar los envases de las muestras y sus réplicas. Una vez obtenida la cantidad de sedimento requerida, éste se homogeneizó y posteriormente se procedió a su fraccionamiento.

Para aquellas muestras que requieren conservantes, éstos fueron incorporados en campo una vez completado el contenido de sedimento del envase correspondiente. Todas las muestras fueron fraccionadas en campo y conservadas en frío y oscuridad hasta su arribo a las instalaciones del Comité Científico, desde donde fueron distribuidas a los laboratorios de destino según el parámetro objeto de análisis.

En ocasión de cada muestreo, en simultáneo con la toma de muestras de sedimentos en cada sitio relevado se realizaron también determinaciones de calidad de agua in-situ, mediante el empleo de una sonda multiparamétrica y disco Secchi.



327



#### 4.1.1. Parámetros (C/LD y LC)

Los laboratorios empleados para el análisis de las muestras de sedimentos fueron los siguientes:

- Instituto Nacional del Agua (INA) (RA).
- Laboratorio CITSA (RA).
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (RA).
- Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) (ROU).
- Laboratorio Universidad de la República (UdelaR) (ROU).

Se listan a continuación los parámetros analizados en la matriz sedimento, junto con los laboratorios intervinientes y los correspondientes límites de detección y cuantificación de las técnicas analíticas empleadas en cada caso:

LABORATORIO	PARAMETRO	Límite de detección	Límite de cuantificación
INA	Acenafteno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	43	129
INA	Acenaftileno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	54	163
UdelaR	Aldrin ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	-	1,5
CITSA	Aluminio ( $\text{g}/\text{Kg}$ )	-	0,005
LATU	Amoníaco total (base seca) ( $\text{mg N}/\text{Kg}$ )	0,12	0,28
INTA	AMPA ( $\text{ng}/\text{Kg}$ )	2,0	3,0
INA	Antraceno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	41	124
LATU	Arcilla ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
LATU	Arena fina ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
LATU	Arena gruesa ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
LATU	Arena mediana ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
LATU	Arena muy fina ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
LATU	Arena muy gruesa ( $\text{g}/100 \text{ g}$ )	-	0,1
INA	Aroclor 1016 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	149	-
INA	Aroclor 1221 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	58	-
INA	Aroclor 1232 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	100	-
INA	Aroclor 1242 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	264	-
INA	Aroclor 1248 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	131	-
INA	Aroclor 1254 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	48	-
INA	Aroclor 1260 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	91	-
INA	Arsénico ( $\text{mg}/\text{Kg}$ )	0,4	1,2
INA	Benzo(a)antraceno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	35	105
INA	Benzo(a)pireno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	61	182
INA	Benzo(b)fluoranteno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	44	131
INA	Benzo(g,h,i)perileno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	270	810
INA	Benzo(k)fluoranteno ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	96	287
INA	Cadmio ( $\text{mg}/\text{Kg}$ )	0,420	1,20
LATU	Carbono Orgánico Total ( $\text{g}/\text{Kg}$ )	0,05	1,10
UdelaR	Clordano ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	-	5,0
UdelaR	Clordano (cis+trans) ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	-	5,0

CITSA	Cobalto (g/Kg)	-	0,005
INA	Cobre (mg/Kg)	1,00	3,30
LATU	Compuestos Fenólicos Totales (base seca) (µg/g)	0,009	0,023
INA	Criseno (µg/Kg)	38	115
INA	Cromo total (mg/Kg)	10,0	30,0
UdelaR	DDT (µg/Kg)	-	5,0
INA	Dibenzo(a,h)antraceno (µg/Kg)	270	810
UdelaR	Dieldrin (µg/Kg)	-	5,0
LATU	Dioxinas Totales (WHO-TEQs ng/Kg)	0,66	-
UdelaR	Endosulfan (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Endosulfán alfa (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Endosulfan beta (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Endosulfan sulfato (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Endrin (µg/Kg)	-	5,0
LATU	EOX (base seca) (µg/g)	7,0	15,0
INA	Fenantreno (µg/Kg)	23	68
INA	Fluoranteno (µg/Kg)	54	163
INA	Fluoreno (µg/Kg)	58	174
LATU	Fósforo total (base seca) (mg P/Kg)	1,5	3,0
LATU	Furanos Totales (WHO-TEQs ng/Kg)	0,33	-
INTA	Glifosato (ng/Kg)	2,0	3,0
LATU	Grava (g/100 g)	-	0,1
UdelaR	HCH (alfa) (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	HCH (beta) (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	HCH (delta) (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	HCH (épsilon) (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Heptacloro (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Heptacloro Epóxido (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Hexaclorociclohexano total (HCH) (µg/Kg)	-	5,0
INA	Hierro (g/Kg)	0,013	0,035
INA	Indeno(1,2,3-cd)pireno (µg/Kg)	248	744
LATU	Limo (g/100 g)	-	0,1
UdelaR	Lindano (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Lindano (alfa, beta, delta, gama HCH y gamma BHC) (µg/Kg)	-	5,0
INA	Manganeso (g/Kg)	0,001	0,003
LATU	Materia orgánica en base húmeda (g/100 g)	-	0,1
LATU	Materia Orgánica en base seca (g/100 g)	-	0,1
CITSA	Mercurio total (mg/Kg)	-	0,002
UdelaR	Metoxicloro (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	Mirex (µg/Kg)	-	5,0
INA	Naftaleno (µg/Kg)	354	1062
INA	Níquel (mg/Kg)	5,0	15,0
LATU	Nitrato (base seca) (mg N/Kg)	0,12	0,28
LATU	Nitrógeno Total de Kjeldahl (base seca) (mg N/Kg)	7	17
INTA	Nonachlor (ng/Kg)	2,0	5,0
UdelaR	p,p'-DDD (µg/Kg)	-	5,0



UdelaR	p,p'-DDE (µg/Kg)	-	5,0
UdelaR	p,p'-DDT (µg/Kg)	-	5,0
In Situ	pH sedimento	-	-
INA	Pireno (µg/Kg)	45	135
INA	Plomo (mg/Kg)	2,4	7,2
CITSA	Selenio (mg/Kg)	-	5,0
INA	Sulfuros (mg S <sup>2-</sup> /Kg)	1,0	-
LATU	Total HpCDD (ng/Kg)	0,7	-
LATU	Total HpCDF (ng/Kg)	0,7	-
LATU	Total HxCDD (ng/Kg)	0,5	-
LATU	Total HxCDF (ng/Kg)	0,5	-
LATU	Total OCDD (ng/Kg)	1,0	-
LATU	Total OCDF (ng/Kg)	1,0	-
LATU	Total PeCDD (ng/Kg)	0,3	-
LATU	Total PeCDF (ng/Kg)	0,3	-
LATU	Total TCDD (ng/Kg)	0,2	-
LATU	Total TCDF (ng/Kg)	0,2	-
INA	Zinc (mg/Kg)	2,5	7,5

#### 4.1.2. Normativa de aplicación

Para el caso de la matriz sedimento no existe normativa de aplicación vigente para los sedimentos del río Uruguay dentro del período informado.

Por ello, a los fines comparativos, se ha adoptado como normativa de referencia los valores guía establecidos para sedimento de aguas dulces en 2011 por el Gobierno de Canadá, a través del Canadian Council of Ministers of Environment (Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life).

Los valores guía empleados, para cada uno de los parámetros normados en el mencionado documento canadiense, se explicitan en cada caso cuando se introducen las tablas de resultados obtenidos en los monitoreos informados.

#### 4.1.3. Presentación de resultados

Los resultados de las determinaciones realizadas sobre parámetros de calidad de sedimento se presentan en tablas, con los símbolos y los respectivos valores de detección y cuantificación tal como fueran enviados por el correspondiente laboratorio analítico. Se hace notar que para algunos parámetros los límites de detección y cuantificación variaron en el tiempo, y que los valores para estos límites no están disponibles en todos los casos. Cuando corresponde se ha incluido también debajo de cada tabla el valor guía utilizado como normativa de referencia.

Se reportan todos los parámetros que fueron analizados, separando aquellos que han tenido una frecuencia de detección superior al 10% en todas las determinaciones realizadas de aquellos con una frecuencia de detección inferior al 10%. Además, se listan también todos aquellos parámetros analizados que no han podido ser detectados en ninguna ocasión.

En una primera sección se incluyen los resultados de las determinaciones de calidad de agua realizadas en ocasión de cada muestreo y una representación gráfica de las curvas granulométricas para todas las muestras de sedimento extraídas y de sus correspondientes réplicas para las dos campañas de monitoreo objeto de este capítulo.

Seguidamente se reportan los resultados de cada parámetro determinado en sedimento en el año 2019, esto es en las muestras obtenidas en las campañas de febrero y agosto de ese año. En todos los casos el valor reportado corresponde al promedio de los valores las dos réplicas analizadas. Para los casos en los que el laboratorio ha informado alguna de determinaciones como “menor que” un cierto límite (detección o cuantificación), se ha utilizado el criterio de tomar el valor numérico del límite a los fines del cálculo del promedio manteniendo el signo “menor que” informado.

Para los compuestos orgánicos se realizó una corrección del valor analítico informado en función de la granulometría de la muestra, debido a que estos compuestos se acumulan en las fracciones más finas (arcilla, limo y arenas muy finas). Esta misma corrección se realizó también para otros parámetros asociados a la presencia de compuestos orgánicos, pero no para los metales ya que su presencia no se concentra en esas fracciones de menor tamaño. La corrección consiste en dividir la concentración informada para el total de la muestra entre la fracción de finos que esta contiene, para aquellas muestras en las que las fracciones finas superan el 10% del peso total. Para los parámetros que corresponde, en las tablas se presentan también los resultados de esos parámetros corregidos.

Se ha realizado también, y sus resultados aquí se presentan, un análisis estadístico univariado y multivariado, integrando los resultados obtenidos desde el comienzo de este subprograma de monitoreo, es decir incluyendo resultados de muestras extraídas en agosto 2018, febrero 2019 y agosto 2019. En razón a la ya mencionada baja capacidad de retención de las fracciones más gruesas del sedimento, sólo se incluyeron en estos análisis estadísticos aquellas muestras en las que las fracciones finas (menores a 63  $\mu\text{m}$ ) superan el 10% del peso total de la muestra.

Se completó el análisis multivariado explorando mediante un análisis de componentes principales cuál es el conjunto de variables que caracterizan cada sitio muestreado, e identificando si existen diferencias estadísticamente significativas entre la composición



de contaminantes en los sedimentos analizados en cada sitio (usando cada muestra de cada sitio como una réplica).

## 4.2. RESULTADOS POR PARÁMETRO

### Parámetros en agua

Los resultados de parámetros físico-químicos básicos en agua, determinados mediante sonda multiparamétrica y disco Secchi, correspondientes a la campaña de monitoreo de sedimentos de febrero 2019 fueron los siguientes:

febrero de 2019	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Transparencia (m)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Clorofila in-situ (µg/L)	Turbidez (NTU)
S-MCBU-MD	28,5	50	0,84	7,5	7,5	2,0	6,7
S-MCBU-MI	29,5	75	0,76	7,7	7,8	2,5	11,2
S-BE-MD	27,6	55	0,82	7,8	8,4	5,6	9,4
S-BE-MI	29,8	58	0,74	7,9	8,4	3,4	9,6
S-VR-MD	25,8	59	0,46	7,4	6,2	2,1	11,5
S-VR-MI	26,3	57	0,58	7,4	6,8	2,2	13,7
S-PY-MD	27,1	61	0,70	7,4	6,3	2,3	11,4
S-PY-MI	27,1	58	0,76	7,4	6,9	2,7	11,4
S-LI-MD	28,7	61	0,60	7,6	6,8	3,4	11,7
S-LI-MI	28,9	64	0,72	7,3	6,6	2,3	11,3
S-CB-MD	26,4	79	0,50	8,0	7,8	3,3	14,5
S-CB-MI	26,5	74	0,60	7,6	7,1	2,6	9,9
S-NB-MD	28,8	67	0,60	8,0	8,7	5,9	14,5
S-NB-MI	30,4	72	0,40	8,8	10,6	7,7	13,7
S-PR-MD	31,5	109	0,30	8,8	10,1	27,6	27,7
S-PR-MI	30,5	66	0,90	7,7	8,6	3,7	6,1
S-LC-MD	27,0	75	0,30	7,9	7,4	6,1	23,2
S-LC-MI	27,6	95	0,90	7,7	8,1	4,4	9,1

Por su parte los resultados para la campaña de monitoreo de agosto 2019 fueron:

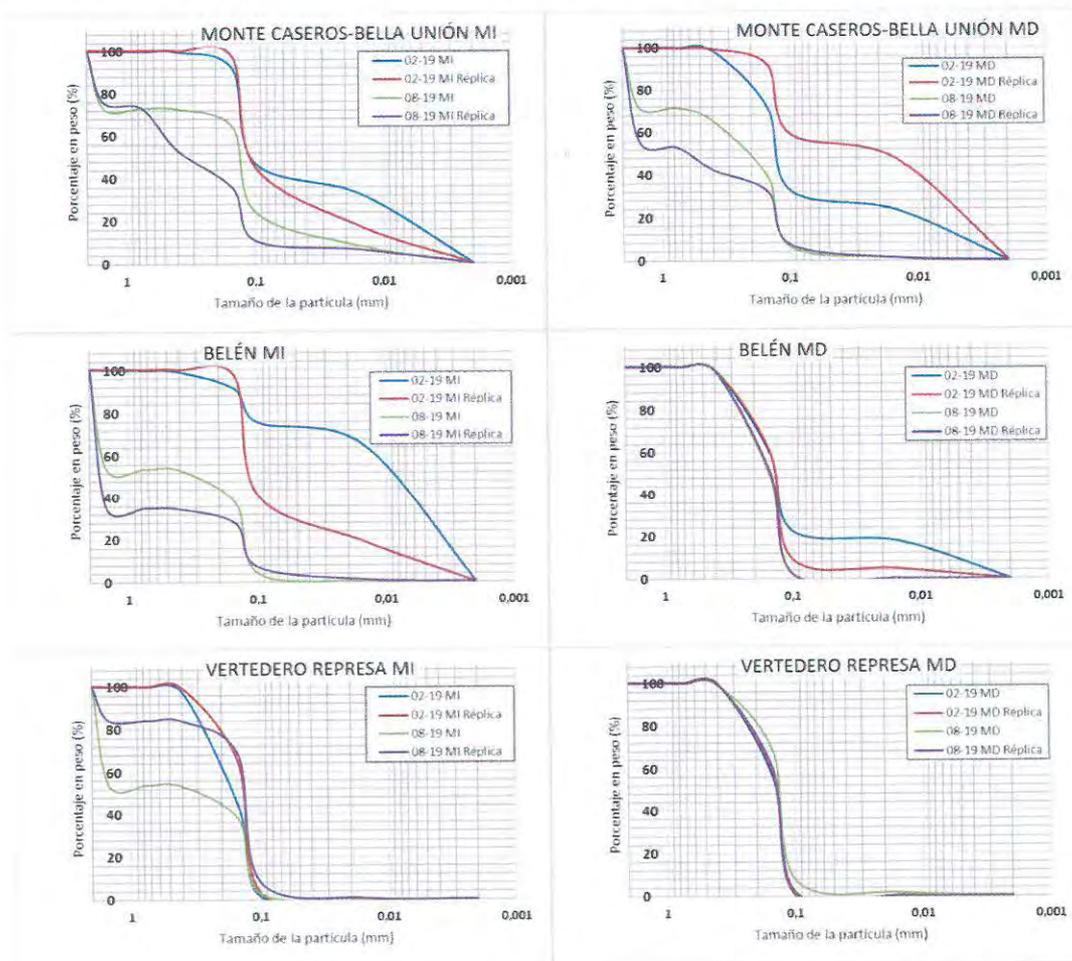
agosto de 2019	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Transparencia (m)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Clorofila in-situ (µg/L)	Turbidez (NTU)
S-MCBU-MD	13,8	57	0,30	7,8	s/d	s/d	s/d
S-MCBU-MI	13,2	82	0,36	7,6	s/d	s/d	s/d
S-BE-MD	15,3	58	0,35	7,6	s/d	s/d	s/d
S-BE-MI	14,2	62	0,34	7,4	s/d	s/d	s/d
S-VR-MD	14,8	55	0,30	7,2	s/d	s/d	s/d
S-VR-MI	14,8	55	0,35	7,1	s/d	s/d	s/d
S-PY-MD	14,1	57	0,35	7,6	s/d	s/d	s/d
S-PY-MI	13,8	55	0,25	7,5	s/d	s/d	s/d
S-LI-MD	14,0	76	0,18	7,7	s/d	s/d	s/d
S-LI-MI	14,9	71	0,16	7,4	s/d	s/d	s/d
S-CB-MD	14,2	71	0,35	7,5	s/d	s/d	s/d
S-CB-MI	13,9	86	0,30	7,6	s/d	s/d	s/d
S-NB-MD	14,0	86	0,40	7,3	s/d	s/d	s/d
S-NB-MI	13,9	104	0,40	7,5	s/d	s/d	s/d
S-PR-MD	11,6	215	0,20	7,7	s/d	s/d	s/d
S-PR-MI	13,0	84	0,35	7,7	s/d	s/d	s/d
S-LC-MD	10,9	159	0,30	7,5	s/d	s/d	s/d
S-LC-MI	10,6	152	0,50	7,9	s/d	s/d	s/d

Nótese que, por dificultades operativas, los parámetros obtenidos mediante sensor óptico no alcanzaron a ser determinado en ocasión de este último monitoreo desarrollado en el mes de agosto 2019.

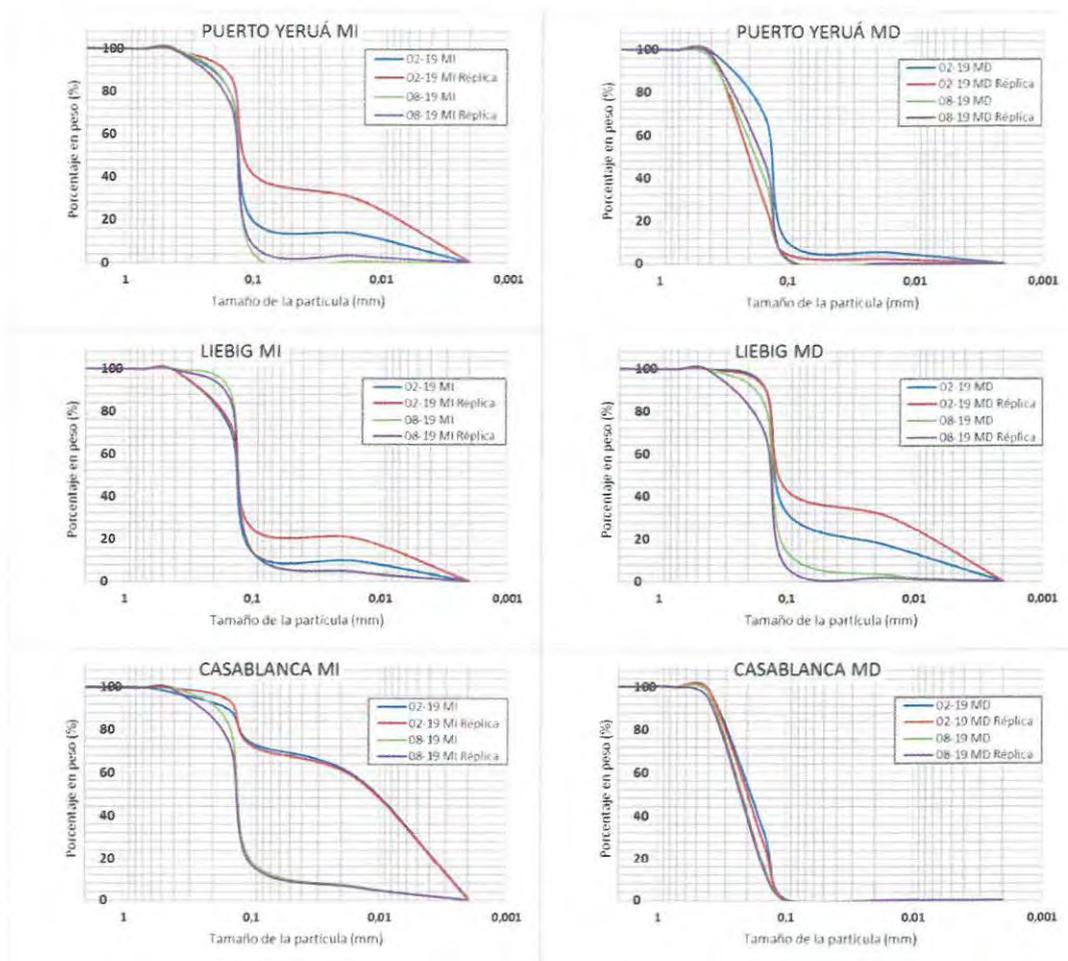
#### 4.2.1. Parámetros de detección frecuente

##### Granulometría

Las curvas granulométricas de las muestras extraídas en cada uno de los sitios de muestreo en las dos campañas reportadas en el presente informe, identificando por separado muestra y réplica correspondiente en cada caso, son:



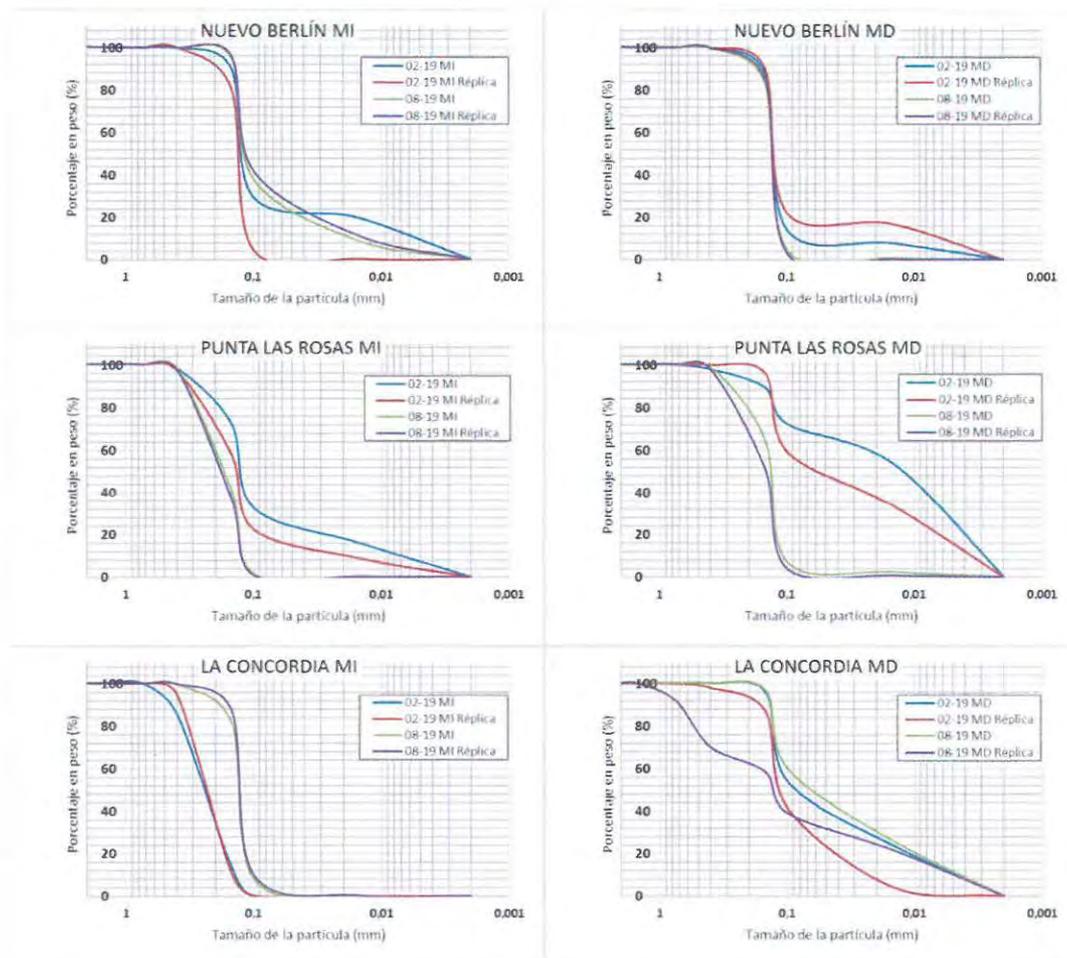
Obsérvese que las muestras extraídas en el sector Monte Caseros-Bella Unión resultaron muy heterogéneas en términos de su granulometría, al igual que las correspondientes al sitio Belén margen izquierda.



En la figura precedente se aprecia una leve heterogeneidad en las muestras extraídas en el sector Liebig y en el sitio Puerto Yerúa margen izquierda, y también una importante diferencia granulométrica en las muestras del sitio Casablanca margen izquierda entre ambas campañas de monitoreo.

La heterogeneidad en las muestras extraídas en los sectores ubicados en el tramo norte del río se debe principalmente a que se trata de sectores donde el fondo tiene mayormente un tamaño de grano grueso y por tanto debe ubicarse en cada uno de los sitios de muestreo pequeñas zonas donde se logre extraer material más fino, que es el que resulta de mayor interés a los fines de la caracterización química, lo cual no ha podido realizar siempre de igual forma por las condiciones particulares de cada campaña de muestreo.

En la figura que sigue a continuación Se constata una apreciable heterogeneidad en la granulometría de las muestras extraídas en la mayoría de los sitios de los sectores Nuevo Berlín, Punta las Rosas y La Concordia, con variaciones más notorias entre campañas.



La mayor presencia de las fracciones finas de sedimento (partículas de diámetro inferior a 0,125 mm, entre las que se incluyen arcillas, limos y arenas muy finas) fue detectada en el sitio Belén margen izquierda en el mes de febrero de 2019, con un valor de 75,5 g/100g.

Las mayores proporciones de fracciones gruesas (partículas de diámetro superior a 0,125 mm, entre las que se incluyen arenas finas, medianas, gruesas, muy gruesas y grava) resultaron 99,7 g/100g y se detectaron en los sitios Vertedero Represa margen



derecha (muestra y réplica del mes de febrero de 2019), Casablanca margen derecha (muestra y réplica del mes de febrero de 2019), La Concordia margen izquierda (muestra y réplica del mes de febrero de 2019), y Casablanca margen derecha (muestra y réplica del mes de agosto de 2019).



### **pH (sedimento)**

Se incluyen en esta subsección aquellos parámetros que resultaron detectados con una frecuencia superior al 10% para todo el conjunto de muestras analizadas.

Los valores de pH en sedimento resultaron en una media de 7,39.

El valor máximo registrado fue de 8,87 y corresponde al sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

El valor mínimo registrado resultó 6,44 y corresponde al sitio Vertedero Represa margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

Valores de pH registrados:

	<b>feb-19</b>	<b>ago-19</b>
S-MCBU-MD	7,11	7,27
S-MCBU-MI	7,07	7,56
S-BE-MD	7,11	7,28
S-BE-MI	7,28	7,57
S-VR-MD	7,35	6,44
S-VR-MI	8,03	8,30
S-PY-MD	7,84	7,28
S-PY-MI	7,12	6,80
S-LI-MD	7,18	7,22
S-LI-MI	6,91	7,21
S-CB-MD	8,87	7,02
S-CB-MI	7,49	7,70
S-NB-MD	7,49	6,94
S-NB-MI	7,17	7,07
S-PR-MD	7,18	7,55
S-PR-MI	8,24	7,56
S-LC-MD	7,36	7,45
S-LC-MI	7,66	7,80

## Aluminio

Los valores de aluminio en sedimento resultaron en una media de 9,74 mg/Kg.

El valor máximo registrado de una muestra individual fue 63,06 mg/Kg y corresponde al sitio La Concordia margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

El valor mínimo registrado de una muestra individual resultó 0,73 mg/Kg y corresponde al sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de aluminio registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	29,13	23,9
S-MCBU-MI	29,85	22,9
S-BE-MD	13,38	14,5
S-BE-MI	36,37	15,25
S-VR-MD	1,11	2,40
S-VR-MI	37,01	9,25
S-PY-MD	6,97	5,11
S-PY-MI	18,21	5,69
S-LI-MD	17,01	7,41
S-LI-MI	25,56	2,91
S-CB-MD	0,79	2,06
S-CB-MI	40,60	22,85
S-NB-MD	15,02	5,64
S-NB-MI	16,64	16,45
S-PR-MD	12,18	6,11
S-PR-MI	13,62	5,66
S-LC-MD	51,64	11,85
S-LC-MI	0,83	3,94



## Arsénico

Los valores de arsénico en sedimento resultaron en una media de 0,002 mg/Kg.

El valor máximo registrado de una muestra individual fue 0,0133 mg/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,0012 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 5,9 mg/Kg. En el periodo reportado no se detectaron valores mayores ni cercanos al límite normativo.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de arsénico registrados ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ):

Sitio	Resultado ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	12,65	8,285
S-MCBU-MI	1,86	1,95
S-BE-MD	3,39	2,515
S-BE-MI	3,275	S/D
S-VR-MD	<1,2	<1,2
S-VR-MI	1,465	1,89
S-PY-MD	1,55	1,295
S-PY-MI	<1,2	1,565
S-LI-MD	2,11	2,13
S-LI-MI	1,58	<1,2
S-CB-MD	0,8	<1,2
S-CB-MI	2,36	4,56
S-NB-MD	2,125	<1,2
S-NB-MI	2,245	2,665
S-PR-MD	1,835	S/D
S-PR-MI	2,71	1,62
S-LC-MD	1,345	1,615
S-LC-MI	<1,2	S/D

### Cobalto

Los valores de cobalto en sedimento resultaron en una media de 0,021 g/Kg.

El valor máximo registrado de una muestra individual fue 0,18 g/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de cuantificación (< 0,005 g/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de cobalto registrados (g/Kg):

Sitio	Resultado (g/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	0,17	0,14
S-MCBU-MI	0,025	0,065
S-BE-MD	0,02	0,02
S-BE-MI	0,04	0,035
S-VR-MD	<0,005	<0,005
S-VR-MI	0,01	0,02
S-PY-MD	<0,0075	<0,0075
S-PY-MI	0,01	0,01
S-LI-MD	0,03	0,02
S-LI-MI	0,015	<0,0075
S-CB-MD	<0,005	<0,005
S-CB-MI	0,02	0,035
S-NB-MD	0,01	0,01
S-NB-MI	0,02	0,02
S-PR-MD	0,02	0,01
S-PR-MI	0,01	0,01
S-LC-MD	<0,005	<0,005
S-LC-MI	<0,005	<0,005



## Cobre

Los valores de cobre en sedimento resultaron en una media de 20,4 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 125 mg/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Belén margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (<1 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 35,7 mg/Kg). Los valores que exceden el límite de referencia normativa utilizado se colorean en naranja.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de cobre registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	81,15	73,3
S-MCBU-MI	31,5	42,25
S-BE-MD	31,85	31,7
S-BE-MI	86,85	119,5
S-VR-MD	5,125	12,05
S-VR-MI	35,55	27,25
S-PY-MD	12,25	14,45
S-PY-MI	25,45	17,1
S-LI-MD	45,55	25,1
S-LI-MI	32,45	14,9
S-CB-MD	<3,3	5,585
S-CB-MI	47,6	48,4
S-NB-MD	22,95	12,9
S-NB-MI	26,55	35,8
S-PR-MD	13,85	9,265
S-PR-MI	7,745	6,435
S-LC-MD	7,015	10,8
S-LC-MI	<1,0	5,865

### Cromo total

Los valores de cromo en sedimento resultaron en una media de 18,0 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 49,8 mg/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (<2,3 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 37,3mg/Kg. Se colorean en naranja los valores que exceden el límite normativo de referencia utilizado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de cromo registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	25,55	49,2
S-MCBU-MI	13,45	34,15
S-BE-MD	8,17	<30
S-BE-MI	11,95	<30
S-VR-MD	<6,9	<30
S-VR-MI	<6,9	<30
S-PY-MD	<6,9	<30
S-PY-MI	11,08	<30
S-LI-MD	15,55	<30
S-LI-MI	12,3	<30
S-CB-MD	<2,3	<10
S-CB-MI	17,5	42,8
S-NB-MD	7,81	<30
S-NB-MI	11,5	39,7
S-PR-MD	8,845	<30
S-PR-MI	<6,9	<10
S-LC-MD	<6,9	<30
S-LC-MI	<2,3	<10



## **Hierro**

Los valores de hierro en sedimento resultaron en una media de 22,0 g/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 132 g/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

El valor mínimo registrado en una muestra individual fue 1,79 g/Kg y corresponde al sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de hierro registrados (g/Kg):

Sitio	Resultado (g/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	126	90,6
S-MCBU-MI	42,05	47,7
S-BE-MD	25,9	26,5
S-BE-MI	69,55	62,4
S-VR-MD	4,905	12,0
S-VR-MI	21,95	30,1
S-PY-MD	16,8	16,9
S-PY-MI	18,75	22,5
S-LI-MD	41,7	29,6
S-LI-MI	26,9	16,7
S-CB-MD	3,93	7,6
S-CB-MI	50,3	42,3
S-NB-MD	23,5	19,4
S-NB-MI	30,7	45,1
S-PR-MD	33,9	15,0
S-PR-MI	13,25	11,8
S-LC-MD	10,9	16,3
S-LC-MI	1,885	12,3

### Manganeso

Los valores de manganeso en sedimento resultaron en una media de 0,4 g/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 4,49 g/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

El valor mínimo registrado en una muestra individual fue 0,054 g/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de manganeso registrados (g/Kg):

Sitio	Resultado (g/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	4,025	2,8
S-MCBU-MI	0,874	1,3
S-BE-MD	0,468	0,5
S-BE-MI	1,435	1,5
S-VR-MD	0,065	0,2
S-VR-MI	0,398	0,5
S-PY-MD	0,225	0,2
S-PY-MI	0,197	0,4
S-LI-MD	0,510	0,5
S-LI-MI	0,223	0,2
S-CB-MD	0,055	0,2
S-CB-MI	0,841	0,8
S-NB-MD	0,466	0,2
S-NB-MI	0,397	0,5
S-PR-MD	0,523	0,4
S-PR-MI	0,429	0,4
S-LC-MD	0,112	0,2
S-LC-MI	0,078	0,3



## **Níquel**

Los valores de níquel en sedimento resultaron en una media de 11,1 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 19,4 mg/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 1,9 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de níquel registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	17,3	18,6
S-MCBU-MI	8,64	<15,0
S-BE-MD	11,15	<15,0
S-BE-MI	17,4	<15,0
S-VR-MD	<1,9	<5,0
S-VR-MI	<5,7	<15,0
S-PY-MD	<3,8	<5,0
S-PY-MI	<5,7	<15,0
S-LI-MD	13,95	<15,0
S-LI-MI	8,63	<5,0
S-CB-MD	<1,9	<5,0
S-CB-MI	13,65	15,4
S-NB-MD	6,195	<5,0
S-NB-MI	8,005	16,0
S-PR-MD	8,61	<5,0
S-PR-MI	<5,7	<5,0
S-LC-MD	<5,7	<15,0
S-LC-MI	<1,9	<5,0

## Plomo

Los valores de plomo en sedimento resultaron en una media de 8,1 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 14,8 mg/Kg y corresponde al sitio La Concordia margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (<2,4 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 35,0 mg/Kg. En el periodo reportado no se detectaron valores por encima de ese límite normativo.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de plomo registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	14,45	12,7
S-MCBU-MI	<7,705	<7,2
S-BE-MD	<2,4	<7,2
S-BE-MI	<7,44	<2,4
S-VR-MD	<2,4	<4,8
S-VR-MI	<2,4	8,4
S-PY-MD	<7,2	<2,4
S-PY-MI	<7,2	<2,4
S-LI-MD	<7,2	<7,2
S-LI-MI	<7,2	<2,4
S-CB-MD	<2,4	<2,4
S-CB-MI	<7,2	<7,2
S-NB-MD	<7,2	<4,8
S-NB-MI	<7,2	<2,4
S-PR-MD	<7,2	<2,4
S-PR-MI	<8,035	<2,4
S-LC-MD	<4,8	14,6
S-LC-MI	<2,4	<2,4



## **Zinc**

Los valores de zinc en sedimento resultaron en una media de 31,8 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 89,6 mg/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

El límite de detección es 7,5 mg/Kg y se registraron concentraciones por debajo de este límite en múltiples sitios durante el periodo de estudio.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 123,0 mg/Kg. En el periodo reportado no se detectaron valores por encima de ese límite normativo.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica.

Valores de zinc registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	53,95	88,5
S-MCBU-MI	30,95	40,6
S-BE-MD	32,35	36,2
S-BE-MI	51,35	82,9
S-VR-MD	<7,5	13,0
S-VR-MI	26,05	27,0
S-PY-MD	15,65	14,1
S-PY-MI	25,9	23,5
S-LI-MD	53,6	33,1
S-LI-MI	36,25	22,4
S-CB-MD	<7,5	9,6
S-CB-MI	56,15	64,0
S-NB-MD	33,4	22,0
S-NB-MI	41,95	45,6
S-PR-MD	31,85	19,5
S-PR-MI	17,95	14,6
S-LC-MD	25,25	27,7
S-LC-MI	<2,5	14,2

### Amoníaco total (base seca)

Los valores de amoníaco total (base seca) en sedimento resultaron en una media de 1,2 mg/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 7,87 mg/Kg y corresponde al sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,06 mg/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de amoníaco total registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)		Corrección fracción fina (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	2,02	4,98	4,82	-
S-MCBU-MI	<0,06	<0,12	<0,13	<0,82
S-BE-MD	2,32	<0,33	10,8	-
S-BE-MI	3,71	0,64	6,94	-
S-VR-MD	<0,2035	<0,06	-	-
S-VR-MI	<0,06	<0,06	-	-
S-PY-MD	<0,3705	<0,14	6,7	-
S-PY-MI	0,20	<0,14	0,83	-
S-LI-MD	<1,97	<0,705	<6,04	7,8
S-LI-MI	<1,58	<0,12	<11,27	<0,85
S-CB-MD	<0,06	<0,345	-	-
S-CB-MI	4,60	7,70	6,27	42,7
S-NB-MD	7,45	<0,205	43,89	-
S-NB-MI	1,78	2,67	19,45	7,0
S-PR-MD	<0,06	2,93	<0,09	-
S-PR-MI	4,14	1,43	15,07	-
S-LC-MD	1,90	2,95	3,96	6,7
S-LC-MI	<0,2095	0,23	-	-



### **Carbono orgánico total**

Los valores de carbono orgánico total en sedimento resultaron en una media de 3,0 g/Kg.

El valor máximo registrado fue 23,29 g/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,05 g/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de carbono orgánico total registrados (g/Kg):

Sitio	Resultado (g/Kg)		Corrección fracción fina (g/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	9,92	11,95	22,82	-
S-MCBU-MI	1,92	0,4	4,19	2,2
S-BE-MD	5,88	1,7	27,9	-
S-BE-MI	8,75	2,05	16,4	-
S-VR-MD	0,35	<0,05	-	-
S-VR-MI	1,58	0,41	-	-
S-PY-MD	2,25	<0,05	23,4	-
S-PY-MI	7,11	1,23	27,59	-
S-LI-MD	9,64	1,36	26,03	10,2
S-LI-MI	3,93	0,48	22,33	3,43
S-CB-MD	0,29	<0,05	-	-
S-CB-MI	21,95	17	29,97	94,21
S-NB-MD	8,37	<0,93	50,17	-
S-NB-MI	11,88	14,7	44,0	36,33
S-PR-MD	3,78	2,85	5,82	-
S-PR-MI	9,63	1,2	36,92	-
S-LC-MD	13,32	13,1	28,27	28,37
S-LC-MI	0,33	1,5	-	-

### **Fósforo total**

Los valores de fósforo total (base seca) en sedimento resultaron en una media de 245,3 mg/Kg.

Por problemas operativos no se pudo determinar la concentración de este compuesto en algunas muestras tomadas en agosto de 2019.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 1970 mg/Kg y corresponde al sitio Nuevo Berlín margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

El valor mínimo registrado en una muestra individual resultó 56,9 mg/Kg y corresponde al sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de fósforo total registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)		Corrección fracción fina (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	177,5	S/D	402,2	S/D
S-MCBU-MI	86,5	S/D	188,0	S/D
S-BE-MD	484,5	S/D	2283,8	S/D
S-BE-MI	681	S/D	1270,3	S/D
S-VR-MD	161,7	88	-	-
S-VR-MI	229	237,5	-	-
S-PY-MD	243,5	125	2366,3	-
S-PY-MI	326,5	232	1154,0	-
S-LI-MD	302	333,5	795,2	2669,0
S-LI-MI	139,8	157	697,4	1108,7
S-CB-MD	71,6	110	-	-
S-CB-MI	623,5	550,5	849,7	2947,9
S-NB-MD	345	1062,5	2068,5	-
S-NB-MI	315,5	321,5	1047,5	783,7
S-PR-MD	330,5	S/D	508,0	S/D
S-PR-MI	263	S/D	1013,8	S/D
S-LC-MD	255	S/D	612,9	S/D
S-LC-MI	74,8	S/D	-	S/D



### **Nitrato**

Los valores de nitrato (base seca) en sedimento resultaron en una media de 1,0 mg/Kg.

Por problemas operativos no se pudo determinar la concentración de este compuesto en las muestras tomadas en el mes de febrero de 2019.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 15,3 mg/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,28 mg/Kg) en múltiples sitios.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de nitrato registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)		Corrección fracción fina (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	S/D	0,5	S/D	-
S-MCBU-MI	S/D	0,5	S/D	3,7
S-BE-MD	S/D	0,6	S/D	-
S-BE-MI	S/D	0,9	S/D	-
S-VR-MD	S/D	<0,9	S/D	-
S-VR-MI	S/D	<0,5	S/D	-
S-PY-MD	S/D	5,4	S/D	-
S-PY-MI	S/D	2,6	S/D	-
S-LI-MD	S/D	0,6	S/D	3,9
S-LI-MI	S/D	0,6	S/D	3,9
S-CB-MD	S/D	4,2	S/D	-
S-CB-MI	S/D	9,2	S/D	52,8
S-NB-MD	S/D	<3,0	S/D	-
S-NB-MI	S/D	<0,3	S/D	<0,7
S-PR-MD	S/D	1,4	S/D	-
S-PR-MI	S/D	0,4	S/D	-
S-LC-MD	S/D	0,4	S/D	0,8
S-LC-MI	S/D	1,5	S/D	-

### Nitrógeno total de Kjeldahl

Los valores de nitrógeno total de Kjeldahl (base seca) en sedimento resultaron en una media de 330,5 mg/Kg.

Por problemas operativos no se pudo determinar la concentración de este compuesto en ninguna de las muestras tomadas en el mes de febrero de 2019 y tampoco en algunas muestras tomadas en agosto de 2019.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 2168 mg/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

El valor mínimo registrado en una muestra individual resultó 2,48 mg/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de nitrógeno total de Kjeldahl registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)		Corrección fracción fina (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	S/D	S/D	S/D	S/D
S-MCBU-MI	S/D	S/D	S/D	S/D
S-BE-MD	S/D	S/D	S/D	S/D
S-BE-MI	S/D	S/D	S/D	S/D
S-VR-MD	S/D	55	S/D	-
S-VR-MI	S/D	219	S/D	-
S-PY-MD	S/D	171	S/D	-
S-PY-MI	S/D	264	S/D	-
S-LI-MD	S/D	S/D	S/D	S/D
S-LI-MI	S/D	S/D	S/D	S/D
S-CB-MD	S/D	153	S/D	-
S-CB-MI	S/D	1255	S/D	6947,37
S-NB-MD	S/D	520	S/D	-
S-NB-MI	S/D	1201	S/D	2988,41
S-PR-MD	S/D	S/D	S/D	S/D
S-PR-MI	S/D	S/D	S/D	S/D
S-LC-MD	S/D	S/D	S/D	S/D
S-LC-MI	S/D	S/D	S/D	S/D



## **Sulfuros**

Los valores de sulfuros en sedimento resultaron en una media de 76,6 mg/Kg.

Por problemas operativos no se pudo determinar la concentración de este compuesto en algunas muestras tomadas en febrero de 2019.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 202 mg/Kg y corresponde al sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

El valor mínimo registrado en una muestra individual resultó 35 mg/Kg y corresponde al sitio La Concordia margen izquierda durante el mes de agosto de 2019.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de sulfuros registrados (mg/Kg):

Sitio	Resultado (mg/Kg)		Corrección fracción fina (mg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	97,5	95,0	218,2	-
S-MCBU-MI	87	47,5	188,8	340,4
S-BE-MD	97,5	62,5	247,7	-
S-BE-MI	98	87,0	183,3	-
S-VR-MD	61	65,0	-	-
S-VR-MI	70,5	48,5	-	-
S-PY-MD	64,5	60,0	623,8	-
S-PY-MI	76,5	46,5	294,2	-
S-LI-MD	S/D	54,5	S/D	337,9
S-LI-MI	S/D	48,5	S/D	342,7
S-CB-MD	133,5	56,5	-	-
S-CB-MI	179	97,0	244,3	538,8
S-NB-MD	136,5	66,0	802,1	-
S-NB-MI	155,5	100,5	556,1	252,6
S-PR-MD	72	88,5	121,4	-
S-PR-MI	S/D	60,0	S/D	-
S-LC-MD	121,5	98,0	266,7	210,8
S-LC-MI	69	39,0	-	-

## AMPA

Los valores de AMPA en sedimento resultaron en una media de 39,4 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 387,5 ng/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 2ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de AMPA registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	52,15	21,59	124,88	-
S-MCBU-MI	36,75	29,31	81,06	192,85
S-BE-MD	<30	<2,5	13,5	-
S-BE-MI	48,6	<6,65	107,12	-
S-VR-MD	63,05	<7,2	-	-
S-VR-MI	44,05	<4,02	-	-
S-PY-MD	82,15	<6,16	679,2	-
S-PY-MI	116,85	<11,50	459,37	-
S-LI-MD	132,15	<2,5	355,23	20,7
S-LI-MI	82,4	<11,41	363,49	<80,91
S-CB-MD	198,15	<12,55	-	-
S-CB-MI	151,95	<12,62	207,17	<67,03
S-NB-MD	<63,3	12,78	<324,71	-
S-NB-MI	<40,15	20,03	6,8	51,49
S-PR-MD	147,4	9,72	218,72	-
S-PR-MI	111,4	<7,27	401,73	-
S-LC-MD	56	<2	123,88	<4,23
S-LC-MI	52,6	<2	-	-



### Compuestos fenólicos totales

Los valores de compuestos fenólicos totales en sedimento resultaron en una media de 0,04  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ .

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 1,89  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  y corresponde al sitio Belén margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección ( $< 0,008 \mu\text{g}/\text{Kg}$ ) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de compuestos fenólicos totales registrados ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ):

Sitio	Resultado ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )		Corrección fracción fina ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<0,008	0,037	<0,02	-
S-MCBU-MI	<0,008	<0,024	<0,02	<0,17
S-BE-MD	<0,008	<0,023	0,03	-
S-BE-MI	<0,949	<0,023	<1,26	-
S-VR-MD	<0,008	<0,016	-	-
S-VR-MI	<0,008	0,067	-	-
S-PY-MD	<0,008	<0,026	0,07	-
S-PY-MI	<0,008	<0,041	<0,03	-
S-LI-MD	<0,008	<0,017	<0,02	0,17
S-LI-MI	<0,008	<0,016	<0,04	<0,12
S-CB-MD	<0,008	<0,016	-	-
S-CB-MI	<0,008	0,05	<0,01	0,28
S-NB-MD	<0,008	0,024	<0,05	-
S-NB-MI	<0,008	<0,033	<0,02	<0,08
S-PR-MD	<0,008	<0,023	<0,01	-
S-PR-MI	<0,008	0,040	<0,03	-
S-LC-MD	<0,008	<0,030	<0,02	<0,06
S-LC-MI	<0,008	0,031	-	-

## Fenantreno

Para el periodo reportado se detectaron concentraciones de fenantreno en sedimento en 14 muestras individuales, con valores por debajo del límite de cuantificación (< 68 µg/Kg). Todos los análisis restantes resultaron por debajo del límite de detección, que varió entre las campañas realizadas (<31µg/Kg en febrero y <23µg/Kg en agosto).

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 41,9 mg/Kg. Se colorean en naranja los valores que exceden el límite normativo de referencia utilizado.

Cuando ha existido detecciones, únicamente en los casos en que tanto el límite de cuantificación como el límite de detección quedan por sobre el límite de la norma de referencia se ha marcado como incumplimiento normativo. Para los casos en los que se ha informado por debajo del límite de detección no corresponde marcarlos como incumplimientos.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de fenantreno registrados (µg/Kg):

Sitio	Resultado (µg/Kg)		Corrección fracción fina (µg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<31	<45,5	<73,1	-
S-MCBU-MI	<31	<23	<67,4	<156,6
S-BE-MD	<31	<68	<139,6	-
S-BE-MI	<31	<68	<58,5	-
S-VR-MD	<31	<23	-	-
S-VR-MI	<31	<23	-	-
S-PY-MD	<31	<23	<306,9	-
S-PY-MI	<31	<23	<116,3	-
S-LI-MD	<31	<23	<83,9	<158,6
S-LI-MI	<31	<23	<174,2	<162,5
S-CB-MD	<31	<23	-	-
S-CB-MI	<31	<23	<42,3	<127,7
S-NB-MD	<31	<45,5	<180,5	-
S-NB-MI	<31	<23	<105,1	<57,6
S-PR-MD	<31	<68	<47,5	-
S-PR-MI	<31	<68	<116,8	-
S-LC-MD	<31	<68	<66,0	<143,8
S-LC-MI	<31	<68	-	-

## Fluoreno

Para el periodo reportado se detectaron concentraciones de fluoreno en sedimento en 6 muestras individuales, con valores por debajo del límite de cuantificación (< 596 µg/Kg). Todos los análisis restantes resultaron por debajo del límite de detección, que varió entre las campañas realizadas (< 187 µg/Kg en febrero y <58 µg/Kg en agosto).

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 21,2 µg/Kg. Se colorean en naranja los valores que exceden el límite normativo de referencia utilizado.

Dado que los límites de detección y de cuantificación resultan superiores al límite normativo adoptado, se verifica el incumplimiento normativo para aquellos casos en los que se informan valores por debajo del límite de cuantificación, pero no en las situaciones en las que se informó por debajo del límite de detección.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de fluoreno registrados (µg/Kg):

Sitio	Resultado (µg/Kg)		Corrección fracción fina (µg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<187	<58	<441,34	-
S-MCBU-MI	<187	<58	<406,68	<394,92
S-BE-MD	<187	<58	842,3	-
S-BE-MI	<596	<58	<1125,09	-
S-VR-MD	<187	<58	-	-
S-VR-MI	<187	<58	-	-
S-PY-MD	<187	<58	<1851,5	-
S-PY-MI	<187	<58	<701,56	-
S-LI-MD	<391,5	<58	<1135,38	<400,0
S-LI-MI	<187	<58	<1051,2	<409,9
S-CB-MD	<187	<58	-	-
S-CB-MI	<187	<58	<255,14	<322,22
S-NB-MD	<187	<58	<1089,03	-
S-NB-MI	<187	<58	<633,9	<145,36
S-PR-MD	<596	<58	<914,7	-
S-PR-MI	<187	<58	<705,1	-
S-LC-MD	<391,5	<58	<890,14	<122,66
S-LC-MI	<187	<58	-	-

### Furanos totales

Los valores de furanos totales en sedimento resultaron en una media de 0,02 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 1,2 ng/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019. Se registraron valores de 0 ng/Kg (correspondiente a concentraciones por debajo del límite de detección) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la normativa de referencia se establece un valor límite de 0,85 ng TEQ/Kg para polichlorinated dibenzo-p-dioxins and polichlorinated dibenzofurans, que se utiliza en este caso para la comparación contra los resultados de furanos totales reportados coloreando en naranja los valores que exceden dicho límite.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de furanos totales registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	0,685	0,0	1,97	-
S-MCBU-MI	0,1	0,0	0,22	0
S-BE-MD	0,0	0,0	0	-
S-BE-MI	0,0	0,0	0	-
S-VR-MD	0,0	0,0	-	-
S-VR-MI	0,0	0,0	-	-
S-PY-MD	0,01	0,0	0,2	-
S-PY-MI	0,02	0,0	0,1	-
S-LI-MD	0,01	0,0	0,03	0
S-LI-MI	0,12	0,0	0	0
S-CB-MD	0,005	0,0	-	-
S-CB-MI	0,0	0,0	0	0
S-NB-MD	0,0	0,0	0	-
S-NB-MI	0,055	0,0	1,17	0
S-PR-MD	0,035	0,0	0,06	-
S-PR-MI	0,0	0,0	0	-
S-LC-MD	0,0	0,0	0	0
S-LC-MI	0,03	0,0	-	-



## Glifosato

Los valores de glifosato en sedimento resultaron en una media de 9,87 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 50,37 ng/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Casablanca margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 2ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de glifosato registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<19,11	5,1	<37,72	-
S-MCBU-MI	5,63	11,4	12,36	76,99
S-BE-MD	<20	<2,5	9,0	-
S-BE-MI	<14,93	<4,6	<25,34	-
S-VR-MD	8,885	<5	-	-
S-VR-MI	<18,11	<3,32	-	-
S-PY-MD	10,07	<4,58	95,1	-
S-PY-MI	16,36	<7,77	64,3	-
S-LI-MD	15,78	<2	42,92	13,8
S-LI-MI	<24,47	<8,23	<146,27	<58,35
S-CB-MD	<40,18	<5,38	-	-
S-CB-MI	18,12	<9,55	24,72	<50,85
S-NB-MD	<15,8	<4,86	<97,55	-
S-NB-MI	<14,225	10,9	<6,8	28,23
S-PR-MD	19,65	4,1	28,97	-
S-PR-MI	<18,95	<5,71	<72,2	-
S-LC-MD	<13,63	<2	<27,31	<4,23
S-LC-MI	7,52	<2	-	-

### **Total HpCDD**

Se detectaron siete muestras individuales con concentraciones por encima del límite de detección. La media de estos valores resultó 1,93 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 3,3 ng/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Liebig margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,7 ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de total HpCDD registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	2,3	<1,9	5,8	-
S-MCBU-MI	<0,7	<0,7	<1,5	<4,77
S-BE-MD	<0,7	<1,1	3,2	-
S-BE-MI	<0,7	<0,7	<1,3	-
S-VR-MD	<0,7	<0,7	-	-
S-VR-MI	<0,7	<0,7	-	-
S-PY-MD	<0,7	<0,7	<6,9	-
S-PY-MI	<1,1	<0,7	<4,6	-
S-LI-MD	<2	<0,7	<4,9	4,8
S-LI-MI	<0,7	<0,7	<3,9	<4,9
S-CB-MD	<0,7	<0,7	-	-
S-CB-MI	<0,7	<0,7	<0,9	<3,8
S-NB-MD	<0,7	<0,7	<4,0	-
S-NB-MI	<0,7	<0,7	<2,4	<1,7
S-PR-MD	<0,7	<0,7	<1,07	-
S-PR-MI	<0,7	<0,7	<2,6	-
S-LC-MD	<0,7	<0,7	<1,4	<1,4
S-LC-MI	<0,7	<0,7	-	-



### **Total HxCDF**

Se detectaron ocho muestras individuales con concentraciones por encima del límite de detección. La media de estos valores resultó 1,22 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 5,7 ng/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,5 ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de total HxCDF registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	3,4	<0,5	9,5	-
S-MCBU-MI	<0,9	<0,5	<1,9	<3,4
S-BE-MD	<0,5	<0,5	<2,3	-
S-BE-MI	<0,5	<0,5	<0,9	-
S-VR-MD	<0,5	<0,5	-	-
S-VR-MI	<0,5	<0,5	-	-
S-PY-MD	<0,5	<0,5	<5,0	-
S-PY-MI	<0,6	<0,5	<2,2	-
S-LI-MD	<0,5	<0,5	<1,3	<3,4
S-LI-MI	0,7	<0,5	4,5	<3,5
S-CB-MD	<0,5	<0,5	-	-
S-CB-MI	<0,5	<0,5	<0,6	<2,7
S-NB-MD	<0,5	<0,5	<2,9	-
S-NB-MI	<0,6	<0,5	1,7	<1,2
S-PR-MD	<0,9	<0,5	<1,5	-
S-PR-MI	<0,5	<0,5	<1,8	-
S-LC-MD	<0,5	<0,5	<1,0	<1,0
S-LC-MI	<0,5	<0,5	-	-

### Total OCDD

Se detectaron veintiséis muestras individuales con concentraciones por encima del límite de detección. La media de estos valores resultó 3,97 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 18 ng/Kg y corresponde al sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 1 ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de total OCDD registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	9,9	17,0	24,2	-
S-MCBU-MI	<1,2	<1,0	<2,7	<6,8
S-BE-MD	<2,7	7,9	4,5	-
S-BE-MI	4,4	<1,0	8,1	-
S-VR-MD	<1,0	<1,0	-	-
S-VR-MI	<1,0	<1,3	-	-
S-PY-MD	2,7	<1,0	30,7	-
S-PY-MI	6,2	<2,6	29,6	-
S-LI-MD	10,7	<1,5	29,8	6,9
S-LI-MI	1,75	<1,0	9,9	<7,0
S-CB-MD	<1,0	<1,0	-	-
S-CB-MI	<1,7	2,5	<2,4	14,0
S-NB-MD	<1,0	<1,0	<5,8	-
S-NB-MI	<1,7	<1,4	3,4	<3,6
S-PR-MD	<1,0	<1,0	<1,5	-
S-PR-MI	<1,0	<1,0	<3,7	-
S-LC-MD	<1,0	<1,0	<2,1	<2,1
S-LC-MI	<1,0	<1,0	-	-



### **Total TCDD**

Se detectaron catorce muestras individuales con concentraciones por encima del límite de detección. La media de estos valores resultó 5,84 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 26 ng/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Nuevo Berlín margen derecha durante el mes de agosto de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,2 ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de total TCDD registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<5,6	<0,2	<16,8	-
S-MCBU-MI	<2,5	<0,2	<5,4	<1,3
S-BE-MD	<0,2	<0,2	<0,9	-
S-BE-MI	<0,2	<0,2	<0,3	-
S-VR-MD	<0,2	<0,2	-	-
S-VR-MI	<0,2	<0,2	-	-
S-PY-MD	<0,2	<0,2	2,0	-
S-PY-MI	2,8	<0,2	9,8	-
S-LI-MD	<0,2	<0,2	<0,5	<1,4
S-LI-MI	4,7	<0,2	25,9	<1,4
S-CB-MD	<0,2	<0,2	-	-
S-CB-MI	<0,2	16,0	<0,2	88,8
S-NB-MD	<0,2	24,5	<1,1	-
S-NB-MI	<1,4	<9,1	0,7	<21,6
S-PR-MD	<1,6	<0,2	<2,7	-
S-PR-MI	<0,2	<0,2	<0,7	-
S-LC-MD	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
S-LC-MI	<0,2	<0,2	-	-

### Total TCDF

Se detectaron ocho muestras individuales con concentraciones por encima del límite de detección. La media de estos valores resultó 0,90 ng/Kg.

El valor máximo registrado en una muestra individual fue 1,8 ng/Kg y corresponde a la muestra réplica del sitio Liebig margen izquierda durante el mes de febrero de 2019.

Se registraron valores por debajo del límite de detección (< 0,2 ng/Kg) en múltiples sitios durante el periodo informado.

En la tabla presentada a continuación se informan los promedios de cada muestra con su correspondiente réplica, así como también los correspondientes valores corregidos en función de la cantidad de finos.

Valores de total TCDF registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	1,4	<0,2	3,3	-
S-MCBU-MI	<0,8	<0,2	<1,8	<1,3
S-BE-MD	<0,2	<0,2	<0,9	-
S-BE-MI	<0,2	<0,2	<0,3	-
S-VR-MD	<0,2	<0,2	-	-
S-VR-MI	<0,2	<0,2	-	-
S-PY-MD	<0,3	<0,2	5,7	-
S-PY-MI	0,6	<0,2	2,8	-
S-LI-MD	<0,2	<0,2	<0,5	<1,4
S-LI-MI	<1,0	<0,2	<4,3	<1,41
S-CB-MD	<0,2	<0,2	-	-
S-CB-MI	<0,2	16,0	<0,2	<1,1
S-NB-MD	<0,2	24,5	<1,1	-
S-NB-MI	<0,2	<9,1	<0,7	<0,5
S-PR-MD	<0,2	<0,2	<0,3	-
S-PR-MI	<0,2	<0,2	<0,7	-
S-LC-MD	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
S-LC-MI	<0,2	<0,2	-	-



#### 4.2.2. Parámetros con baja frecuencia de detección

Se incluyen en esta subsección aquellos parámetros que resultaron detectados con una frecuencia inferior al 10% para todo el conjunto de muestras analizadas.

##### **Benzo(k)fluoranteno**

Se detectó únicamente una muestra con 215 µg/Kg de benzo(k)fluoranteno, en una de las muestras tomadas en el sitio Liebig margen derecha durante el mes de febrero de 2019.

Todas las muestras restantes resultaron en concentraciones por debajo del límite de detección (< 6 µg/Kg).

Valores de benzo(k)fluoranteno registrados (µg/Kg):

Sitio	Resultado (µg/Kg)		Corrección fracción fina (µg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<6	<96	<14,1	-
S-MCBU-MI	<6	<96	<13,0	<653,6
S-BE-MD	<6	<96	27,0	-
S-BE-MI	<6	<96	<11,3	-
S-VR-MD	<6	<96	-	-
S-VR-MI	<6	<96	-	-
S-PY-MD	<6	<96	59,4	-
S-PY-MI	<6	<96	<22,5	-
S-LI-MD	<110,5	<96	<337,7	662,1
S-LI-MI	<6	<96	<33,7	<678,4
S-CB-MD	<6	<96	-	-
S-CB-MI	<6	<96	<8,1	<533,3
S-NB-MD	<6	<96	<34,9	-
S-NB-MI	<6	<96	<20,3	<240,6
S-PR-MD	<6	<96	<9,2	-
S-PR-MI	<6	<96	<22,6	-
S-LC-MD	<6	<96	<12,7	<203,0
S-LC-MI	<6	<96	-	-

### Dioxinas totales

Se detectaron únicamente cinco valores de dioxinas totales por encima del límite de detección.

Estas fueron en el sitio Monte Caseros Bella Unión margen derecha, donde en febrero de 2019 se detectaron 1,78 ng/Kg y 0,01 ng/Kg en la muestra y en su réplica respectivamente, mientras que en agosto de 2019 se detectaron 0,01 ng/Kg y 0,03 ng/Kg, también en la muestra y en su réplica respectivamente. Además, en la réplica de la muestra del sitio Liebig margen derecha, en febrero de 2019, se detectaron 0,02 ng/Kg.

Valores de dioxinas totales registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	0,89	0,020	2,71	-
S-MCBU-MI	0,00	0,00	0	0
S-BE-MD	0,00	0,00	0	-
S-BE-MI	0,00	0,00	0	-
S-VR-MD	0,00	0,00	-	-
S-VR-MI	0,00	0,00	-	-
S-PY-MD	0,00	0,00	0	-
S-PY-MI	0,00	0,00	0	-
S-LI-MD	0,01	0,00	0,02	0
S-LI-MI	0,00	0,00	0	0
S-CB-MD	0,00	0,00	-	-
S-CB-MI	0,00	0,00	0	0
S-NB-MD	0,00	0,00	0	-
S-NB-MI	0,00	0,00	0	0
S-PR-MD	0,00	0,00	0	-
S-PR-MI	0,00	0,00	0	-
S-LC-MD	0,00	0,00	0	0
S-LC-MI	0,00	0,00	-	-

### Fluoranteno

Se detectaron concentraciones de fluoranteno por encima del límite de detección (<163 µg/Kg) únicamente en dos ocasiones, ambas en el mes de febrero de 2019.

Esas detecciones fueron en la muestra y en la réplica tomadas del sitio Belén margen izquierda, con valores informados de 743 µg/Kg y 680 µg/Kg respectivamente.

Valores de fluoranteno registrados (µg/Kg):

Sitio	Resultado (µg/Kg)		Corrección fracción fina (µg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<110	<54	<259,6	-
S-MCBU-MI	<110	<54	<239,2	<367,6
S-BE-MD	<110	<54	<495,5	-
S-BE-MI	711,5	<163	1325,3	-
S-VR-MD	<110	<54	-	-
S-VR-MI	<110	<54	-	-
S-PY-MD	<110	<54	<1089,1	-
S-PY-MI	<110	<54	<412,6	-
S-LI-MD	<110	<54	<297,7	<372,4
S-LI-MI	<110	<54	<618,3	<381,6
S-CB-MD	<110	<54	-	-
S-CB-MI	<110	<54	<150,0	<300
S-NB-MD	<110	<54	<640,6	-
S-NB-MI	<110	<54	<372,9	<135,3
S-PR-MD	<110	<54	<168,8	-
S-PR-MI	<110	<54	<414,7	-
S-LC-MD	<110	<163	<234,4	<344,7
S-LC-MI	<110	<54	-	-

## Pireno

Se detectaron únicamente dos concentraciones de pireno por encima del límite de detección (el cual varió entre <45 µg/Kg y <44 µg/Kg) pero ambas también por debajo del límite de cuantificación (<135 µg/Kg).

Esas detecciones fueron observadas en el mes de agosto de 2019 y corresponden a la muestra y a su réplica tomadas del sitio Belén margen izquierda.

En la normativa de referencia adoptada se establece un valor límite de 53,0 µg/Kg. En razón de lo expuesto en apartados anteriores de este mismo capítulo, no se constató incumplimientos en la normativa de referencia durante el periodo informado.

Valores de pireno registrados (µg/Kg):

Sitio	Resultado (µg/Kg)		Corrección fracción fina (µg/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<44	<45	<103,8	-
S-MCBU-MI	<44	<45	<95,6	<306,4
S-BE-MD	<44	<45	<198,2	-
S-BE-MI	<44	<135	<83,0	-
S-VR-MD	<44	<45	-	-
S-VR-MI	<44	<45	-	-
S-PY-MD	<44	<45	<435,6	-
S-PY-MI	<44	<45	<165,0	-
S-LI-MD	<44	<45	<119,0	<310,3
S-LI-MI	<44	<45	<247,3	<318,0
S-CB-MD	<44	<45	-	-
S-CB-MI	<44	<45	<60,0	<250
S-NB-MD	<44	<45	<256,2	-
S-NB-MI	<44	<45	<149,2	<112,7
S-PR-MD	<44	<45	<67,5	-
S-PR-MI	<44	<45	<165,9	-
S-LC-MD	<44	<45	<93,7	<95,1
S-LC-MI	<44	<45	-	-

*Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: 53,0 µg/Kg.*



### **Total HpCDF**

Se detectaron únicamente cuatro valores de HpCDF por encima del límite de detección, todos ellos durante el muestreo realizado en el mes de febrero de 2019.

Esas detecciones fueron en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha, donde se registró una concentración de 2,9 ng/Kg en la muestra y de 1,7 ng/Kg en la correspondiente réplica, y en el sitio Liebig margen derecha, donde se registró una concentración de 1,1 ng/Kg en la muestra y de 1,6 ng/Kg en la correspondiente réplica.

Todas las determinaciones restantes resultaron por debajo del límite de detección (<0,7 ng/Kg).

Valores de total HpCDF registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	2,3	<0,7	5,8	-
S-MCBU-MI	<0,7	<0,7	<1,5	<4,7
S-BE-MD	<0,7	<0,7	<3,2	-
S-BE-MI	<0,7	<0,7	<1,3	-
S-VR-MD	<0,7	<0,7	-	-
S-VR-MI	<0,7	<0,7	-	-
S-PY-MD	<0,7	<0,7	6,9	-
S-PY-MI	<0,7	<0,7	<2,6	-
S-LI-MD	1,3	<0,7	3,5	<4,8
S-LI-MI	<0,7	<0,7	<3,9	<4,9
S-CB-MD	<0,7	<0,7	-	-
S-CB-MI	<0,7	<0,7	<0,9	<3,8
S-NB-MD	<0,7	<0,7	<4,0	-
S-NB-MI	<0,7	<0,7	<2,4	<1,7
S-PR-MD	<0,7	<0,7	<1,0	-
S-PR-MI	<0,7	<0,7	<2,6	-
S-LC-MD	<0,7	<0,7	<1,4	<1,4
S-LC-MI	<0,7	<0,7	-	-

### **Total HxCDD**

Se reportó únicamente un valor de concentración de HxCDD por encima del límite de detección, durante el mes de febrero de 2019 en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha. Ese valor de concentración fue de 3,6 ng/Kg.

Todas las otras determinaciones realizadas resultaron por debajo del límite de detección (< 0,5 ng/Kg).

Valores de total HxCDD registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<2,0	<0,5	<5,8	-
S-MCBU-MI	<0,5	<0,5	<1,0	<3,4
S-BE-MD	<0,5	<0,5	<2,3	-
S-BE-MI	<0,5	<0,5	<0,9	-
S-VR-MD	<0,5	<0,5	-	-
S-VR-MI	<0,5	<0,5	-	-
S-PY-MD	<0,5	<0,5	<5,0	-
S-PY-MI	<0,5	<0,5	<1,8	-
S-LI-MD	<0,5	<0,5	<1,3	<3,4
S-LI-MI	<0,5	<0,5	<2,8	<3,5
S-CB-MD	<0,5	<0,5	-	-
S-CB-MI	<0,5	<0,5	<0,6	<2,7
S-NB-MD	<0,5	<0,5	<2,9	-
S-NB-MI	<0,5	<0,5	<1,7	<1,2
S-PR-MD	<0,5	<0,5	<0,7	-
S-PR-MI	<0,5	<0,5	<1,8	-
S-LC-MD	<0,5	<0,5	<1,0	<1,0
S-LC-MI	<0,5	<0,5	-	-



### **Total OCDF**

Se detectaron únicamente dos valores de OCDF por encima del límite de detección (<0,1 ng/Kg), ambos durante el mes de febrero de 2019.

Por una parte, en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha, donde en la muestra allí tomada se registró una concentración de 1,9 ng/Kg. Por otra parte, en la muestra réplica del sitio Liebig margen derecha, donde se detectó este compuesto con una concentración de 1,2ng/Kg.

Valores de OCDF registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<1,45	<1,0	<3,73	-
S-MCBU-MI	<1,0	<1,0	<2,17	<6,81
S-BE-MD	<1,0	<1,0	<4,5	-
S-BE-MI	<1,0	<1,0	<1,89	-
S-VR-MD	<1,0	<1,0	-	-
S-VR-MI	<1,0	<1,0	-	-
S-PY-MD	<1,0	<1,0	<9,9	-
S-PY-MI	<1,0	<1,0	<3,75	-
S-LI-MD	<1,1	<1,0	<2,94	<6,9
S-LI-MI	<1,0	<1,0	<5,62	<7,07
S-CB-MD	<1,0	<1,0	-	-
S-CB-MI	<1,0	<1,0	<1,36	<5,56
S-NB-MD	<1,0	<1,0	<5,82	-
S-NB-MI	<1,0	<1,0	<3,4	<2,51
S-PR-MD	<1,0	<1,0	<1,53	-
S-PR-MI	<1,0	<1,0	<3,77	-
S-LC-MD	<1,0	<1,0	<2,13	<2,11
S-LC-MI	<1,0	<1,0	-	-

### Total PeCDD

Se detectaron únicamente dos valores de PeCDD por encima del límite de detección (<0,3 ng/Kg), ambos durante el mes de febrero de 2019.

Por una parte, en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha, donde en la muestra allí tomada se registró una concentración de 1,3 ng/Kg. Por otra parte, en la muestra réplica del sitio Liebig margen derecha, donde se detectó este compuesto con una concentración de 0,71 ng/Kg.

Valores de PeCDD registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	<0,8	<0,3	<2,2	-
S-MCBU-MI	<0,3	<0,3	<0,6	<2,0
S-BE-MD	<0,3	<0,3	<1,3	-
S-BE-MI	<0,3	<0,3	<0,5	-
S-VR-MD	<0,3	<0,3	-	-
S-VR-MI	<0,3	<0,3	-	-
S-PY-MD	<0,3	<0,3	<2,9	-
S-PY-MI	<0,3	<0,3	<1,1	-
S-LI-MD	<0,5	<0,3	<1,2	<2,0
S-LI-MI	<0,3	<0,3	<1,6	<2,1
S-CB-MD	<0,3	<0,3	-	-
S-CB-MI	<0,3	<0,3	<0,4	<1,6
S-NB-MD	<0,3	<0,3	<1,0	-
S-NB-MI	<0,3	<0,3	<3,7	<0,7
S-PR-MD	<0,3	<0,3	<0,4	-
S-PR-MI	<0,3	<0,3	<1,1	-
S-LC-MD	<0,3	<0,3	<0,6	<0,6
S-LC-MI	<0,3	<0,3	-	-



### **Total PeCDF**

Se detectaron únicamente tres valores de PeCDF por encima del límite de detección (<0,3 ng/Kg), todos ellos durante el mes de febrero de 2019.

Por una parte, en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha, donde se registraron concentraciones de 3,6 ng/Kg en la muestra y 0,35 ng/Kg en su correspondiente réplica. Por otra parte, en la muestra réplica del sitio Puerto Yerúa margen izquierda, donde se detectaron 0,49ng/Kg.

Valores de PeCDF registrados (ng/Kg):

Sitio	Resultado (ng/Kg)		Corrección fracción fina (ng/Kg)	
	feb-19	ago-19	feb-19	ago-19
S-MCBU-MD	1,9	<0,3	5,7	-
S-MCBU-MI	<0,3	<0,3	<0,6	<2,0
S-BE-MD	<0,3	<0,3	<1,3	-
S-BE-MI	<0,3	<0,3	<0,5	-
S-VR-MD	<0,3	<0,3	-	-
S-VR-MI	<0,3	<0,3	-	-
S-PY-MD	<0,3	<0,3	<2,9	-
S-PY-MI	<0,3	<0,3	<1,3	-
S-LI-MD	<0,3	<0,3	<0,8	<2,0
S-LI-MI	<0,3	<0,3	<1,6	<2,1
S-CB-MD	<0,3	<0,3	-	-
S-CB-MI	<0,3	<0,3	<0,4	<1,6
S-NB-MD	<0,3	<0,3	<1,7	-
S-NB-MI	<0,3	<0,3	<1,0	<0,7
S-PR-MD	<0,3	<0,3	<0,4	-
S-PR-MI	<0,3	<0,3	<1,1	-
S-LC-MD	<0,3	<0,3	<0,6	<0,6
S-LC-MI	<0,3	<0,3	-	-

#### 4.2.3. Parámetros no detectados

Se listan a continuación el conjunto de parámetros analíticos explorados en sedimento que no resultaron detectados en ninguna de las muestras extraídas.

Acenafteno	Clordano	Heptacloro
Acenaftileno	Clordano (cis+trans)	Heptacloro Epóxido
Aldrin	Criseno	Hexaclorociclohexano total (HCH)
Antraceno	DDT	Indeno(1,2,3-cd)pireno
Aroclor 1016	Dibenzo(a,h)antraceno	Lindano
Aroclor 1221	Dieldrin	Lindano (alfa, beta, delta, gama HCH y gamma BHC)
Aroclor 1232	Endosulfan	
Aroclor 1242	Endosulfán alfa	Mercurio total
Aroclor 1248	Endosulfan beta	Metoxicloro
Aroclor 1254	Endosulfan sulfato	Mirex
Aroclor 1260	Endrin	Naftaleno
Benzo(a)antraceno	EOX (base seca)	Nonachlor
Benzo(a)pireno	HCH (alfa)	p,p'-DDD
Benzo(b)fluoranteno	HCH (beta)	p,p'-DDE
Benzo(g,h,i)perileno	HCH (delta)	p,p'-DDT
Cadmio	HCH (épsilon)	Selenio



#### **4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO Y MULTIVARIADO (2018-2019)**

El análisis estadístico que en este apartado se presenta ha sido elaborado aplicando los criterios descritos en la sección 4.1; esto es la consideración de los resultados de todas las muestras extraídas en el marco de este subprograma (campañas de agosto 2018, febrero 2019 y agosto 2019), sujeto a la condición de que la fracción fina de cada muestra supere el 10% del peso total de la misma.

Esa forma de proceder evita el sesgo que generaría la inclusión en el análisis de muestras no representativas de los sedimentos más finos (donde se acumulan la mayoría de los contaminantes aquí considerados). Por otra parte, a fin de aprovechar el mayor poder estadístico que ello otorga, para estos análisis no se promedian los resultados de las réplicas de un sitio, sino que se utilizan todas las réplicas de cada muestreo. De esta manera se puede tener hasta 6 resultados para un mismo sitio de muestreo (en el caso que todas las muestras tomadas tuvieran un porcentaje de finos superior al 10%).

De la aplicación del criterio anterior resulta que se han excluido de este análisis estadístico todas las muestras correspondientes a los sitios Casablanca margen derecha, Vertedero Represa margen izquierda, Vertedero Represa margen derecha y La Concordia margen izquierda, en razón del escaso contenido de finos que tienen las muestras allí extraídas.

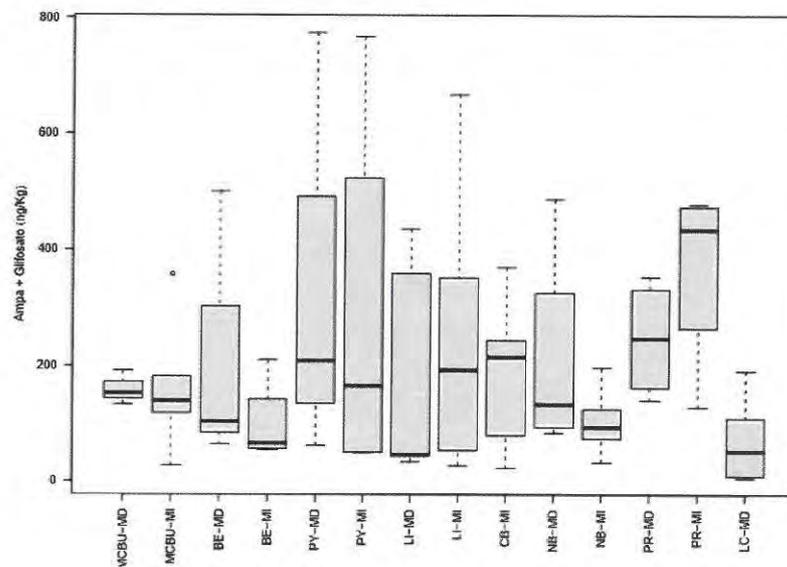
Los parámetros sobre los que se aplica este análisis estadístico son aluminio, arsénico, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, níquel, plomo, zinc, fenoles, carbono orgánico total (COT), fósforo y los residuos de plaguicidas AMPA y glifosato. En el caso de AMPA y glifosato ambos compuestos fueron sumados en un único parámetro denominado “AMPA+glifosato”, ya que el AMPA es producto de la degradación del glifosato y por ende ambos poseen ese origen común.

Según lo descrito en la misma sección 4.1, se realizó primero la corrección considerando el porcentaje de finos de la muestra -para todos los compuestos analizados excepto los metales- y sobre esos resultados así corregidos se efectuó posteriormente el análisis estadístico. El análisis estadístico consistió en un análisis de la varianza (ANOVA) comparando la concentración obtenida de cada parámetro entre sitios para niveles de significancia  $p > 0.05$ . Para estos valores se graficaron además sus concentraciones cotejándolas con la normativa internacional adoptada como referencia (Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life).

A continuación, se presentan los gráficos y análisis de las diferencias estadísticas que existen entre sitios de estudio (identificadas mediante letras diferentes) para cada uno de los parámetros arriba indicados, indicando además con una línea roja el límite normativo de referencia adoptado en cada caso.

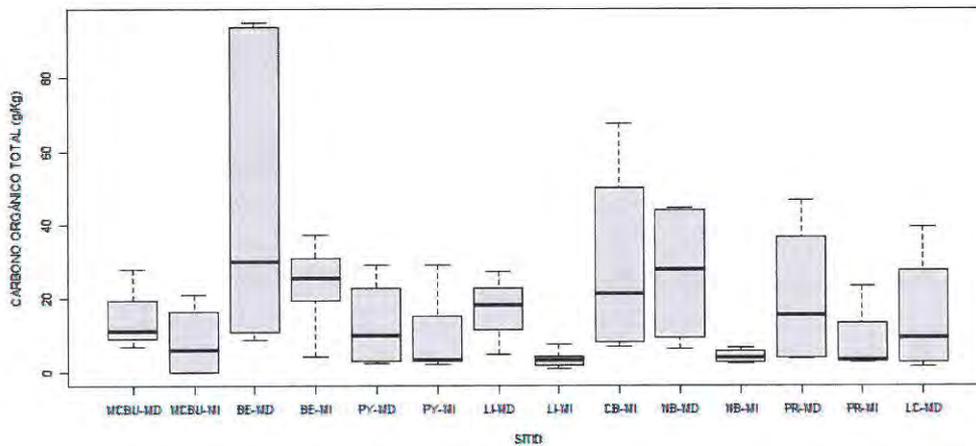
### AMPA+Glifosato

AMPA+glifosato ha sido detectado en todos los sitios al menos en alguna ocasión, con concentraciones que han variado entre <6,6 y 774 ng/Kg de sedimento fino, no hallándose diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo (ANOVA,  $p>0,05$ ).



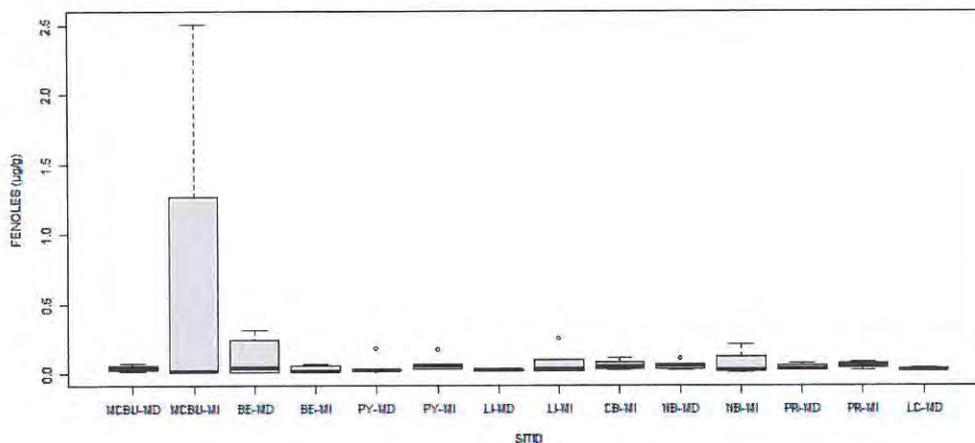
### Carbono orgánico total

La concentración de carbono orgánico total detectada varió entre < 0,11 y 94 g/Kg de sedimento fino, no hallándose diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo considerados (ANOVA,  $p>0,05$ ).



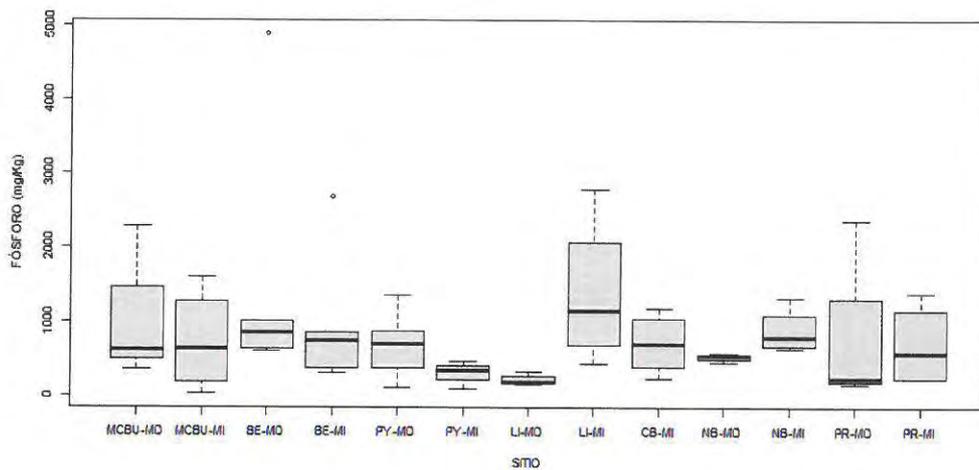
### Fenoles

Las concentraciones detectadas de fenoles totales variaron entre  $<0,009$  y  $2,5 \mu\text{g/g}$  de sedimento fino, no hallándose no obstante diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo considerados (ANOVA,  $p>0,05$ ).



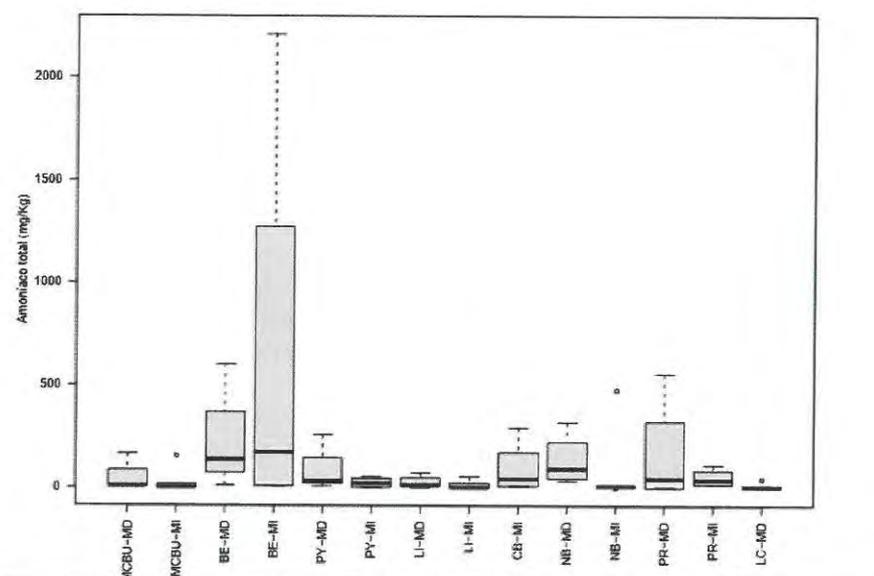
### Fósforo

La concentración de fósforo total detectada varió entre  $30,3$  y  $4884 \text{ mg/Kg}$  de sedimento fino, no hallándose no obstante diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo considerados (ANOVA,  $p>0,05$ ).



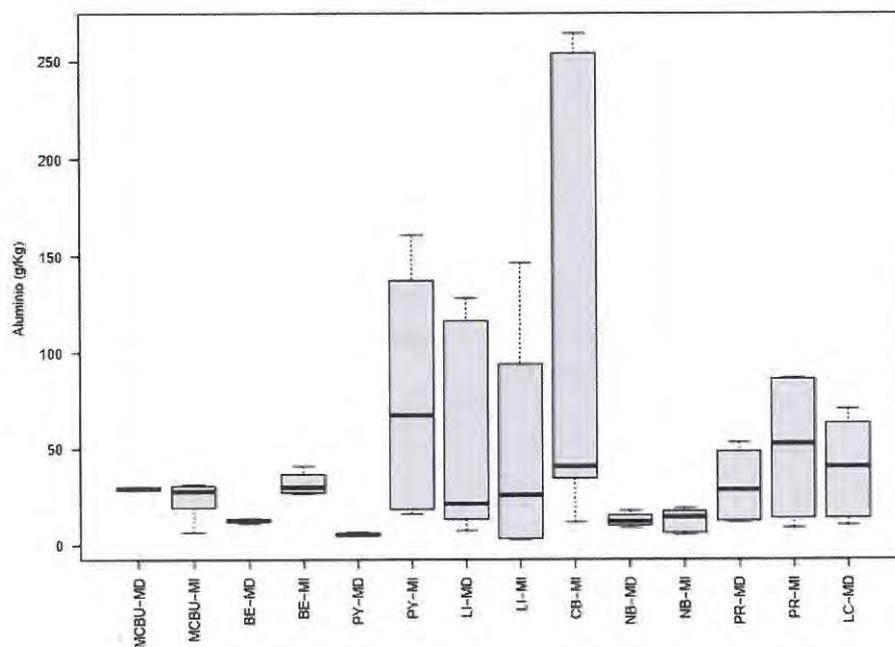
### Amoníaco total

La concentración reportada de amoníaco total varió entre 0,08 y 2208mg/Kg de sedimento fino, no hallándose diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo considerados (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



### Aluminio

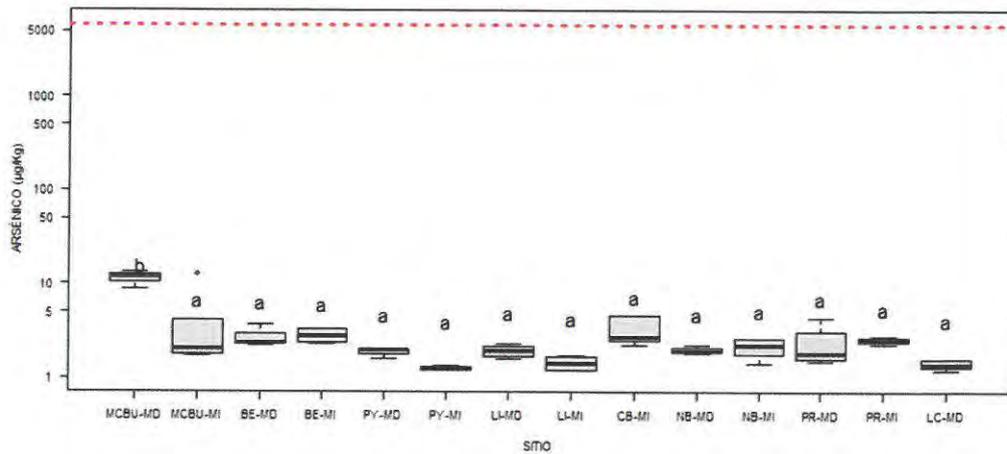
La concentración de aluminio informada ha variado entre 2,7 y 264,4 g/Kg de sedimento, no hallándose diferencias significativas entre los distintos sitios de muestreo considerados (ANOVA,  $p > 0,05$ ).



### Arsénico

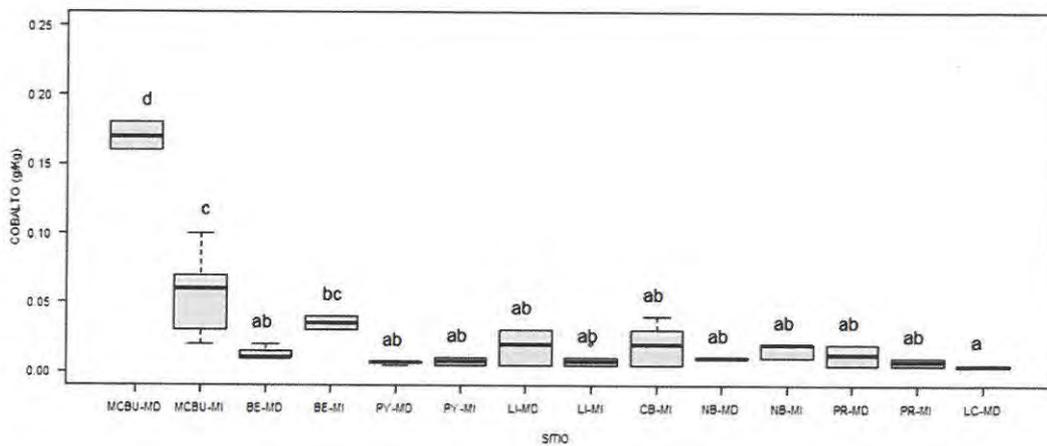
La concentración informada de arsénico ha variado entre  $< 1,2$  y  $13,3 \mu\text{g/Kg}$  de sedimento, con concentraciones significativamente mayores en la margen derecha de Monte Caseros- Bella Unión con respecto al resto de los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

Todos los valores resultaron inferiores al límite normativo considerado ( $5900 \mu\text{g/Kg}$ ).



### Cobalto

Las concentraciones de cobalto detectadas han variado entre <0,005 y 0,18 g/Kg de sedimento, hallándose concentraciones significativamente mayores en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión con respecto al resto de los sitios de muestreo. Asimismo, las concentraciones de las muestras tomadas en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión también difieren significativamente de las del resto de los sitios, excepto el caso de las de la margen izquierda de Belén (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

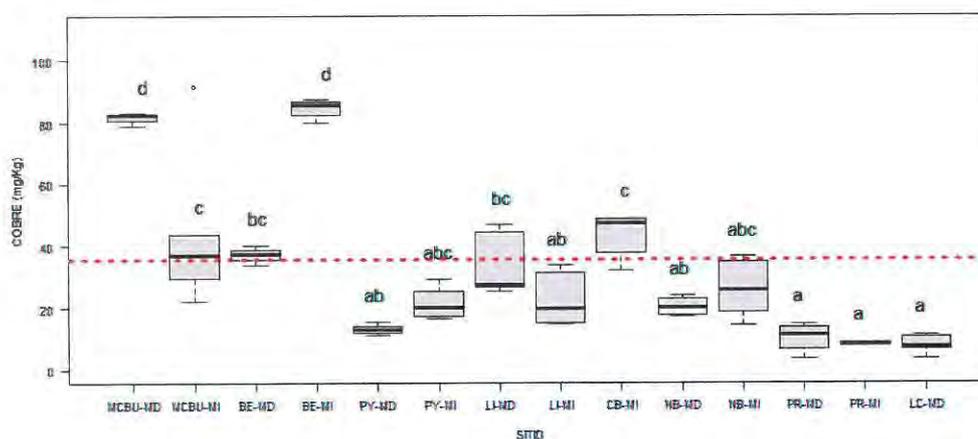


### Cobre

La concentración de cobre ha variado entre 3,3 y 91,3 mg/Kg de sedimento, hallándose concentraciones significativamente mayores en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión y en la margen izquierda de Belén con respecto a las de los restantes sitios

de muestreo considerados. Asimismo, las concentraciones en las márgenes izquierdas de Monte Caseros-Bella Unión y de Casablanca son las que le siguen en orden de magnitud, diferenciándose de todo el resto de los sitios, excepto de las márgenes derechas de Belén y de Liebig y de las márgenes izquierdas de Puerto Yerúa y de Nuevo Berlín (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

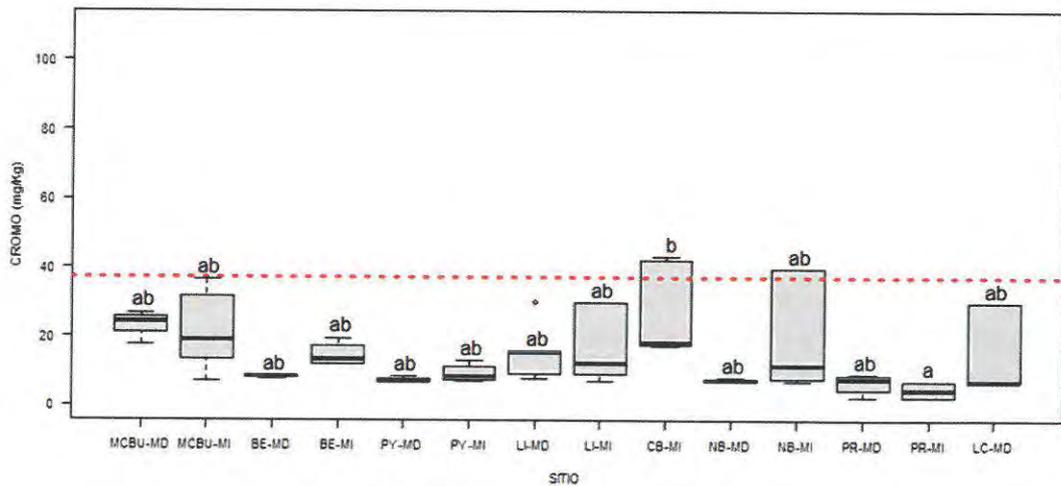
El límite máximo normativo de referencia (35,7 mg/Kg) se excede en todas las muestras extraídas de la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión y de la margen izquierda de Belén, así como en la mayoría de las muestras de la margen izquierda de Casablanca y en varias de muestras recogidas en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión y en la margen derecha de Liebig, así como en una de las muestras extraídas en Nuevo Berlín margen izquierda.



### Cromo

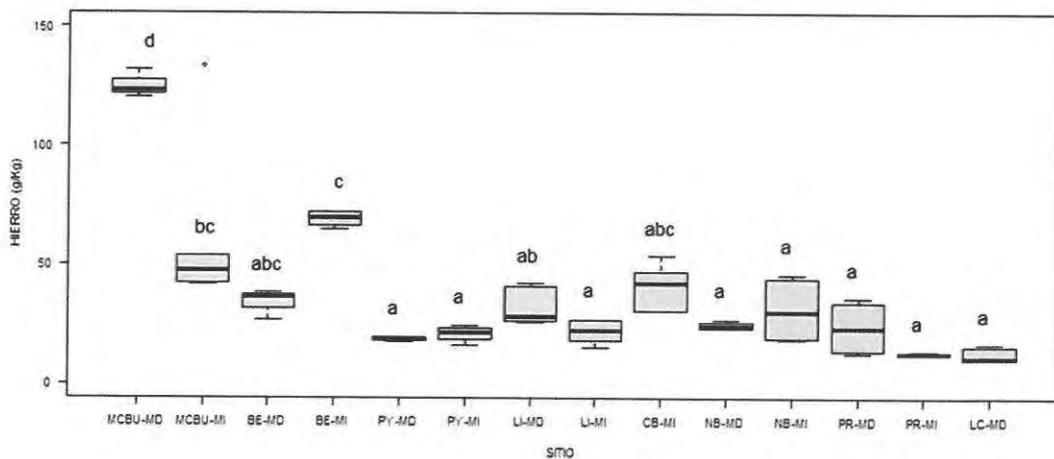
La concentración de cromo total ha variado entre <2,3 y 43,3 mg/Kg de sedimento, habiéndose registrado la concentración máxima en la margen izquierda de Casablanca, donde las concentraciones resultaron significativamente mayores a las que se registraron en la margen izquierda de Punta las Rosas, sitio este último para el cual se han reportado los menores valores de concentración (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

El límite normativo adoptado (37,3 mg/Kg) ha sido superado en algunas de las muestras de las márgenes izquierdas de Casablanca y de Nuevo Berlín. La diferencia con el análisis normativo para este parámetro presentado en el apartado 4.2 radica en que se han descartado aquí las muestras con fracción fina inferior al 10%.



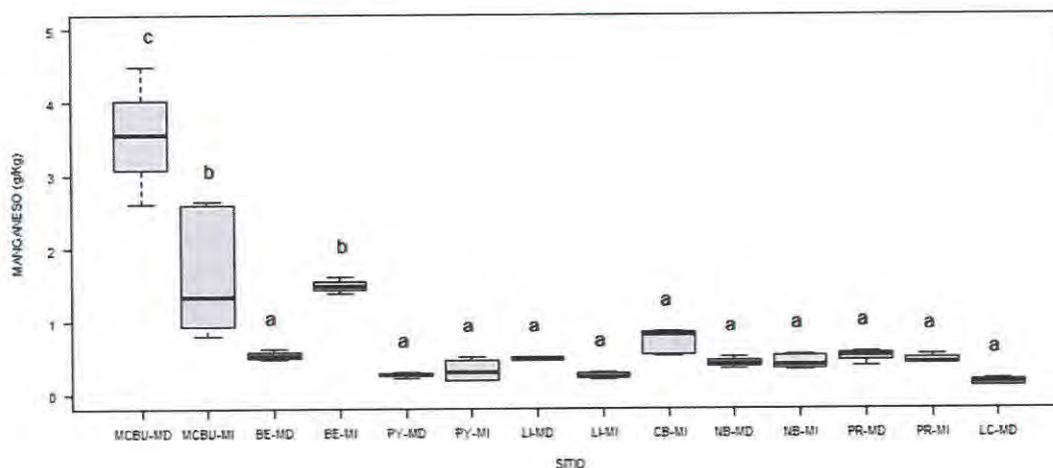
## Hierro

La concentración de hierro total ha variado entre 10,4 y 133 g/Kg de sedimento, hallándose concentraciones significativamente mayores en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión que en el resto de los sitios de muestreo considerados. Le siguen en orden de magnitud las concentraciones halladas en las muestras tomadas de la margen izquierda de Belén, las cuales se diferencian de todos los demás sitios de monitoreo excepto de los de la margen derecha del Belén y de los de las márgenes izquierdas de Monte Caseros-Bella Unión y Casablanca (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



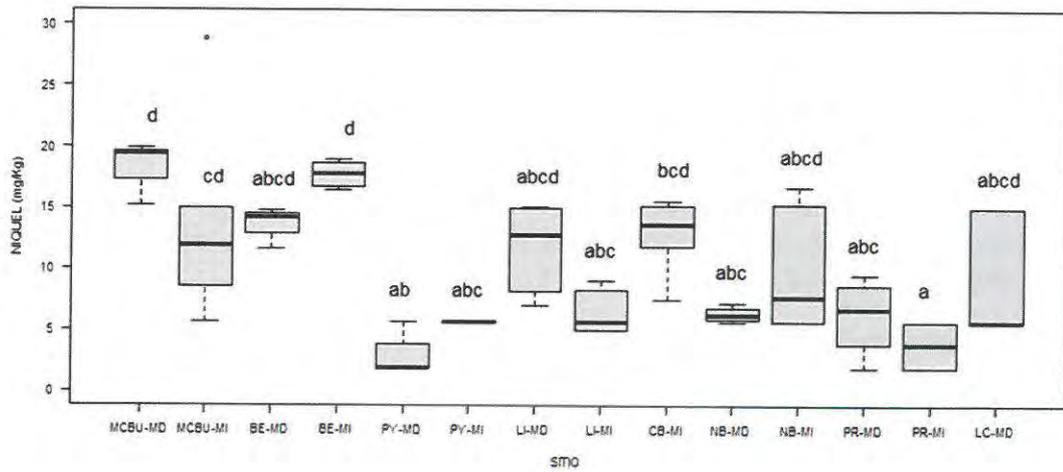
### Manganeso

La concentración de manganeso ha variado entre 0,11 y 4,49 g/Kg de sedimento, hallándose concentraciones significativamente mayores en la margen derecha del sector Monte Caseros-Bella Unión. Le siguen en magnitud las concentraciones halladas en las márgenes izquierda de Monte Caseros-Bella Unión y de Belén, las cuales también se diferencian significativamente del resto de los sitios (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



### Níquel

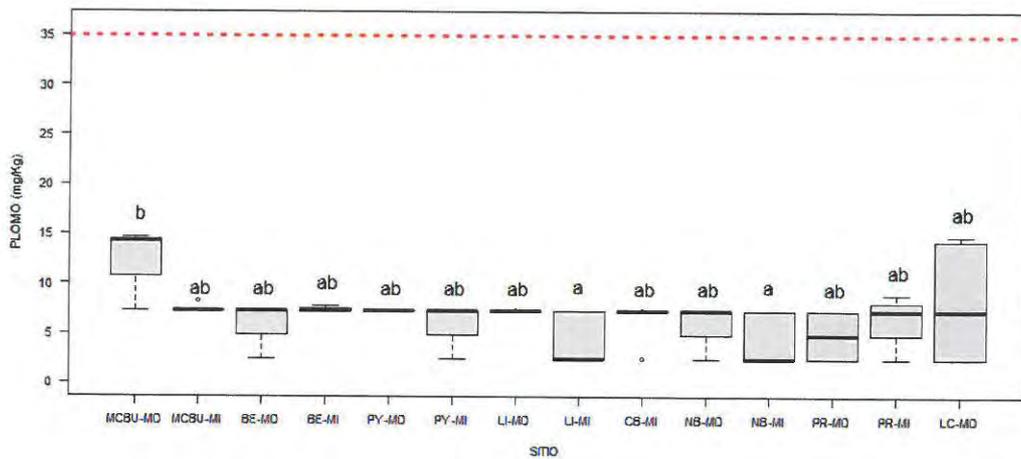
La concentración de níquel ha variado entre  $< 1,9$  y 28,8 mg/Kg de sedimento, hallándose concentraciones mayores en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión y en la margen izquierda de Belén, con diferencias significativas respecto a las concentraciones de los demás sitios excepto las de las márgenes izquierdas de Monte Caseros-Bella Unión, Casablanca y Nuevo Berlín y las de las márgenes derechas de Liebig y La Concordia (ANOVA,  $p < 0,05$ ).



### Plomo

La concentración de plomo ha variado entre <2,4 y 14,8 mg/Kg de sedimento, con concentraciones significativamente mayores en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión que en las márgenes izquierdas de Liebig y de Nuevo Berlín, sitios donde las concentraciones fueron además las mínimas registradas (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

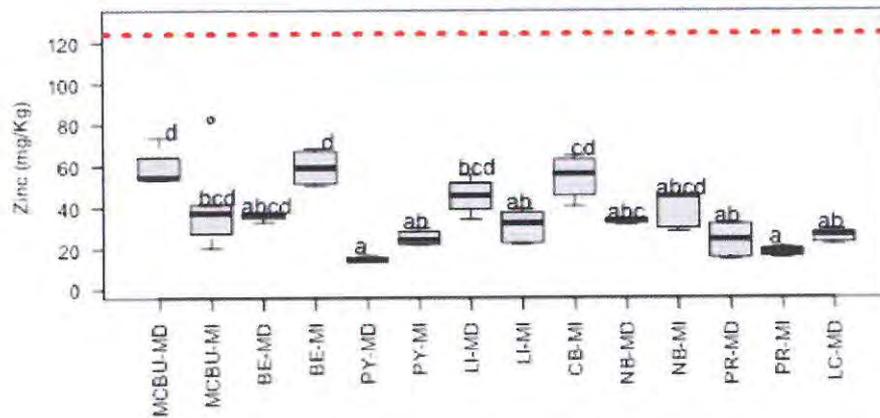
Todas las concentraciones fueron inferiores al límite normativo adoptado (35 mg/Kg).



### Zinc

La concentración de zinc ha variado entre <math>14,1</math> y <math>82,7</math> mg/Kg de sedimento, no encontrándose diferencias significativas en los valores obtenidos entre los sitios de monitoreo considerados (ANOVA,  $p>0,05$ ).

No se han reportado valores de concentración que superen el límite normativo de referencia adoptado (123 mg/Kg).



#### 4.4. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Como un nivel de mayor profundidad en el análisis estadístico de los datos de concentraciones en sedimentos resultantes de las tres campañas de monitoreo hasta el momento realizadas en el marco de este subprograma (agosto de 2018, febrero de 2019 y agosto de 2019) se procedió a realizar un análisis multivariado de componentes principales.

Se trabajó en este caso con el conjunto de resultados ya utilizado en el apartado precedente, aunque recortado en este caso en los parámetros fósforo total, cobalto y aluminio, debido a que estos parámetros carecen de determinaciones analíticas en varias instancias y su inclusión fragmentaría la base de datos usada en el análisis multivariado.

Además de la determinación de los componentes principales, se aplicó también un test de PERMANOVA, para un nivel de significancia  $p=0,05$ , que permite identificar las diferencias estadísticamente significativas existentes en la combinación de parámetros característica de cada uno de los sitios de muestreo.

El análisis de componentes principales (PCA) efectuado muestra que el primer componente hallado describe principalmente la variación en concentración de metales en la muestra (asociado principalmente a los parámetros hierro, manganeso, arsénico, cobre, níquel y plomo), y permite explicar el 42,7 % de la varianza registrada en los valores de concentraciones, y el segundo componente, asociado principalmente a un parámetro indicativo de contaminación orgánica como el carbono orgánico total, al parámetro AMPA+glifosato y a un metal como el zinc, permite explicar el 17,7 % de la varianza total. En términos globales el PCA realizado explica a través de sus primeros dos componentes hasta el 60,4 % de la variabilidad en los datos de concentración en sedimentos.

El análisis multivariado realizado permite también visualizar gráficamente que algunos de los sitios de muestreo poseen una composición de parámetros en sedimentos característica, la que se suele mantener entre los diferentes muestreos analizados. Por ejemplo, todos los muestreos en la margen derecha de Monte Caseros-Bella Unión se caracterizan por altas concentraciones de metales, al igual que sucede con la margen izquierda del sector Belén (aunque con valores aparentemente menores que los de MCBU-MD). Por el contrario, el resto de los sitios (excepto la margen izquierda de Casablanca y de Monte Caseros Bella-Unión) poseen aparentemente menores concentraciones de aquellos metales que caracterizan al primer componente principal.

Lo descripto en el párrafo anterior se puede apreciar en la figura que sigue:



- MCBUMD-BC-
- MCBUMI-BC-
- BEMD-ABC-
- BEMI-BC-
- PYMD-ABC
- PYMI-A-
- LIMD-ABC-
- LIMI-ABC-
- CBMI-ABC-
- NBMD-A-
- NBMI-AC
- PRMD-A-
- PRMI-A-
- LCD-ABC-

AMPA, Glifosato

COT

Zinc

Cromo

Niquel

Fenoles

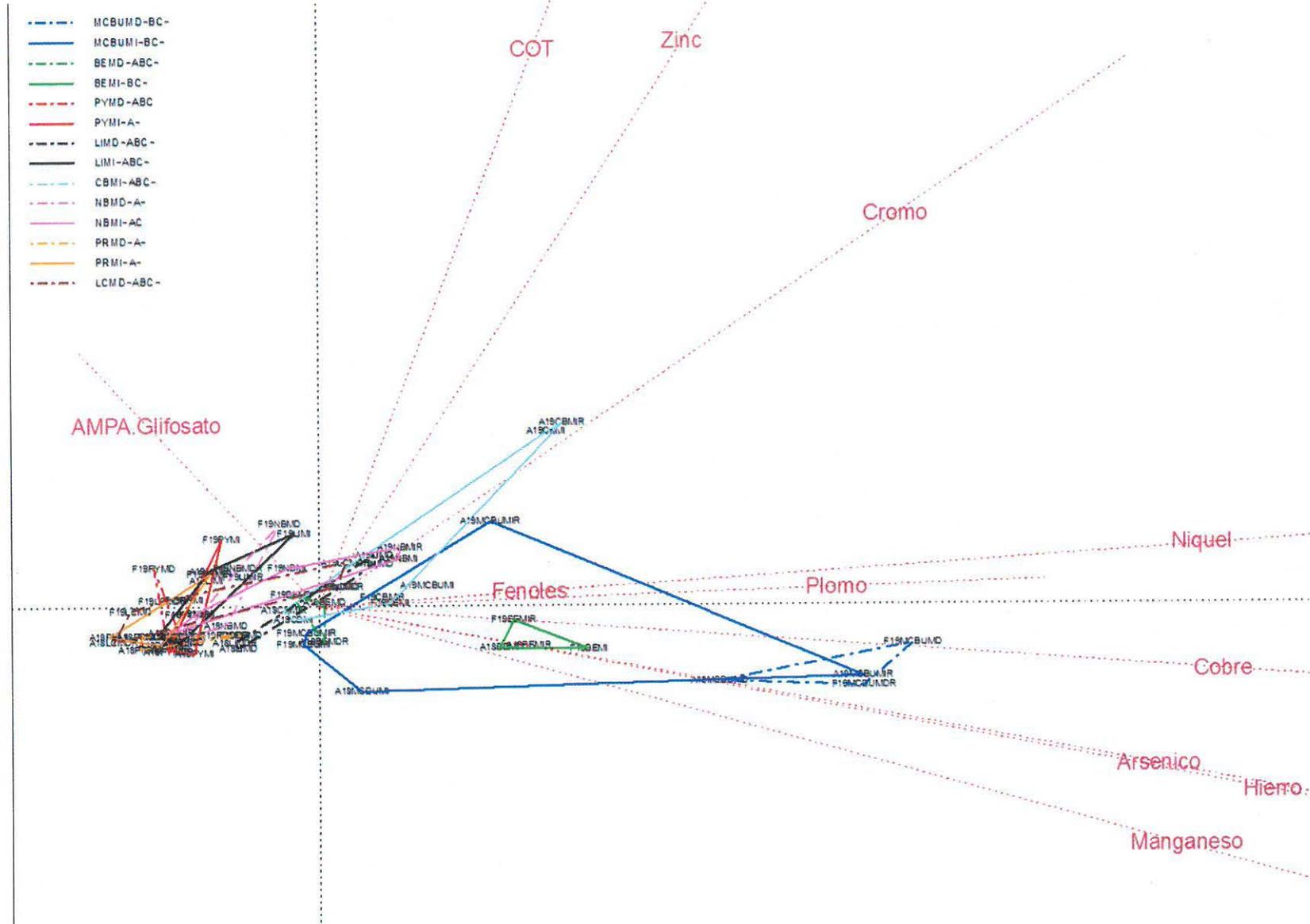
Plomo

Cobre

Arsenico

Hierro

Manganeso



Los muestreos en las márgenes izquierdas de Monte Caseros Bella-Unión y de Casablanca han sido los que han presentado mayor variabilidad, lo cual se traduce en un área mayor para el lugar geométrico que cubre la representación gráfica de los resultados para estos sitios. En la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión una de las muestras de agosto 2018 se caracterizó por presentar mayores concentraciones de metales que en el resto de las muestras, mientras que durante agosto de 2019 existió una muestra con mayores valores de cromo que en la mayoría de las restantes muestras. Similarmente, en el muestreo realizado en agosto de 2019 las dos muestras tomadas en la margen izquierda de Casablanca registraron mayores concentraciones de cromo que la mayoría de las restantes muestras tomadas en otras campañas.

A grandes rasgos, y más allá de las variaciones entre sitios, el ordenamiento multivariado realizado permite observar que ambas márgenes de un mismo sector suelen poseer composiciones de sedimento bastante diferentes, como lo denota el hecho de que las áreas que encierran a los resultados obtenidos en cada una de las márgenes de un sector no se solapan entre sí en la mayoría de los casos.

El análisis estadístico de PERMANOVA realizado ha detectado que estas diferencias en la composición de los sedimentos son estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre todo el sector Monte Caseros–Bella Unión y todo el sector Punta las Rosas, y entre todo el sector Monte Caseros–Bella Unión y los sitios Puerto Yerúa margen izquierda y Nuevo Berlín margen derecha.

De forma similar, la margen izquierda de Belén también posee una composición de sedimentos estadísticamente diferente a las de todo el sector Punta las Rosas y las de los sitios Puerto Yerúa margen izquierda y Nuevo Berlín margen derecha (PERMANOVA,  $p < 0,05$ ). Este nivel de significancia simplemente corrobora lo que se puede observar en la representación gráfica del análisis de componentes principales, donde tanto en ambos sitios del sector Monte Caseros-Bella Unión como en la margen izquierda de Belén las muestras tomadas se caracterizan por una mayor concentración de los metales que conforman el primer componente principal hallado.



#### 4.5. CONCLUSIONES FINALES DE LA MATRIZ

Las concentraciones de la mayor parte de los metales detectados en sedimentos en el sector Monte Caseros-Bella Unión y en el sitio Belén margen izquierda son mayores a las registradas en la mayor parte del resto de los sitios de monitoreo a lo largo del río, resaltando que en el sector de ingreso al tramo compartido entre Argentina y Uruguay es donde existen las mayores concentraciones en sedimentos de metales tales como manganeso, hierro, arsénico, cobre, cobalto, níquel y zinc.

Esos metales arriba mencionados podrían provenir de la erosión de los suelos, muchas veces potenciadas por actividades agrícolas, o bien resultar del acceso al río de efluentes industriales que impliquen la liberación de los mismos. Las altas concentraciones de hierro y de aluminio coinciden con lo hallado para la matriz agua, donde las concentraciones de estos metales son también elevadas y además correlacionan positivamente con la concentración de sólidos en suspensión en el agua (ver sección de análisis multivariados en agua).

La dinámica de acumulación de sedimentos puede explicar el hecho de que cada margen de un mismo sector posea diferente composición de contaminantes, seguramente respondiendo a la capacidad de transporte y a las cargas que acceden al río desde cada margen y a la tasa de sedimentación que cada zona presente.

En cuanto a la comparación de las concentraciones halladas frente a los niveles límites normativos adoptados, se observa que en varios sitios se han registrado valores por encima de esos niveles para los parámetros cromo, cobre, fluoreno y furanos.

Por una parte, en el sitio Monte Caseros-Bella Unión margen derecha es donde se registra el mayor número de excedencias, ocurriendo esto particularmente para furanos, cromo y cobre. En similar sentido también los sitios de las márgenes izquierdas de Casablanca y de Nuevo Berlín presentan notorias excedencias, en especial para el parámetro cromo.

Corresponde al respecto mencionar que los altos valores de cromo detectados en Casablanca y Nuevo Berlín podrían estar relacionados con la localización cercana aguas arriba de la ciudad de Paysandú, que aloja varias industrias asociadas al procesamiento de cueros, cuyos efluentes suelen aportar cromo. La matriz sedimentos, al contrario de los que sucede con la matriz agua, puede reflejar años de acumulación de contaminantes. Por ello, si se considera la larga historia como ciudad industrial que posee Paysandú, resulta factible que el origen de los contaminantes detectados en la zona provenga de la actividad industrial propia de esa ciudad.

Por otra parte, tanto en la margen izquierda de Belén como la margen derecha de Liebigs se han detectado valores de fluoreno y de cobre superiores a los límites normativos adoptados. Las altas concentraciones de cobre y de fluoreno suelen derivar de actividades industriales, acumulándose persistentemente en los sedimentos.

390

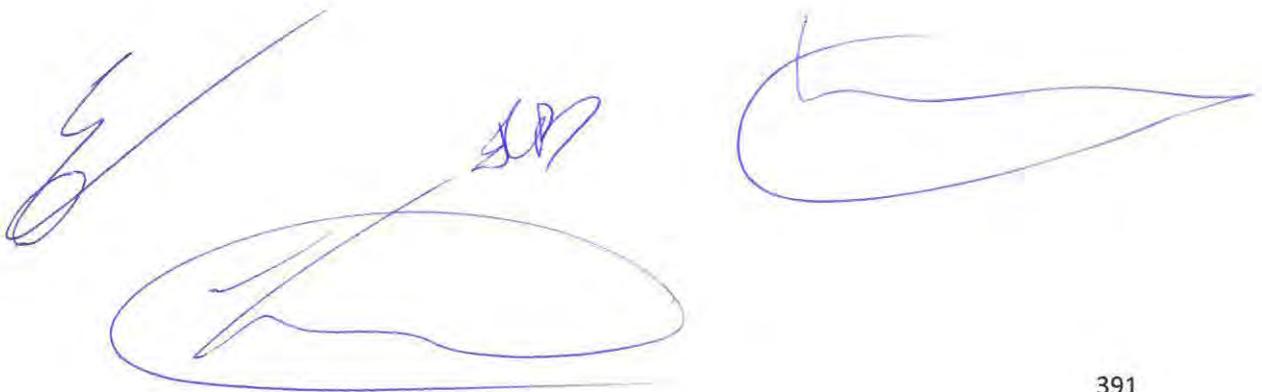
El cobre, que también supera los límites normativos de referencia en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión, suele ser usado además en diversas formas a modo de producto fitosanitario en actividades agrícolas. En cuanto al fluoreno, que es un hidrocarburo aromático policíclico y deriva de combustibles en general, también se ha detectado en valores superiores al límite adoptado en las márgenes derechas de Punta las Rosas y de La Concordia, quizás siendo transportado hasta allí y depositado por efecto de la desembocadura del río Gualeguaychú, que está localizada aguas arriba, próxima a estos sitios.

Por último, nótese que aparecen algunas detecciones puntuales por encima de los límites normativos adoptados para los parámetros furanos y fenantreno cuando se corrigen los valores de concentración en función del contenido de finos. Esto ocurre únicamente en alguna campaña en los sitios Monte Caseros-Bella Unión margen derecha y Nuevo Berlín margen izquierda para el parámetro furanos, y en el sitio La Concordia margen izquierda para el parámetro furanos.

La complementariedad de las matrices agua y sedimento es notable en el presente informe, ya que las potenciales problemáticas ambientales identificadas difieren entre ambas matrices. Ello se debe por un lado a la diferente afinidad de los compuestos para adherirse al sedimento o para solubilizarse en agua, y por otro a la escala temporal representada en ambas matrices (más factiblemente de días o semanas en el caso de agua y de meses o años en el caso del sedimento).

Justamente esta complementariedad representa una de las fortalezas del presente informe, cuyas conclusiones no solo corresponden a factores más actuales, como sucede en mayor medida con la matriz agua, sino también a factores de más largo aliento, que estarían siendo representados en mayor medida en la matriz sedimentos, como por ejemplo a la historia de usos del suelo y actividades en la región.

Sin perjuicio de ello, cualquiera que sea origen y escala temporal que representen, algunas de las concentraciones aquí reportadas (por ejemplo, aquellas de los parámetros que superan los valores guía establecidos en normativas internacionales) podrían estar afectando la calidad ecológica para la biota del río en algunos sitios específicos, y por ende ameritan un seguimiento en mayor profundidad a futuro.





## CAPÍTULO V: BIOTA

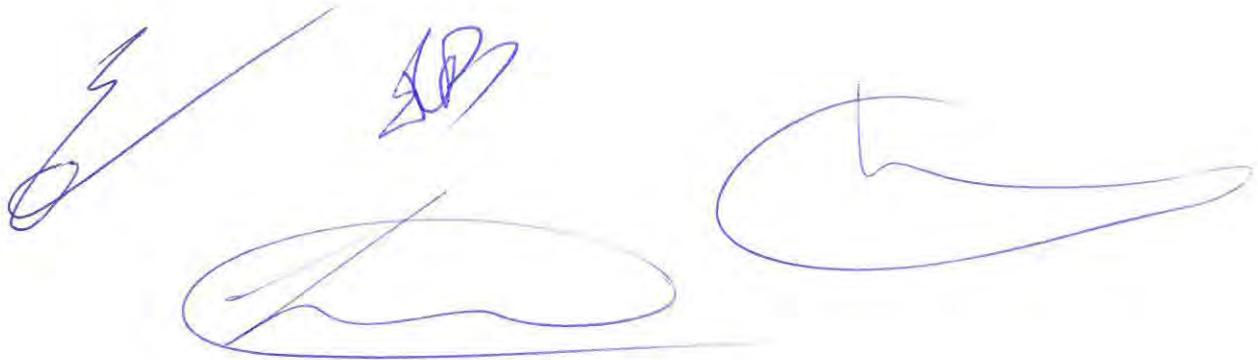
El monitoreo de biota en el Monitoreo Integral del río Uruguay se ha implementado a través de acciones de monitoreo para fitoplancton y para macroinvertebrados bentónicos.

En ambos casos se realizaron determinaciones cualitativas y cuantitativas. Las primeras mediante la utilización de redes (red copo para fitoplancton y red D para bentos) y las cuantitativas mediante toma directa de un volumen determinado de agua en el caso del fitoplancton (botella Van Dorn) y mediante el empleo de sustratos artificiales de fijación (tipo Hester-Dendy) en el caso del bentos.

Los muestreos de fitoplancton han sido previstos con una periodicidad semestral, coincidentemente con los muestreos de la matriz sedimentos, implementando el primer muestreo en febrero de 2019, de modo que en el presente informe se reportan los resultados de los muestreos desarrollados en febrero y agosto de 2019.

Invertebrados del bentos fue la última matriz incorporada al muestreo. Se realizó un muestreo de prueba durante el mes de marzo de 2019 y se empezó a con la colocación de los primeros muestreadores pasivos (sustratos artificiales) Hester-Dendy durante el mes de junio de 2019, retirando estos muestreadores en el mes de agosto de 2019; en ese mismo mes se comenzó con la toma de muestra cualitativa utilizando red D para reforzar las determinaciones de diversidad

Los muestreos de bentos tenían inicialmente prevista una periodicidad bimestral, pero se experimentaron severos problemas de vandalismo con los sustratos artificiales y los fondeos empleados que derivaron en ajustes de la planificación inicial. Ello llevó a que en este informe sólo se puedan reportar resultados parciales de los meses de agosto, octubre y diciembre de 2019.





## 5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS COMUNES

Todas las distintas muestras colectadas fueron fijadas previo a su envío a los laboratorios. Las del muestreo de fitoplancton fueron fijadas con lugol, en tanto para la fijación de las muestras cualitativas de bentos se utilizó formol al 4% y alcohol al 70% en el caso de lo colectado en los sustratos artificiales.

### 5.1.1. Parámetros y laboratorios

Los laboratorios empleados para el análisis de las muestras de biota fueron los siguientes:

- Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) (ROU).
- Laboratorio del Instituto Nacional de Limnología (INALI) (RA).

Para Fitoplancton los parámetros solicitados fueron diversidad de especies y biomasa.

En el caso de bentos, los parámetros solicitados fueron riqueza, abundancia, diversidad (Shannon-Wiener) y equitatividad (Pielou), trabajando en el nivel taxonómico de Familia, siempre que esto fuera posible. Se solicitó además la determinación de grupos dominantes, presencia de taxones tolerantes, y riqueza de taxa sensibles.

### 5.1.2. Normativa de aplicación

Para el caso de esta matriz biota no existe normativa de aplicación vigente para el río Uruguay dentro del período informado, excepción hecha de la referencia a un estándar de calidad hidrobiológica aplicable a las aguas del uso 1, en el Capítulo 4 - Título 2 - Tema E3 del Digesto sobre Usos del Río Uruguay, que a continuación se transcribe:

- *Concentración de algas, máximo: 100 UPA/mL (Unidad Patrón de Área).*
- *Concentración de algas en áreas de embalse, máximo: 300 UPA/mL.*
- *Se deberán identificar las especies de fitoplancton a los efectos de prevenir la aparición de algas que puedan dar sabor u olor desagradable al agua.*

No ha sido posible identificar laboratorio que pudiera realizar determinaciones en las unidades expresadas por la antedicha norma, ni tampoco encontrar la fuente bibliográfica que en su momento se tomó como referencia para establecer los límites citados. Por ello se ha focalizado la acción de monitoreo para el caso del fitoplancton en la identificación de las distintas especies que se han detectado al menor nivel de resolución taxonómica posible.



A los fines de complementar la descripción se planteó además la posibilidad del cálculo de índices de calidad de agua usando macroinvertebrados bentónicos, siempre que esto fuera posible con los resultados obtenidos.



## 5.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

### 5.2.1. Metodología específica

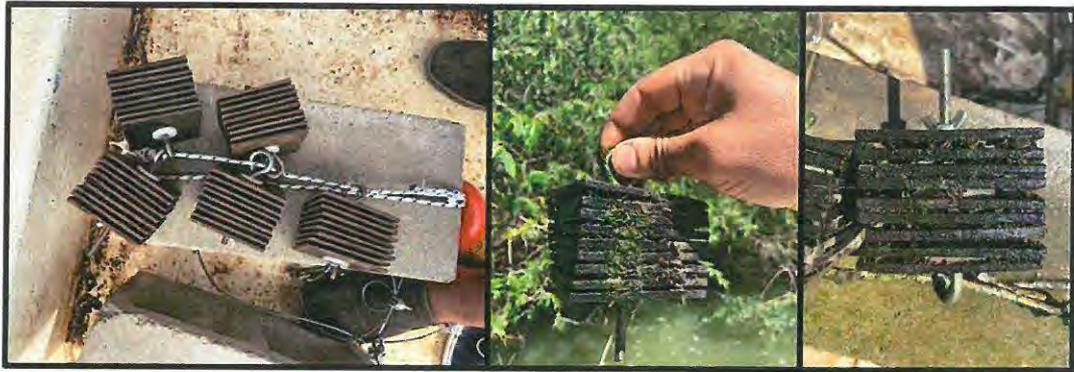
A partir del mes de agosto de 2019 se incorporó al programa de monitoreo integral el relevamiento de macroinvertebrados bentónicos, en los puntos correspondientes a las márgenes de cada sector de estudio. Este monitoreo tiene como objetivo relevar la riqueza de taxa y la composición de los ensambles de macroinvertebrados presentes en las distintas zonas del río analizando la dominancia de grupos tolerantes o sensibles a la contaminación y posibilitando el desarrollo de índices de calidad de agua para la matriz biota. Para ello se realizan determinaciones cuantitativas y también cualitativas replicando procedimientos estandarizados de muestreo y análisis.

Por un lado, se realizó un muestreo cuantitativo colocando sustratos artificiales estandarizados para la colonización de macroinvertebrados durante dos meses en cada punto. Se utilizaron sustratos artificiales del tipo Hester-Dendy, conformados por 9 placas de Masonite de 3 mm de espesor y 75 mm de lado, con separación homogénea de 3 mm entre ellas y superficie aproximada de muestreo de 0,1 m<sup>2</sup>, siguiendo la metodología de la Ohio Environmental Protection Agency en el Tech. Rept. EAS/2015-06-01. En cada punto de muestreo se fondeó un dispositivo compuesto por dos bloques de cemento con 5 sustratos sujetos en cada uno de ellos, para formar una unidad de muestreo, a profundidades aproximadas de entre 0.5 y 2m.

Las dos unidades de muestreo fueron unidas entre sí a través de un cable de acero de 2,5 mm sujetos por aprieta-cables y colocadas cada unidad sobre un bloque de cemento de 15 kg para evitar el contacto entre los muestreadores y el sustrato. Por cada sitio de muestreo se colocaron dos unidades de muestreo. Los muestreadores permanecieron sumergidos en los sitios de muestreo durante un período aproximado de 60 días.

Luego de un periodo de fondeo de dos meses los sustratos colectados son llevados al LCC donde cada sustrato es desarmado y las placas son limpiadas, extrayendo los macroinvertebrados y preparando así la muestra (preservada en alcohol 96%) conteniendo los individuos colectados en cada sustrato para envío a los laboratorios analíticos. Inicialmente se colocaron también sensores de temperatura y oxígeno disuelto solidarios a cada uno de estos bloques en cada sector.

A continuación, se presentan imágenes donde se muestran un set de 5 muestreadores listo para ser colocado en el río (izquierda), y dos ejemplos del estado de los muestreadores colonizados luego de 2 meses de fondeo en un punto de muestreo dado (imagen centro y derecha).



Las muestras obtenidas fueron fijadas en campo con alcohol 96% y luego pasadas en el laboratorio a alcohol 70%. En el LCC los muestreadores fueron desarmados y los organismos extraídos manualmente, el contenido de cada muestreador fue colocado en un envase individual para su posterior envío al laboratorio de análisis.

Complementariamente, se tomaron muestras cualitativas con red D de 500 micras de apertura de malla en todos los sectores analizados. El muestreo realizado fue el denominado “método de la patada”, que implica el arrastre de la red por la zona de muestreo a profundidades de aproximadamente entre 0.5 y 1 m, apuntando a cubrir la diversidad de micro-ambientes presente durante un tiempo aproximado de 15 minutos. El objetivo de este agregado metodológico es el conocimiento del elenco faunístico que habita cada uno de los sectores al momento del retiro de los sustratos artificiales, información que es complementaria a aquella obtenida mediante los muestreos cuantitativos. Las muestras obtenidas fueron fijadas con formol al 4%.

Los parámetros solicitados para bentos fueron riqueza, abundancia, diversidad (Shannon-Wiener) y equitatividad (Pielou); estos parámetros se determinaron trabajando en el nivel taxonómico de familia, siempre que esto fuera posible. Se solicitó a los laboratorios además la determinación de grupos dominantes, presencia de taxones tolerantes, y riqueza de taxa sensibles. Se planteó además la posibilidad del cálculo de índices de calidad de agua usando macroinvertebrados bentónicos, siempre que esto fuera posible con los resultados obtenidos. Cabe destacar que debido al vandalismo sufrido por los muestreadores Hester-Dendy colocados en el río la información cuantitativa recabada durante las primeras etapas de muestreo fue escasa, debiendo replantear durante el desarrollo de la actividad la metodología de trabajo.

En el año 2019 se alcanzó a completar dos campañas de monitoreo con fondeos en los meses de junio y agosto y recolectando los sustratos en agosto y octubre, respectivamente. Además, a fines del año 2019 (diciembre) se volvió a fondear los sustratos para su recuperación en febrero de 2020, pero los resultados de esa campaña no son tratados en este informe.



Durante el primer muestreo con sustratos artificiales se colocaron muestreadores en 18 sitios, a los que se adosaron sensores de temperatura y luminosidad para todos los sitios y además sensores de oxígeno disuelto en tres sectores, norte, centro y sur, para tener información referida a las condiciones locales. Los sustratos fueron levantados en agosto de 2019 y allí se notó que la actividad sufrió una alta tasa de vandalismo y hurto de los dispositivos instalados; de los 18 sitios donde se colocaron muestreadores, sólo se pudieron recuperar en 6, siendo en los restantes sitios todos los muestreadores vandalizados y produciéndose el robo de los muestreadores y los sensores. Únicamente se recuperaron en esa instancia los dispositivos de ambas márgenes en los sectores Nuevo Berlín y Punta las Rosas y el dispositivo correspondiente al sector izquierdo de Casablanca; es decir una pérdida de los sustratos en el 72% de los puntos de muestreo, que incluyó también los sensores colocados asociados a los dispositivos.

Ante la alta probabilidad de daño y hurto constatada, a partir del segundo muestreo con sustratos artificiales (colocados en agosto y retirados en octubre de 2019) ya no se colocaron sensores de temperatura y oxígeno disuelto. También como consecuencia de esta situación, se revisaron los sitios en los que instalar dispositivos de monitoreo, por lo que, a partir del mes de agosto de 2019, solo se instalaron dispositivos en aquellos sitios donde habían sido recuperados previamente y en los sitios más alejados de zonas pobladas. Aun así, se volvió a sufrir vandalismo y hurtos, recuperando los dispositivos fondeados en la margen derecha de Nuevo Berlín y en la margen izquierda de Casablanca.

Dada esa secuencia de imprevistos, la realización del tercer muestreo planeado para octubre-diciembre fue postergado hasta evaluar mejores estrategias que minimicen el vandalismo, por lo cual dicha colocación de sustratos se realizó en diciembre de 2019 para ser retirado en febrero de 2020. Cabe destacar que luego de una readecuación logística en la colocación de los dispositivos muestreadores, la situación de la pérdida elevada de sustratos se ha subsanado a partir de ese entonces y hacia los años 2020 y 2021. Dentro de esta readecuación se ha suprimido el sitio de estudio en el sector vertedero dado que las condiciones del sitio (por ejemplo, la alta velocidad de corriente y los cambios bruscos en el nivel del río) no son las más aptas para esta llevar a cabo esta metodología.

Por lo descrito anteriormente los resultados que se presentan para este periodo son incompletos y permiten la descripción de algunos de los parámetros solicitados, más no de todos. Se obtuvieron resultados parciales en los meses de agosto, octubre y diciembre de 2019.

El muestreo cualitativo de esta matriz también resultó fragmentado, dado que estaba estipulado su realización en conjunto con la retirada de los sustratos artificiales. En diciembre de 2019, sin embargo, se realizó un muestreo cualitativo completo en conjunto con la colocación de sustratos muestreadores.

Los análisis de los muestreadores pasivos fueron realizados en los laboratorios del LATU y del INALI. De las muestras obtenidas en el campo, un set de 5 muestreadores Hester-Dendy por sitio fue enviado al LATU, mientras que otro set de 5 muestreadores Hester-Dendy, así como las muestras cualitativas fueron enviadas al INALI, en ambos casos para cuantificación de abundancias y riqueza de los taxa presentes.

### 5.2.2. Resultados

En el caso del bentos, la información brindada por los laboratorios contenía diferentes niveles taxonómicos de identificación de organismos, por lo que se estandarizó toda la información a nivel de familia, que es el nivel acordado de trabajo. A partir de estos datos se calculó la abundancia relativa y la riqueza de taxa para cada sitio de muestreo. Los laboratorios informaron, además, equitatividad, dominancia de taxa tolerantes, riqueza de taxa sensibles e índices de calidad de agua (no incluidos en el presente informe).

Dado lo fragmentada de la base de datos que ha podido conformarse durante este periodo inicial, el presente informe se limita a reportar el listado de taxa presentes que han sido colectados con cada tipo de metodología de monitoreo, indicando adicionalmente su carácter de taxa sensibles o tolerantes, pero postergando el desarrollo de un índice de calidad de agua para próximos periodos cuando la completitud de la base de datos así lo permita. No obstante, dada la carencia general de información sobre los ensambles de macroinvertebrados del río Uruguay, los listados de familias y la composición de los ensambles aquí relevados son ya de relevancia significativa para el conocimiento del funcionamiento biológico del río Uruguay.

Primeramente, en una tabla de presencia/ausencia por sector del río se reportan todas las familias o taxa registrados por las diferentes aproximaciones de muestreo en cada uno de los sitios analizados (tabla 5.1.). La tabla a continuación indica los 55 taxa que fueron registrados en los muestreos de agosto, octubre y diciembre de 2019 considerando tanto lo colectado con los sustratos muestreadores Hester-Dendy en los tres sectores en donde fueron recuperados como lo colectado con red D en todos los sitios de estudio.

Cabe destacar la presencia de algunas larvas de insectos que resultan sensibles a la contaminación orgánica como los efemerópteros de las familias *Baetidae*, *Leptohyphidae* y *Leptophlebiidae*, los odonatos de la familia *Gomphidae*, los coleópteros *Dyticidae* y *Elmidae*, los trichópteros *Hydroptilidae* y *Leptoceridae* así como gasterópodos de la familia *Ancylidae*, crustáceos de la familia *Paleomonidae* o hydras de la familia *Hydridae*, cuya presencia podría ser indicadora de condiciones de buena calidad de agua.



Asimismo, se registraron otras 15 familias de macroinvertebrados que son conocidas por tolerar muy bien la contaminación orgánica, entre ellos los hirudíneos *Glossiphoniidae* (sanguijuelas), seis familias de oligoquetos, los gasterópodos de la familia *Physidae*, los crustáceos *Hyalellidae* y larvas de insectos como los dípteros de la familia *Ceratopogonidae* y *Chironomidae*, odonatos de la familia *Coenagrionidae*, o los efemerópteros *Caenidae*.

Además, se reportaron como especies tolerantes los bivalvos de la familia *Mytilidae* (cuya única especie es el mejillón dorado invasor *Limnoperna fortunei*) y de la familia *Corbiculidae* (en particular la especie *Corbicula fluminea* o almeja asiática invasora). Con respecto a estas últimas dos especies, ellas son conocidas especies exóticas que invaden el río Uruguay, potencialmente impactando sobre otras especies nativas del río.

De los 55 taxa registrados en total e identificados 37 de ellos fueron colectados con los sustratos Hester-Dendy, a pesar de que sólo se pudieron obtener muestras con esta metodología cuantitativa en tres sectores. Para esos muestreos cuantitativos se presenta a continuación una tabla complementaria (Tabla 5.2.) donde se reporta la abundancia total registrada en los 10 sustratos colocados en cada uno de los sitios.

Los sustratos en los que se han encontrado mayor número de organismos y riqueza de taxa han sido aquellos colocados en la margen izquierda del sitio Casablanca en agosto y octubre de 2019, mientras que en la margen derecha de Nuevo Berlín en octubre de 2019 es donde y cuando se registró el menor número y riqueza de organismos.

Para lograr una mejor visualización de las diferentes composiciones de los ensambles según los datos obtenidos con los sustratos artificiales, a continuación, se grafican las abundancias totales en cada sitio distinguiendo entre cada familia y entre órdenes, como un nivel de organización jerárquicamente superior (Figura 5.1.).

En esta figura se puede observar por una parte que, en el muestreo de agosto de 2019, mientras que en el sector de Punta las Rosas dominan la comunidad los oligoquetos y las larvas de dípteros de la familia *Chironomidae*, en la margen izquierda de Casablanca y en la margen derecha de Nuevo Berlín dominan los caracoles (gasterópodos) y las larvas de *Chironomidae*. Por otra parte, en los muestreos de octubre de 2019, mientras que en la margen derecha de Nuevo Berlín sigue existiendo co-dominancia de chironómidos y gasterópodos (a pesar de las bajas abundancias colectadas) en la margen izquierda de Casablanca parece haber una mayor equitatividad en comparación con el muestreo previo, observándose una co-dominancia de chironómidos, gasterópodos y de efemerópteros, seguidos por la abundancia de los oligoquetos.

En cuanto al muestreo cualitativo los resultados reportados corresponden al pasaje de una red D por los ambientes litorales durante aproximadamente 15 minutos y han podido ser llevados a cabo en todos los sectores en las campañas de agosto y diciembre



de 2019, existiendo también datos de octubre de 2019 únicamente para el muestreo en la margen derecha de Casablanca (Figura 5.2. y Tabla 5.3.).



Tabla 5.1. Riqueza de taxa colectadas con muestreadores Hester-Dendy.

Clase	Orden	Familia/ Taxa	MCBU-MD		MCBU-MI		BE-MD		BE-MI		VR-MD		VR-MI		PY-MD		PY-MI		LI-MD		LI-MI		CB-MD		CB-MI		NB-MD		NB-MI		PR-MD		PR-MI		LC-MD		LC-MI			
			AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC		
Ciliellata	Oligochaeta	Aelosomatidae <sup>1</sup>																												X						X				
		Allurioidae <sup>1</sup>																																			X			
		Enchytraeidae <sup>1</sup>																				X																X		
		Megadrillidae <sup>1</sup>																																				X		
		Naididae <sup>1</sup>		X	X	X		X			X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Gastropoda	Gastropoda	Naragidae <sup>1</sup>																																						
		Ampullaridae																									X	X	X		X	X	X		X		X			
		Ancylidae <sup>8</sup>																									X	X	X		X	X	X		X		X			
		Chilnidae <sup>8</sup>																									X	X	X		X	X	X		X		X			
		Cochliopidae		X	X	X							X									X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
		Tatellidae		X	X	X		X							X		X		X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		
		Lymnaeidae																									X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
Bivalvia	Mytilida	Physidae <sup>7</sup>																								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		* Mytilidae <sup>1</sup>		X	X			X																		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		* Corbiculidae <sup>1</sup>		X			X	X		X				X		X		X		X		X		X								X	X	X	X	X	X	X		
Maxillopoda	Calanoida	Calanoida							X						X		X		X												X						X			
		Copepoda							X							X		X		X																	X			
Ostracoda	Cyclopoida	Cyclopoida																																				X		
		Ostracoda																																					X	
Entognatha	Collembola	Cytherellidae																								X													X	
		Entomobryidae																								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Arachnida	Arachnida	Hydrachnidae											X												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Trombidiformes																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Insecta	Coleoptera	Dyticidae <sup>2</sup>																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Elmidae <sup>8</sup>		X																							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Sphaeridae																								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Ceratopogonidae <sup>1</sup>		X	X																							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Ephemeroptera	Chironomidae <sup>7</sup>	Chironomidae <sup>7</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
				Baetidae <sup>8</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Hemiptera	Odonata	Caenidae <sup>1</sup>		X		X	X	X	X				X		X		X		X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
				Ephemeroptera no identificado		X	X		X																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
				Leptohyphidae <sup>8</sup>		X	X		X																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
				Leptophlebiidae <sup>8</sup>		X	X		X							X		X		X		X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Trichoptera	Trichoptera	Coenagrionidae <sup>1</sup>																								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gomphidae <sup>8</sup>																											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Malacostraca	Decapoda	Zygoptera																								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Hydroptilidae <sup>8</sup>																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Leptoceridae <sup>8</sup>																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Polycentropodidae																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Trichoptera no identificado																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Nematoda	Tanaidacea	Amphipoda no identificado																																						
		Asellidae																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Hyalellidae <sup>1</sup>																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Nematoda	Nematoda	Aeglidae																																						
		Palaemonidae <sup>8</sup>																																						
Platelmintos	Tanaidacea	Isopoda																																						
		Tanaidacea																																						
Polychaeta	Terminothalida	Nematoda																									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Terminothalida																										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Hydrozoa	Sabalipalata	Sabalipalata																																						
		Glossiphoniidae <sup>1</sup>																																						
Hydrozoa	Hydrozoa	Hydrayeuoidea																																						
		Cordiophoridae																																						
Número de taxa total			4	12	6	1	4	7	9	6	1	1	3	4	3	5	2	2	4	3	6	7	1	6	5	24	25	14	9	4	23	6	19	8	24	11	6	12	18	
Nota aclaratoria: el " * " indica las especies exóticas invasoras, el superíndice "T" indica las especies tolerantes y el superíndice "S" indica las especies sensibles																																								

Tabla 5.2.: Riqueza de taxa obtenida mediante red D.

Clase	Orden	Familia/ Taxa	CB-MI		NB-MD		NB-MI	PR-MD	PR-MI
			AGO	OCT	AGO	OCT	AGO	AGO	AGO
Clitellata	Oligochaeta	Aelosomatidae	0	0	0	0	13	0	6
		Naididae	82	142	60	2	320	426	445
Gastropoda	Gastropoda	Ampullaridae	290	109	73	0	29	0	6
		Ancylidae	55	16	0	0	7	0	1
		Chilidae	0	0	0	0	0	0	4
		Cochliopidae	34	38	109	11	132	0	0
		Lymnaeidae	0	0	0	0	0	0	1
		Physidae	2	0	0	0	0	0	0
		Planorbidae	1	8	1	1	0	0	0
	Tateidae	191	59	55	8	50	1	26	
Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	16	90	29	4	10	95	6
Ostracoda	Platycopida	Cythereiidae	0	14	0	0	8	0	0
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	0	0	0	0	0	0	1
Arachnida	Arachnida	Arachnidae	0	1	0	1	0	0	0
		Trombidiformes	0	1	0	0	7	2	7
Insecta	Coleoptera	Dyticidae	1	0	0	0	0	0	0
		Elmidae	8	17	0	2	0	1	2
		Sphaeriidae	2	0	0	0	0	0	0
	Diptera	Ceratopogonidae	1	0	1	0	0	0	0
		Chironomidae	243	507	141	10	295	114	194
	Ephemeroptera	Baetidae	6	2	0	0	3	0	3
		Caenidae	98	163	3	0	47	6	30
		Ephemeroptera no identificado	0	0	0	0	2	0	0
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	14	45	0	0	19	27	106
		Leptophlebiidae	0	1	3	0	6	3	35
		Coenagrionidae	8	1	0	0	0	0	0
	Odonata	Zygoptera no identificado	10	7	1	0	1	0	0
		Leptoceridae	1	0	0	0	0	0	0
	Trichoptera	Polycentropodidae	3	5	0	0	3	1	1
		Trichoptera no identificado	1	0	0	0	5	0	2
Malacostraca	Amphipoda	Amphipoda	0	0	0	0	0	1	0
		Asellidae	2	3	0	0	1	0	0
		Hyalellidae	0	1	0	0	5	1	1
	Decapoda	Aeglididae	0	1	1	0	0	0	1
Nematoda	Nematoda	1	7	4	0	10	18	15	
Platelmintes	Temnocephalida	Temnocephalidae	0	0	1	0	1	0	0
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	2	14	0	0	1	0	2
Número total de individuos			1072	1252	482	39	975	696	895
Riqueza específica			24	24	14	8	23	13	22

Figura 5.1.: Figura de abundancias de macroinvertebrados colectados con muestreadores Hester-Dendy. Arriba: abundancias indicando la composición a nivel de familia -a excepción de efemeróptera y tricóptera (nivel orden) y zygoptera (nivel sub-orden); abajo abundancias indicando la composición a nivel de órdenes.

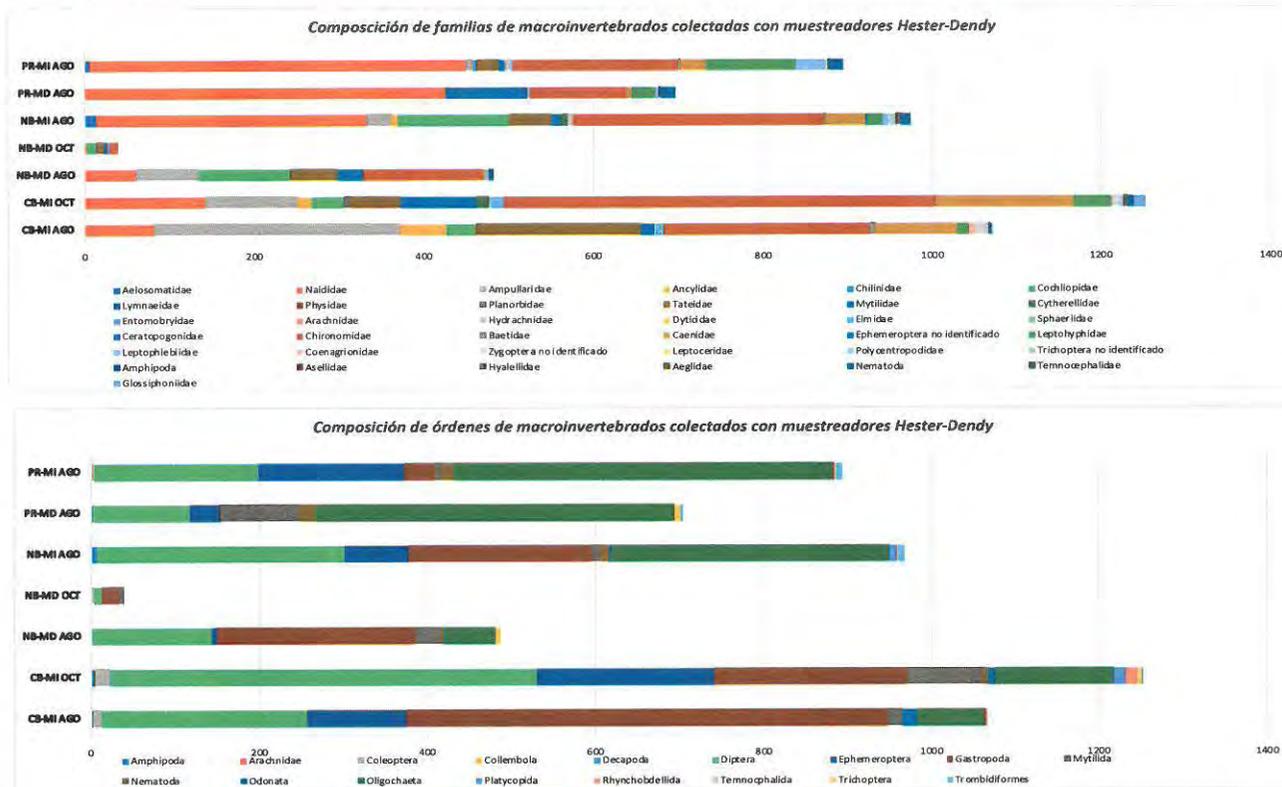




Tabla 5.3.: Resultados de abundancias relativas colectadas con red D.

Clase	Orden	Familia / Taxa	MCBU-M		BE-M		VR-M		VP-M		PI-M		LI-M		CE-M		NB-M		PR-M		LC-M																				
			AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC																	
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chelazata	Oligochaeta	Enchytraeidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																		
		Megadriliidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																		
		Naididae	50.0	9.7	11.8	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	17.2	0.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																		
		Nerepidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																		
Gastropoda	Gastropoda	Ancylidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Chilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Cochilopidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Tateidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Bivalvia	Mytilida	Tectidae	11.1	22.4	29.4	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Mytilidae	0.0	3.7	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Corbiculidae	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Ostracoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Arachnida	Trombidiformes	Hydrachnidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Collembola	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Diptera	5.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Chironomidae	33.3	26.9	23.5	100.0	88.0	63.2	33.3	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Ceratopogonidae	5.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Chironomidae	33.3	26.9	23.5	100.0	88.0	63.2	33.3	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Baetidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Hemiptera	Hemiptera	Ceratomydidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Ceratomydidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Leptophlebiidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Leptophlebiidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Trichoptera	Trichoptera	Gomphidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Hydropsychidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Leptoceridae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Hydropsychidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Malacostraca	Decapoda	Agilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Agilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Agilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Agilidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Mollusca	Cyanidaria	Isopoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Isopoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Isopoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Isopoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Nematoda	Nematoda	Tanaidacea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Tanaidacea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Tanaidacea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Tanaidacea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Hydrozoa	Anthoathecata	Calamida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Calamida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Calamida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Calamida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Polychaeta	Caprellidida	Cyclopoida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Cyclopoida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Cyclopoida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Cyclopoida	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
Polychaeta	Caprellidida	Nematoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Nematoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Nematoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			
		Nematoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0																			



En el muestreo con red D se ha colectado un total de 36 taxa de macroinvertebrados en todos los sitios y períodos, siendo la margen izquierda en el sector La Concordia el sitio donde se ha registrado la mayor riqueza de taxa (con un total de 17 taxa) y existiendo varios sitios donde la colecta ha sido muy escasa tales como en todos los muestreos del sector Vertedero en su margen derecha o en el muestreo de diciembre de la margen izquierda del sector Monte Caseros-Bella Unión, entre otros (Figuras 5.2. y 5.3.).

Figura 5.2.: Composición de taxa para el nivel de orden.

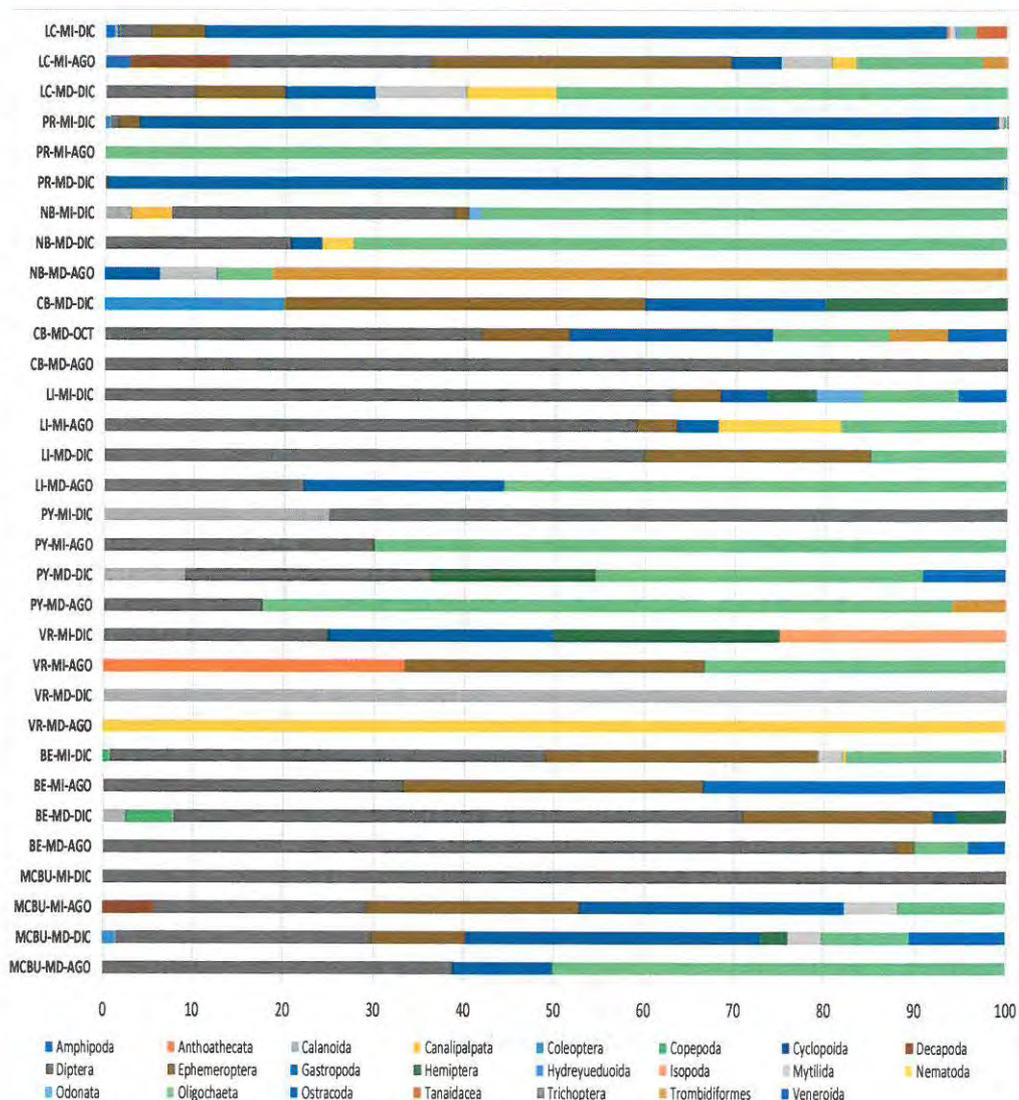
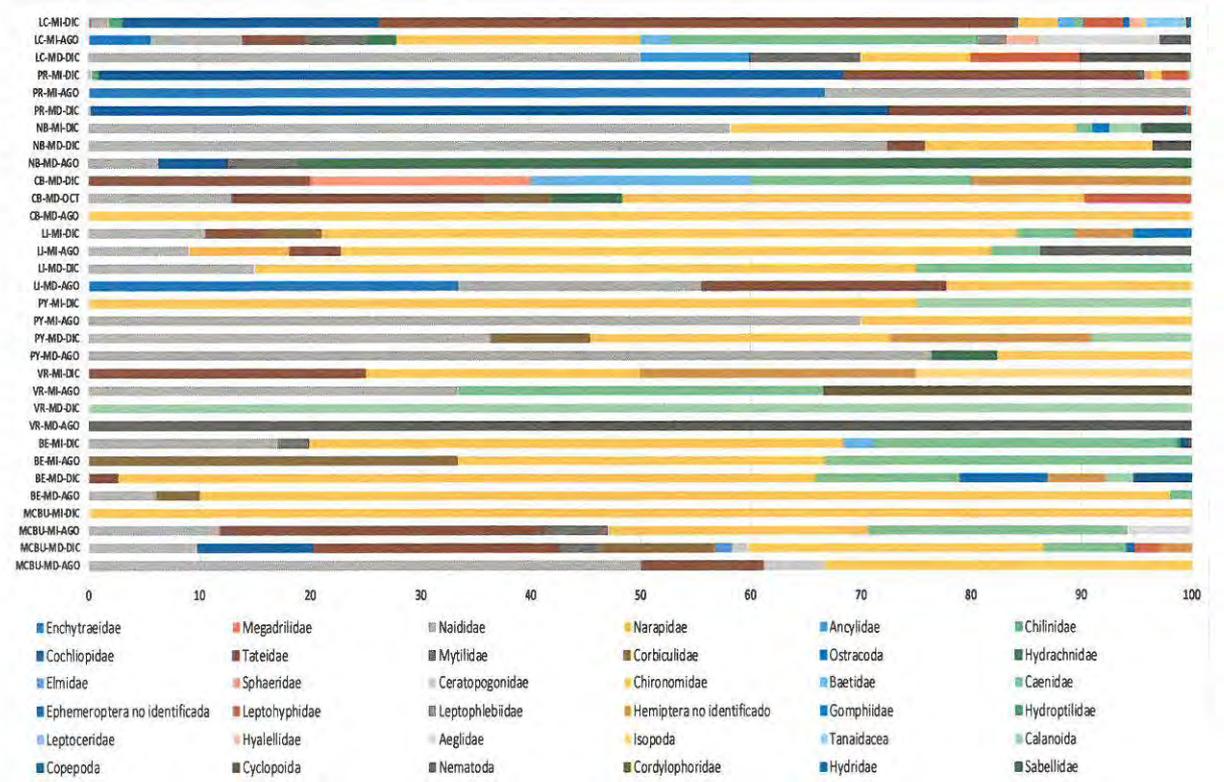


Figura 5.3.: Composición de taxa para el nivel de familia.



La composición del ensamble denota una importante dominancia de larvas de dípteros de la familia de los quironómidos y de oligoquetos en varios sitios como en los sectores de Monte Caseros-Bella Unión, Belén, Puerto Yerúa, Liebig y Nuevo Berlín (en diciembre de 2019 en este último caso). En contraste, algunos sitios denotan una mayor equitatividad aparente de diferentes grupos, como por ejemplo en el sector de La Concordia donde los efemerópteros, coleópteros y otras larvas de insectos, así como los gasterópodos, presentan mayores valores en sus abundancias relativas, aspecto también se ha detectado en la margen derecha de los sectores Monte Caseros- Bella Unión y de Casablanca en el muestreo de diciembre 2019.

### 5.2.3. Conclusiones específicas sobre invertebrados bentónicos

Dado que tanto los oligoquetos como los quironómidos son especies tolerantes a contaminación, en los sitios en donde estos taxa son los que dominan ello podría indicar una calidad de agua relativamente inferior. Sin embargo, la base de datos conformada es muy escasa y fragmentada aún como para realizar análisis estadísticos al respecto o



como para evaluar ahora índices de integridad biótica, los cuales se espera puedan ser utilizados en períodos futuros una vez que se cuente con mayor cantidad de datos recopilados.

En cuanto a las aproximaciones metodológicas implementadas, se destaca que con siete instancias de muestreo usando los sustratos Hester-Dendy se ha colectado mayores riquezas de taxa que en 32 instancias de muestreo realizados arrastrando con red D. Esto, en combinación con el hecho de que los muestreos con sustratos colonizados son representativos de una mayor ventana temporal y pasibles de una mayor estandarización y menores errores asociados al manejo, hacen que el método de muestreo relativo al uso de sustratos artificiales Hester-Dendy sea el más adecuado a la hora de profundizar sobre el análisis estandarizado de la estructura de los diferentes ensamblajes enfocado a la elaboración de índices de calidad ambiental para el río a partir de la composición de los ensamblajes de macroinvertebrados. Sin embargo, destacamos la complementariedad de ambos métodos observando que existen varios taxa que han sido únicamente colectados con red D, y cabe esperar que taxa de mayor tamaño y menos móviles o pasibles de colonizar estructuras duras como los sustratos Hester-Dendy, sean preferencialmente colectados por un método de muestreo activo como lo son los arrastres con la red D.



### 5.3. FITOPLANCTON

#### 5.3.1. Metodología específica

Durante el año 2019 se incorporó al programa de monitoreo un muestreo de abundancia y de diversidad de fitoplancton con una frecuencia semestral en cada una de las márgenes de cada sector de estudio, es decir en 18 sitios en total distribuidos desde Monte Caseros-Bella Unión en el norte hasta La Concordia en el sur. Este muestreo se realizó con el objetivo de caracterizar los ensamblajes de fitoplancton existentes, y su variación espacio-temporal en el tramo compartido entre Uruguay y Argentina del río Uruguay, como primer paso para poder identificar a futuro los principales factores determinantes de la estructura del ensamblaje de fitoplancton en el río.

Para esta primera caracterización descriptiva se hace especial foco en la composición de los ensamblajes de fitoplancton relevados en cada sitio durante los dos muestreos realizados en 2019 en los meses de febrero y de agosto. Para ello se realizaron dos tipos de muestreos: 1) un muestreo de tipo cualitativo realizando 10 arrastres horizontales superficiales de una red de fitoplancton de 18 micras de apertura de malla, recorriendo en cada arrastre una distancia aproximada de 4 m desde la embarcación, 2) un muestreo de un volumen fijo, tomando una muestra resultante del filtrado por una malla de 18 micras de apertura de 6,2 L de agua extraída con una botella Van Dorn a 0,50 m de la superficie para la cuantificación de la densidad de cada taxa en células/ml. En este último caso, debido a un error tardíamente constatado, las muestras fueron filtradas en la red copo luego de colectadas en la botella Van Dorn, lo que no permite realizar el cálculo adecuado de biomasa. Ambas muestras colectadas se preservaron con Lugol y se mandaron a analizar para determinar los taxa presentes al mayor nivel de identificación posible en el laboratorio LATU.

Los parámetros solicitados a los laboratorios fueron diversidad de especies y biomasa. La diversidad de especies pudo ser relevada para todos los puntos durante los dos muestreos realizados en el período informado. En referencia al cálculo de biomasa, debido al mencionado error en la toma de muestras, ésta no pudo ser determinada de manera adecuada, por lo que este parámetro no se incluye en el presente informe.

#### 5.3.2. Resultados

El fitoplancton fue identificado a nivel específico y al menor nivel de resolución taxonómica posible (en algunos casos, nivel de sub-especie). Para el caso de muestras cualitativas, se registró presencia/ausencia de cada especie en cada sitio de muestreo. Con las muestras cuantitativas se obtuvo la densidad relativa de cada especie en cada sitio de muestreo. A partir de estos datos se calculó la riqueza de taxa y la densidad relativa de las principales especies y la densidad relativa de cada especie en todos los sitios muestreados. Tal como se mencionó previamente los resultados de biomasa y

biovolumen no fueron incluidos en el presente informe debido a un error que se produjo durante la toma de muestras.

Considerando los datos tanto de los muestreos cuantitativos y cualitativos en forma conjunta, se han registrado un total de 284 taxa de fitoplancton considerando la máxima resolución taxonómica posible, lo cual en la vasta mayoría de los casos corresponde al nivel de especie. Se enumeran a continuación algunos de los taxa de mayor frecuencia de cada grupo taxonómico, por ejemplo, aquellos identificados en más del 50 % de los eventos de muestreo (Tabla 5. 4.).

En el caso de las diatomeas (grupo *Bacillariophyceae*), las especies más frecuentes fueron *Aulacoseria granulata*, *Aulacoseria granulata* var. *angustissima*, *Ulnaria ulna*, *Melosira varians* y *Fragilaria acus*. En las *Chlorophyceae*, las especies registradas con una mayor frecuencia fueron *Pandorina morum* y *Eudorina elegans*; mientras que, para las *Cyanophyceae*, las especies más frecuentes fueron aquellas de los géneros *Jaaginema* y *Raphidopsis*, así como la especie *Dolichospermum uruguayense*.

También se han encontrado frecuentemente las especies de *Cryptophyceae* *Cryptomonas marssonii*, *Campylomonas rostratiformis*, *Cryptomonas reflexa* y *Plagioselmus* cf. *lacustris*, así como la *Dinophyceae* *Durinskia baltica* y la *Euglenophyceae* *Trachelomonas rugulosa*. Ninguna de las especies de *Crysophyceae* o *Xanthophyceae* superó el 50% de frecuencia de ocurrencia, siendo éstos los grupos taxonómicos menos frecuentes en el río (Tabla 5.5.).

Destacan por su persistencia entre diferentes sitios y épocas de muestreo las especies *Aulacoseria granulata* y *Cryptomonas marssonii* estando presentes en más del 90% de los eventos de muestreo. En la tabla a continuación, se muestran estos datos de riqueza en función de la presencia o ausencia de cada especie en cada sitio y fecha de muestreo realizado. Esta tabla muestra la presencia-ausencia de grupos obtenidos mediante ambas metodologías de muestreo realizados en 2019 agrupados según el grupo taxonómico. En la última columna se resume la información de la frecuencia de ocurrencia de cada especie y en la última fila se presenta la riqueza de total de taxa registrados en oportunidad de cada muestreo. Dentro de cada grupo taxonómico las especies se ordenaron de forma decreciente según su frecuencia de ocurrencia. En cuanto a la variación en la riqueza de taxa y composición del ensamble entre los muestreos realizado en febrero y de agosto de 2019, se observa una evidente mayor riqueza de taxa en el mes febrero con respecto al mes de agosto en cada uno de los sitios muestreados, con la única excepción de la margen derecha de Casablanca donde el número de taxa permaneció incambiado. La diferencia más notoria en tal sentido se ha registrado en el sitio Punta las Rosas margen derecha, donde la riqueza resulta cerca



de 10 veces más alta en febrero con respecto a agosto (104 taxa en febrero vs. 14 en agosto).

Grupo Taxonómico	Especie	MCBU-MD		BE-MD		BE-MI		VR-MD		VR-MI		PY-MD		PY-MI		LI-MD		LI-MI		CB-MD		CB-MI		NB-MD		NB-MI		PR-MD		PR-MI		LC-MD		LC-MI		Frecuencia de ocurrencia (%)
		Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.			
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	94,4			
	<i>Aulacoseira granulata</i> var <i>angustissima</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	88,9			
	<i>Ulnaria ulna</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	77,8			
	<i>Melosira varians</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	86,7			
	<i>Fragilaria acus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	63,9			
	<i>Nitzschia palea</i>	X	X																															44,4		
	<i>Aulacoseira ambigua</i> f. <i>spiroides</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	38,9			
	<i>Surellula guatemalensis</i>	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	36,1			
	<i>Aulacoseira herzogii</i>	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30,6			
	<i>Nitzschia reverse</i>		X		X	X	X																											30,6		
	<i>Gyrodinium kuetzingii</i>	X	X	X	X	X	X																											27,8		
	<i>Nitzschia linearis</i>	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25,0			
	<i>Eunotia bilunensis</i>	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22,2			
	<i>Fragilaria cf. nanana</i>			X						X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22,2			
	<i>Ceratium</i> sp. +1-10 um	X	X	X	X	X	X																											19,4		
	<i>Navicula kuseliana</i>	X	X	X	X			X																										19,4		
	<i>Aulacoseira cf. distans</i>									X																								16,7		
	<i>Aulacoseira cf. nuzzanensis</i>			X						X																								16,7		
	<i>Pinnularia</i> sp. 1			X						X																								16,7		
	<i>Sellaphora</i> sp.	X	X	X							X																							16,7		
	<i>Nitzschia fruticosa</i>					X																												13,9		
	<i>Nitzschia sigma</i>																																	13,9		
	<i>Aulacoseira granulata</i> var <i>angustissima</i> cf. <i>spiroides</i>	X	X	X	X	X	X																											11,1		
	<i>Eunotia</i> sp.	X	X	X	X																													11,1		
	<i>Gomphonema</i> sp.	X	X	X	X																													11,1		
	<i>Navicula cf. capfordiata</i>			X				X																										11,1		
	<i>Navicula</i> sp. 1							X																										11,1		
	<i>Nitzschia</i> sp. 1							X	X	X																								11,1		
	<i>Skeletonema potamos</i>	X	X		X																													11,1		
	<i>Surellula splendida</i>							X																										11,1		
	<i>Amphipleura pelucida</i>																																	8,3		
	<i>Encyonema</i> sp. 1	X	X					X	X																									8,3		
	<i>Fragilaria gouldii</i>	X	X					X	X																									8,3		
	<i>Gomphonema luteum</i>	X	X					X	X																									8,3		
	<i>Nitzschia</i> sp. 4							X																										8,3		
	<i>Urosolenia</i> sp.							X																										8,3		
	<i>Amphora</i> cf. <i>copulata</i>	X	X																															8,3		
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>																																	5,6		
	<i>Cymbella</i> sp.			X																														5,6		
	<i>Fragilaria</i> sp. 1																																	5,6		
	<i>Navicula cf. schroeteri</i>			X				X																										5,6		
	<i>Pilcolinia</i> sp.																																	5,6		
	<i>Surellula linearis</i>																																	5,6		
	<i>Terpisnoe musica</i>																																	5,6		
	<i>Amphora copulata</i>																																	5,6		
	<i>Amphora</i> sp.																																	5,6		
	<i>Aulacoseira ambigua</i>									X																								2,8		
	<i>Bacillaria paxillifera</i>									X																								2,8		
	<i>Ceratium</i> sp. +1-15 um																																	2,8		
	<i>Encyonema jentlandicum</i>			X																														2,8		
	<i>Fragilaria cf. cratonensis</i>							X																										2,8		
	<i>Frustula</i> sp.	X	X																															2,8		
	<i>Gomphonema cf. gracile</i>			X																														2,8		
	<i>Gyrodinium obtusatum</i>	X	X																															2,8		
	<i>Hantzschia</i> sp.																																	2,8		
	<i>Iconella linearis</i>			X																														2,8		
	<i>Luticola</i> sp.																																	2,8		
	<i>Navicula symmetrica</i>																																	2,8		
	<i>Nitzschia cf. brevicornis</i>																																	2,8		
	<i>Pinnularia neomajor</i>																																	2,8		
	<i>Pleurosigma laevis</i>																																	2,8		
	<i>Surellula epiculeta</i>			X																														2,8		
	<i>Surellula cf. angusta</i>			X																														2,8		
	<i>Surellula cf. minuta</i>																																	2,8		
	<i>Surellula</i> sp. 1					X																												2,8		
	<i>Terpsinoe musica</i>																																	2,8		
	<i>Thalassiosira</i> sp.																																	2,8		
	<i>Westella bollwoydes</i>																																	2,8		
	<i>Amphipleura</i> sp.																																	0,0		
	<i>Fragilaria capucina</i>																																	0,0		

Grupo Taxonómico	Especie	MCBU-MD		MCBU-MI		BE-MD		BE-MI		VR-MD		VR-MI		PY-MD		PY-MI		LI-MD		LI-MI		CB-MD		CB-MI		NB-MD		NB-MI		PR-MD		PR-MI		LC-MD		LC-MI		Frecuencia de ocurrencia (%)
		Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.	Feb.	Ago.			
CHLOROPHYCEAE	<i>Pandora morum</i>	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	75,0		
	<i>Eudonia elegans</i>	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	69,4		
	<i>Closterium aciculare</i>		X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	33,3		
	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	33,3		
	<i>Actinastrum hantzschii</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30,6		
	<i>Spermatozopsis exsulans</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30,6		
	<i>Closterium cf. moniliferum</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25,0		
	<i>Gonatozygon pilosum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25,0		
	<i>Eutretimonas cf. fottii</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22,2		
	<i>Monoraphidium pusillum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22,2		
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4		
	<i>Eutretimonas fottii</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4		
	<i>Oocystis sp.</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4		
	<i>Volvox aureus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7		
	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7		
	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7		
	<i>Tetraselmis cordiformis</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7		
	<i>Autodesmus acuminatus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Closterium acutum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Coelastrum microporum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Hindakia tetrachotoma</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Monoraphidium cf. irregulare</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Oocystis cf. lacustris</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Scenedesmus ecomis</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Staurastrum setigerum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Staurastrum mutabile</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9		
	<i>Coenochloris hindakii</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1		
	<i>Pediastrum duplex</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1		
	<i>Platydoria caudata</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1		
	<i>Smithsonomonas sp.</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1		
	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Gonatozygon monotaenium</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Monastidium simplex</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Monoraphidium flexuosum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Naphroclydium lunatum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Pteromonas sp.</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Staurastrum gracile</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Staurastrum trifidum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Treubaria triependiculata</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3		
	<i>Ankistrodesmus bibrainius</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Chlamydomonas cf. duplex</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Closterium cf. kuetsingii</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Closterium cf. dianae</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Cosmarium granatum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Cosmarium sp.</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Cosmarium punctulatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Crucigenia quadrata</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Desmodesmus cf. quadricauda</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Desmodesmus protuberans</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Dimorphococcus lunatus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Monoraphidium irregulare</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Monoraphidium komarovae</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Monoraphidium pusillum</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Oocystis elliptica</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6		
	<i>Planctonema luteibonii</i>			X																																		

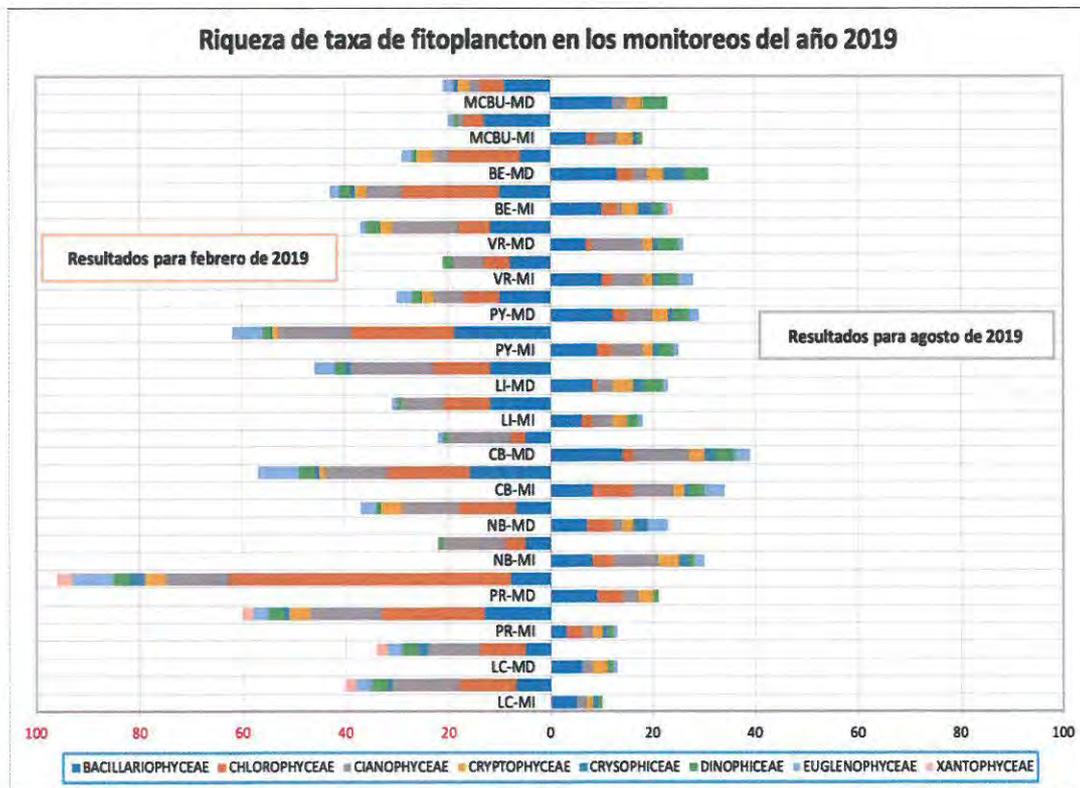


Grupo Taxonómico	Especie	MCBU-MD		MCBU-MI		BE-MD		BE-MI		VR-MD		VR-MI		PY-MD		PY-MI		LI-MD		LI-MI		CB-MD		CB-MI		NB-MD		NB-MI		PR-MD		PR-MI		LC-MD		LC-MI		Frecuencia de ocurrencia (%)
		Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	
CIANOPHYCEAE	<i>Jaaginema sp.</i>	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	72,2	
	<i>Raphidiopsis sp.</i>			X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	63,9	
	<i>Dolichospermum uruguayense</i>				X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	50,0	
	<i>Microcystis aeruginosa</i>																																				41,7	
	<i>Planktothrix isothenx</i>			X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	41,7	
	<i>Microcystis wesenbergii</i>																																				38,9	
	<i>Microcystis wesenbergii</i>																																				38,9	
	<i>Dolichospermum viguieri</i>																																				36,1	
	<i>Microcystis novacekii</i>																																				36,1	
	<i>Dolichospermum crassum</i>																																				33,3	
	<i>Dolichospermum circinale</i>																																				30,6	
	<i>Anabaena sp.</i>																																				25,0	
	<i>Cuspidothrix sp.</i>			X																																	25,0	
	<i>Cuspidothrix issatschenkoii</i>				X																																22,2	
	<i>Dolichospermum planctonicum</i>																																				22,2	
	<i>Lyngbya sp.</i>		X		X																																19,4	
	<i>Pseudoanabaena mucicola</i>																																				19,4	
	<i>Aphanizomenon gracile</i>																																				16,7	
	<i>Microcystis sp.</i>																																				16,7	
	<i>Pseudoanabaena sp.</i>																																				16,7	
	<i>Mesompedia glauca</i>					X	X	X																													13,9	
	<i>Microcystis protocystis</i>																																				13,9	
	<i>Pseudoanabaena moniformis</i>	X							X																												11,1	
	<i>Pseudoanabaena calenata</i>																																				8,3	
	<i>Romana cf gracilis</i>																																				8,3	
	<i>Aphanizomenon platense</i>																																				5,6	
	<i>Bythococcus sp.</i>																																				5,6	
	<i>Cocconeis sp.</i>																																				5,6	
	<i>Gaillardinella sp.</i>																																				5,6	
	<i>Komvophorum crassum</i>																																				5,6	
	<i>Oscillatoria sp.</i>																																				5,6	
	<i>Planktolyngbya cf holzschuhi</i>																																				5,6	
	<i>Raphidiopsis curvata</i>																																				5,6	
	<i>Aphanizomenon cf yezeense</i>																																				2,8	
	<i>Aphanizomenon sp.</i>																																				2,8	
	<i>Aphanocapsa cf delicatissima</i>																																				2,8	
	<i>Aphanothece sp.</i>																																				2,8	
	<i>Cyandrospermopsis raciborskii</i>																																				2,8	
	<i>Gaillardinella splendida</i>																																				2,8	
	<i>Komvophorum sp.</i>																																				2,8	
<i>Leptolyngbya</i>																																				2,8		
<i>Mesompedia tenuissima</i>																																				2,8		
<i>Microcystis panniformis</i>																																				2,8		
<i>Planktothrix cf suspensa</i>																																				2,8		
<i>Pseudoanabaena cf galeata</i>																																				2,8		
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas marssonii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	94,4		
	<i>Campylopus rostratiformis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	66,7	
	<i>Cryptomonas relaxa</i>	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		52,8		
	<i>Pleogonolaima cf lacustris</i>		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	52,8		
	<i>Cryptomonas ovata</i>																																				16,7	
	<i>Cryptomonas sp.</i>																																				5,6	
	<i>Flagelado s/d 5 um</i>																																			5,6		
<i>Flagelado s/d</i>																																			2,8			

CRYSOPHYCEAE	<i>Synura uvella</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	33,3																
	<i>Dinobryon divergens</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4																
	<i>Mallomonas scaroides</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9																
	<i>Dinobryon divergens</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3																
	<i>Mallomonas cf. fonsurata</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3																
	<i>Mallomonas sp.</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Dinobryon cf. bevanicum</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Kephyron sp.</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Mallomonas sp. 2</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Mallomonas cf. caudata</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Syncrypta volvox</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
DINOPHYCEAE	<i>Durinskia bellica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	72,2																
	<i>Ceratium hirundinella</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	44,4																
	<i>Ceratium cf. furcoides</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	41,7																
	<i>Sphaerodinium cinctum</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30,6																
	<i>Peridinium sp. 2</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7																
	<i>Peridinium cf. wisconsinense</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9																
	<i>Peridinium sp. 1</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3																
	<i>Dinoflagelado tecado 15 u</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Peridinium sp.</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Sphaerodinium cf. galunense</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Dinoflagelado 20 u</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Peridinium cf. wisconsinense</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Peridinium sp.</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
EUGLENOPHYCEAE	<i>Trachelomona rugulosa</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	58,3																
	<i>Lepocinctis acus</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	36,1																
	<i>Phacus onyx</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	22,2																
	<i>Lepocinctis caudata</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4																
	<i>Trachelomona volvocina</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19,4																
	<i>Euglena cf. gaumeri</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,7																
	<i>Lepocinctis oxyuris</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9																
	<i>Phacus tortus</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9																
	<i>Trachelomona planctonica</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9																
	<i>Lepocinctis texta</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1																
	<i>Strobomona grandiana</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1																
	<i>Trachelomona sculpta</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,1																
	<i>Lepocinctis ovum</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,3																
	<i>Trachelomona bacillifera</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Trachelomona laevis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Trachelomonas cf. hispida</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,6																
	<i>Euglena cf. pusilla</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Euglena cf. sanguinea</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Euglena cf. tripteris</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Euglena ehrenbergii</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Euglena sp. 1</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Lepocinctis fusiformis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Phacus longicauda</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Strobomonas argentiniensis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Strobomona cf. fluviatilis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Strobomona cf. treubii</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
	<i>Strobomona gibberosa</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																
<i>Strobomona sp.</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																	
<i>Trachelomona volvocinopsis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,8																	
<i>Phacus sp. 1</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,0																	
XANTOPHYCEAE	<i>Isthmochloron lobulellum</i>																				8,3																	
	<i>Isthmochloron sp.</i>																					8,3																
	<i>Centritractus sp. 1</i>																					2,8																
	<i>Centritractus sp. 2</i>																					2,8																
	<i>Ducellieria chodatii</i>																					2,8																
	<i>Goniochloris cf. fallax</i>																					2,8																
<i>Ophioctylum capitatum</i>																					2,8																	
<b>RIQUEZA TOTAL DE TAXA</b>		<b>38</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>44</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>62</b>	<b>26</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>104</b>	<b>14</b>	<b>53</b>	<b>10</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>39</b>	<b>26</b>	<b>284,0</b>

La figura siguiente presenta la riqueza de taxa registrada en los muestreos cualitativos realizado en cada sitio, siendo que los muestreos de febrero 2019 están representados barras hacia la izquierda y los de agosto 2019 con las barras hacia la derecha y los diferentes colores indican la riqueza de taxa para cada grupo taxonómico considerado.

Figura 5.4.: Riqueza de taxa de fitoplancton.



Esta figura permite observar que más allá de que las riquezas totales son contrastantes entre los muestreos de febrero y agosto de 2019, también parece existir una diferencia en la riqueza relativa entre los diferentes grupos. Por ejemplo, en febrero las *Chlorophyceae* representan una mayor fracción de los taxa relevados que en agosto, en donde las *Crysophyceae* parecen representar una mayor proporción de los registros realizados.

La composición de taxa también fue analizada estimando la densidad relativa de cada taxa en cada sitio y periodo en base a los resultados del muestreo cuantitativo realizado (tomando un volumen fijo). A continuación, se detallan esos resultados en una tabla que presenta los valores de densidad relativa de taxa de fitoplancton registrados en los



dos muestreos realizados en 2019. En la última columna se resume la información sobre la densidad relativa de cada taxa promediando entre todos los sitios y considerando ambos muestreos de 2019. Dentro de cada grupo taxonómico las especies se ordenaron de forma decreciente según su valor de densidad relativa promedio.



Grupo Taxonómico	Especie	MCBU-MD		MCBU-MI		BE-MD		BE-MI		VR-MD		VR-MI		PY-MD		PY-MI		LI-MD		LI-MI		CB-MD		CB-MI		NB-MD		NB-MI		PR-MD		PR-MI		LC-MD		LC-MI		Densidad relativa media
		Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	Feb	Ago	
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Amphipleura pellicuda</i>	-	-	29,74	-	4,23	-	7,11	-	0,46	0,03	2,97	-	0,42	-	3,98	-	2,42	-	-	-	1,18	-	4,28	-	0,88	-	-	0,83	-	21,43	-	72,25	-	-	4,155330304		
	<i>Amphipleura sp.</i>	13,23	4,85	13,21	34,70	0,08	2,02	7,18	1,55	2,70	13,94	0,66	1,85	0,15	2,08	0,03	9,09	1,03	0,27	-	-	0,21	1,71	0,05	1,51	0,48	2,22	2,50	1,68	1,09	-	1,17	4,17	0,08	1,32	3,57779192		
	<i>Amphora cf copulata</i>	7,05	6,97	5,66	4,09	1,35	6,92	2,69	14,53	2,64	16,72	0,44	1,65	0,14	0,62	0,03	9,09	2,24	-	0,11	-	0,05	2,46	0,69	3,02	0,31	3,24	0,09	-	2,00	0,40	-	0,85	3,25	0,05	0,72	2,780061316	
	<i>Amphora sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,422057069	
	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0,44	-	0,47	-	-	0,10	0,04	0,15	0,06	0,04	0,02	1,90	0,02	0,10	0,00	2,27	0,02	-	-	-	-	0,43	-	0,38	-	0,17	-	-	0,28	0,01	-	-	3,01	-	-	0,275553682	
	<i>Aulacoseira ambigua f. sproides</i>	0,44	-	6,13	-	-	-	-	-	0,13	-	0,08	-	0,22	-	0,02	-	0,18	-	0,84	-	-	-	0,05	0,02	-	0,01	-	0,09	-	0,08	-	-	-	-	0,230283172		
	<i>Aulacoseira cf distans</i>	0,88	-	4,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	-	-	0,151144895		
	<i>Aulacoseira cf muzzanensis</i>	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,04	-	1,90	-	0,10	-	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,150366916		
	<i>Aulacoseira granulata</i>	1,32	-	1,42	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57	-	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,103233915		
	<i>Aulacoseira granulata var angustissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,096948541		
	<i>Aulacoseira herzogii</i>	-	-	-	3,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	0,02	-	-	-	-	0,18	-	0,05	-	-	-	-	0,096878489		
	<i>Bacillaria paxillifera</i>	1,32	-	1,89	-	-	0,10	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,074411342		
	<i>Centrica sp. +/- 10 um</i>	0,44	-	0,94	0,11	-	0,10	0,22	0,31	-	-	-	-	0,02	0,10	0,01	-	0,04	-	-	-	-	0,05	0,01	-	0,02	-	0,27	-	0,01	-	0,01	-	0,00	0,01	0,068852094		
	<i>Centrica sp. +/- 15 um</i>	1,76	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,052880738		
	<i>Cyrtella meneghiniana</i>	-	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	-	-	-	-	0,02	-	0,13	-	0,21	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,051462301		
	<i>Cymbella sp.</i>	0,88	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-	0,08	-	-	-	-	-	-	0,051092063		
	<i>Encyonema sp. 1</i>	-	-	-	-	-	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Encyonema jemtlandicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Eunotia bilunens</i>	0,44	-	0,94	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Fragilaria acus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Fragilaria capucina</i>	0,73	-	-	-	-	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Fragilaria cf nanana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	-	<0,01		
	<i>Fragilaria gouldii</i>	-	-	-	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Frustulia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	0,18	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Gomphonema cf gracile</i>	-	0,77	-	-	-	0,29	-	0,15	-	-	-	-	-	-	0,00	0,37	-	0,58	-	-	-	0,00	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Gomphonema sp.</i>	0,08	-	0,47	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Gomphonema turis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Gyrosigma kuetszngii</i>	-	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Gyrosigma cf obtuselum</i>	-	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Hantzschia sp.</i>	-	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Melosira vanans</i>	-	-	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Navicula cf capitoreolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Navicula kuseleana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Navicula sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	0,26	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Navicula symmetrica</i>	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
	<i>Nitzschia fruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia linearis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia palea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia sigma</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia sp. 1</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia sp. 4</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Nitzschia reversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
	<i>Pinnulana sp. 1</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Pleurosira laevis</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Sellaphora sp.</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Skeletonema potamos</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Suirella cf angusta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Suirella cf minuta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Suirella guatemalensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Suirella linearis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Suirella splendida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01		
	<i>Terpsinoe musica</i>	-</																																				





EUGLENOPHYCEAE	<i>Trachelomona rugulosa</i>	0,44	-	-	0,15	-	-	-	0,04	0,02	1,90	-	0,10	0,00	2,27	0,11	2,10	-	0,29	-	-	0,02	0,25	0,03	0,34	0,01	0,45	0,18	-	0,04	-	0,01	-	-	-	-	0,243361599
	<i>Sphaerodinium cinctum</i>	-	-	-	0,10	-	-	0,46	-	0,33	-	0,42	-	2,27	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	-	-	-	-	-	-	-	0,128047401
	<i>Trachelomona volvocina</i>	0,44	-	-	-	-	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Lepocinclis ovum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Lepocinclis acus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,17	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomona planctonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	<0,01
	<i>Euglena cf gaumei</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	0,03	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomona sculpta</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Lepocinclis oxyuris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomona bacillifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomona volvocinopsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Phacus longicauda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Lepocinclis texta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomona lacustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Strobomona gibberosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Strobomona girardiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Trachelomonas cf hispida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01
	<i>Lepocinclis caudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	<0,01
	<i>Euglena cf pussila</i>	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
	<i>Phacus onyx</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	<0,01
<i>Strobomona sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
<i>Euglena cf sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
<i>Euglena cf tripteris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
XANTOPHYCEAE	<i>Isthmochloron lobulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	
	<i>Isthmochloron sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	

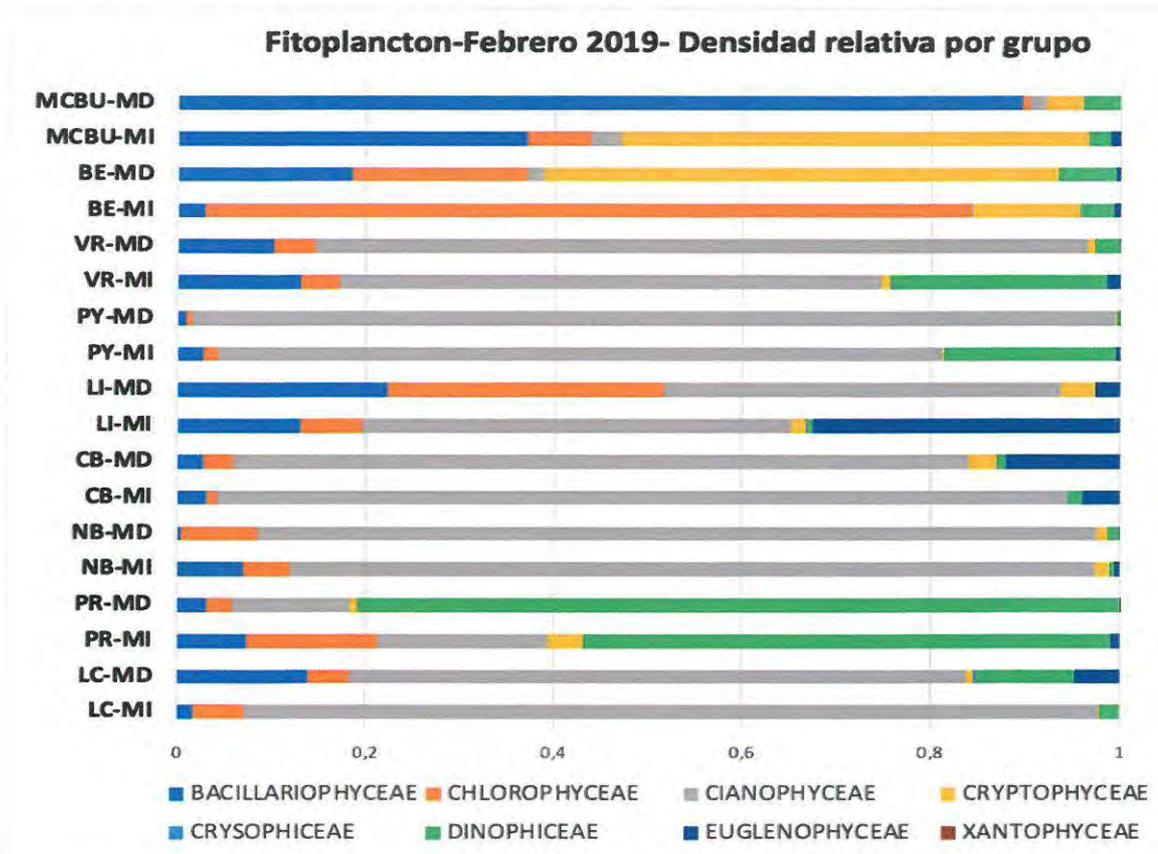


De las tablas anteriores resalta que en el global -y en promedio- más del 40 % de los individuos registrados son las tres especies de cianobacterias pertenecientes al género *Microcystis* (*M. aeruginosa*, *M. wesenbergii* y *M. novacekii*) y una al género *Jaaginema*, remarcando la clara dominancia de las cianobacterias en el ensamble, particularmente durante el verano como lo indican las mayores densidades relativas registradas en el muestreo de febrero 2019. Destacan por su dominancia las densidades relativas de *Microcystis aeruginosa*, cuya densidad relativa superó el 70%, en las márgenes izquierdas de La Concordia, Puerto Yerúa y Liebig en el mes de febrero, presumiblemente en ocasión de episodios de floraciones algales.

En cuanto al resto de los grupos taxonómicos, solo una especie de *Bacillariophyceae* y una de *Chlorophyceae* han representado valores superiores al 5% de la densidad relativa promedio en el río, y en ambos casos se deben a eventos puntuales. Por ejemplo, la especie de *Bacillariophyceae*, *Amphipleura pellucida*, representó más del 70% de la abundancia de todo el fitoplancton registrado en la margen derecha de La Concordia durante el muestreo de agosto, y la especie de *Chlorophyceae*, *Actinastrum hantzschii*, que apareció con densidad relativa superior al 85% en la margen derecha de Belén en el muestreo de febrero 2019.

Para poder visualizar los cambios espaciales en la composición del ensamble de fitoplancton, la figura a continuación muestra la densidad relativa de cada grupo taxonómico en cada sitio durante el muestreo de febrero 2019, referenciado con diferentes colores.

Tabla 5.5.: Resultados de abundancias relativas.

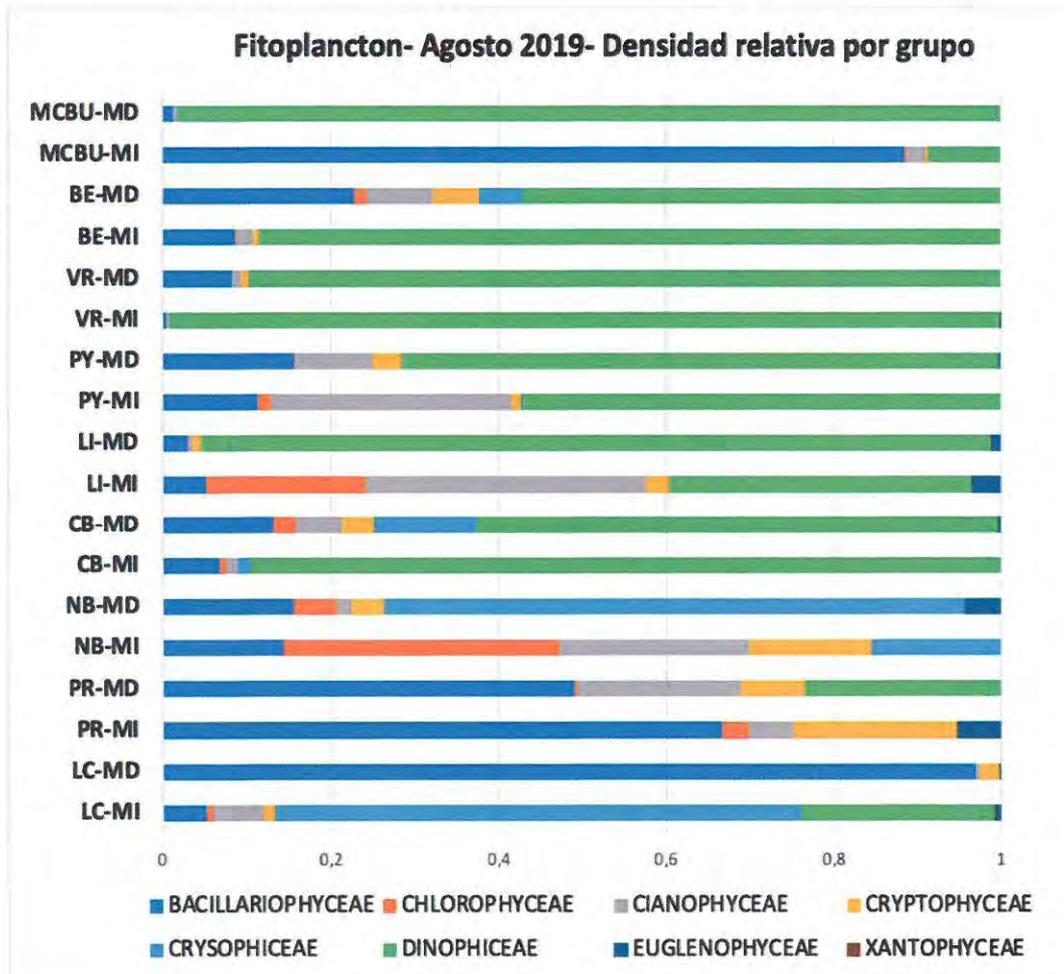


En febrero, la densidad relativa de cianobacterias aumenta notoriamente aguas abajo de la represa de Salto Grande. En los sectores Monte Caseros-Bella Unión y Belén las cianobacterias representaron menos del 10 % de la abundancia total de algas, siendo las bacilariofíceas las dominantes en la margen derecha de Monte Caseros- Bella Unión, las cryptofíceas las dominantes en la margen izquierda de Monte Caseros- Bella Unión y en la margen derecha de Belén, y las clorofíceas las que dominaron en la margen izquierda de Belén. Sin embargo, las cianofíceas resultaron el grupo dominante en todos los sectores aguas abajo de la represa, excepto en el sector Punta las Rosas donde dominan las dinofíceas. Esto indica que, si bien hubo una clara dominancia de cianobacterias en el río en febrero 2019, en algunos sitios parecen dominar grupos específicos posiblemente asociados a condiciones locales particulares que favorecen el desarrollo de uno u otro grupo fitoplanctónico.

En la figura siguiente se muestran un similar análisis para observar los cambios espaciales en la composición del ensamble de fitoplancton durante el muestreo de

agosto 2019, incluyendo un detalle de la densidad relativa de cada grupo taxonómico en cada sitio referenciado con diferentes colores.

Tabla 5.6.: Resultados de densidad relativa por grupo.



En el muestreo del mes de agosto de 2019 ya no dominaron las cianofíceas como ocurría en febrero de ese año, sino que en los sectores desde Monte Caseros-Bella Unión a Casablanca dominaron las dinofíceas, con la única excepción para ese tramo en la margen izquierda de Monte Caseros-Bella Unión en donde dominan las bacillariofíceas. Aguas abajo de Casablanca el escenario resultó diverso, registrándose ensambles dominados por crysofíceas, como los de la margen derecha de Nuevo Berlín o la margen izquierda de La Concordia o dominados por bacillariofíceas, como en el sector de Punta las Rosas y en la margen derecha de La Concordia, o incluso un ensamble más equitativo

con co-dominancia de clorofíceas y cianofíceas como en la margen izquierda de Nuevo Berlín. Esto nuevamente resalta, al igual que para el muestreo de anterior, que las condiciones locales pueden promover ensambles con composiciones contrastantes entre los distintos sitios de muestreo.

### 5.3.3. Conclusiones específicas sobre fitoplancton

La riqueza de fitoplancton se incrementó de forma marcada hacia el verano (febrero 2019), en un escenario de mayor temperatura y menor caudal comparado con el muestreo de agosto de 2019. Este menor caudal a su vez correlaciona con una menor turbidez, lo cual implica menores restricciones lumínicas para los ensambles de fitoplancton; en general, las mayores riquezas registradas pueden responder a grandes rasgos a condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de estos ensambles que actúan en verano. La mayor riqueza en determinados sitios, como por ejemplo en la margen derecha de Punta las Rosas en verano (con alrededor de 100 taxa registrados) puede deberse a una menor limitación ya sea por nutrientes, luz o tiempo de residencia del agua, o a un mayor aporte de propágulos de diferentes taxa provenientes de tributarios localizados aguas arriba del sitio de muestreo. El sustento sobre las correlaciones entre estos factores ambientales aquí mencionados puede apreciarse en la sección de análisis multivariados para la matriz agua en el cuadro de correlaciones de Pearson entre las variables registradas en esa matriz.

A pesar de haber registrado más de 280 taxa en los muestreos realizados, el hecho de que en términos globales más del 40% de los individuos contados fueron cianofíceas es de preocupación, ya que muchos miembros de ese grupo (como las dominantes *Microcystis spp.*) liberan cianotoxinas que pueden impactar en la salud humana y en la integridad del ecosistema. Como es bien conocido para este grupo, la temperatura del agua posiblemente haya influido positivamente en su dominancia, ya que su riqueza y densidad relativa se han visto potenciadas en el muestreo de verano, donde además el río estuvo en una condición de relativamente baja con respecto a su promedio histórico generando aguas más calmas ideales para el desarrollo y acumulación de estos organismos. En febrero de 2019 este grupo de cianofíceas resultó dominante en los sitios inmediatamente aguas abajo del embalse de Salto Grande, lo cual es coherente con lo observado en diversos estudios sobre el rol de los embalses como potenciadores de cianobacterias al disminuir el tiempo de residencia y la transparencia del agua y como fuente de inóculos y biomasa hacia aguas abajo. En este sentido cabe destacar que la transparencia máxima del agua al norte del embalse fue de 0,7 m, aumentando a una transparencia máxima que ronda entre los 0,7 a 1 m en la mayoría de los sitios inmediatamente aguas abajo en donde dominan las cianofíceas (ver valores de transparencia en sección de gráficos por parámetro). Por último, cabe destacar que,



dentro del listado de especies incluidas en este año de monitoreo, se encuentra el dinoflagelado invasor *Ceratium cf. furcoides* en varios puntos del río, tanto aguas abajo del embalse como aguas arriba. *C. furcoides* ya ha sido reportado en el embalse Salto Grande en repetidas oportunidades como generador de floraciones algales.

Si bien en la actualidad el volumen de datos recabados no permite aún plantear modelos matemáticos con razonable nivel de precisión para determinar cuáles son los principales factores ambientales desencadenantes de altas densidades de cianobacterias (por ejemplo, transparencia, temperatura, velocidad de corriente, sólidos, nutrientes), esta materia es de interés para el CC y se prevé aplicar este tipo de herramientas en instancias posteriores cuando la cantidad de los datos disponibles así lo permite.

En lo que refiere al análisis de la normativa aplicable, la misma expresa "*Se deberán identificar las especies de fitoplancton a los efectos de prevenir la aparición de algas que puedan dar sabor u olor desagradable al agua*". Corresponde hacer notar que las algas de algunos grupos generan de forma natural productos químicos con olor, como la geosmina (trans-1, 10-dimetiltrans-9-decalol) o el MIB (2-metilisoborneol), entre otros. En particular algunas cianobacterias podrían generar geosmina y MIB como subproductos intracelulares, de modo que cuando se producen floraciones las bacterias mueren y liberan productos químicos con olor. Lo mismo ocurre para algunas especies de diatomeas y clorofitas, entre otras.

Según la bibliografía internacional, dentro de los géneros de algas que pueden producir olor (aun cuando aparecen en concentraciones moderadas), se han detectado *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Ceratium*, *Chlamydomonas*, *Dictyosphaerium*, *Fragilaria*, *Mallomonas*, *Melosira*, *Microcystis*, *Oscillatoria* y *Volvox* en los muestreos realizados en el río Uruguay.



Handwritten signatures in blue ink, including a large signature on the left, a smaller one in the center, and a large, stylized signature on the right.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

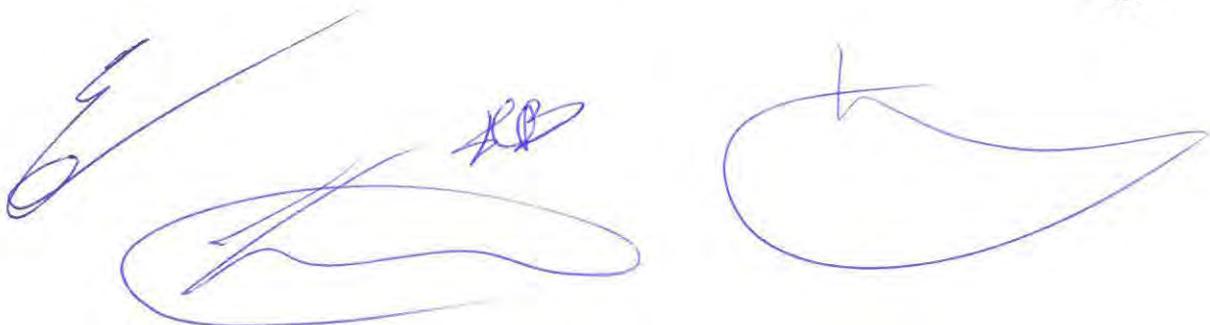
### 6.1. CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL RÍO URUGUAY

El presente informe recopila los resultados de los monitoreos de calidad de agua, sedimentos y biota (fitoplancton y macroinvertebrados bentónicos) realizados por el Comité Científico de CARU, en el marco del subprograma 1 del Plan de Monitoreo Integral del Río Uruguay para todo el tramo compartido, en el período diciembre 2018 a diciembre 2019. A los fines de potenciar el análisis de esos resultados, cuando se ha entendido necesario se emplean también los resultados ya informados de actividades similares realizadas entre junio y noviembre de 2018.

La selección de los sectores y sitios de monitoreo incorporados en este subprograma ha sido hecha teniendo en cuenta que los mismos no sean significativamente afectados por descargas próximas, situadas inmediatamente aguas arriba del punto de muestreo, y que la muestra colectada resulte representativa de las condiciones de calidad de agua del río Uruguay en cada sector. Sin perjuicio de ello, se detecta la presencia de contaminantes en la mayoría de los sectores relevados, aun siendo que estos últimos se encuentran alejados de sitios donde se localizan descargas directas. Para el análisis de los efectos de las descargas directas sobre el río la CARU posee otros planes de monitoreo específicos, que atienden ese tipo de situaciones y que no se encuentran contemplados en el presente subprograma (para más información al respecto, ver: <https://www.caru.org.uy/web/actividades/planes-de-monitoreo/>).

Gran parte de la variabilidad observada en los parámetros analizados durante el periodo mencionado parece responder al efecto de las variaciones en el nivel y el caudal del río Uruguay, causado por las precipitaciones ocurridas en toda la cuenca y por decisiones relacionadas con la regulación de los embalses de las represas ubicadas aguas arriba y aun dentro del tramo objeto de monitoreo. Además, particularmente para aquellos sectores ubicados en el último tramo del curso, otro aspecto que condiciona el caudal circulante por el río Uruguay y también las condiciones de calidad resultantes es la influencia que ejercen las variaciones de nivel del Río de la Plata y la descarga del río Paraná.

La estimación del flujo másico, es decir las cargas en toneladas por día de cada compuesto que escurren a través de cada sector del río, ha permitido cuantificar el ingreso y la exportación aguas abajo del tramo compartido de nutrientes como fósforo y nitrógeno, de metales como aluminio, hierro y bario, así como de algunos plaguicidas y contaminantes persistentes. Para la mayoría de esos compuestos las cargas suelen permanecer relativamente estables a lo largo de todo el tramo compartido dentro de un mismo mes de muestreo, con algunas excepciones como pueden ser la carga de aluminio y hierro durante varios meses del periodo junio- noviembre de 2018, cuando





la carga máxima fue la que ingresaba al tramo compartido en el sector Monte Caseros-Bella Unión. A modo general, las cargas de metales y de nitrógeno y fósforo aumentan conforme aumenta la carga de sólidos en el río, evidenciando que la erosión de los suelos sea probablemente la principal causa del transporte de esos metales y nutrientes.

A partir de la información recopilada en los muestreos realizados se ajustó el diseño y se calculó un índice de calidad de agua (WQI) para el río Uruguay, del cual surgen un conjunto de observaciones. Los valores de este índice muestran que no existe calidad de agua excelente en ningún tramo del río, es decir agua que no presente ningún tipo de afectación de su calidad en ningún momento. Según el WQI, la calidad de agua del río Uruguay es buena en el 46 % de los sitios relevados (generalmente buena, pero con algún grado menor de amenaza).

De la aplicación del WQI resulta que en los sitios localizados aguas abajo de ciudades se tiene generalmente calidad aceptable (calidad de agua buena, pero en ocasiones amenazada o deteriorada, alejándose de condiciones deseadas), como por ejemplo Puerto Yerúa centro y margen derecha, y Nuevo Berlín centro derecho y centro izquierdo. Similar condición de calidad resulta también en los sitios ubicados aguas abajo de la desembocadura de tributarios que pueden influenciar la calidad de agua del río, como por ejemplo Punta las Rosas centro y margen derecha (localizados aguas abajo del río Gualeguaychú), La Concordia margen izquierda (localizado aguas abajo del río Negro), y Monte Caseros-Bella Unión margen izquierda y centro (ubicados aguas abajo del río Cuareim). También existen algunos sitios dispersos a lo largo del río con este mismo nivel de calidad de agua donde se registraron concomitantemente para más de un parámetro valores superiores a las normativas de referencia adoptadas. Tales son los casos de la margen izquierda y centro de Belén y de Vertedero Represa, para los parámetros fenoles, sólidos totales, fósforo y clorofila a, y de la margen izquierda de Liebig, en donde ocasionalmente además se han detectado excedencias en coliformes fecales y amonio. La determinación de las problemáticas asociadas a los valores del índice resultantes para estos últimos sitios requiere de una acumulación mayor de información respecto a potenciales orígenes de esos problemas.

Finalmente, el único sitio que para el período diciembre de 2018 a diciembre de 2019 presentó calidad de agua marginal (es decir que su calidad está casi siempre amenazada y frecuentemente se detectan apartamientos respecto de las condiciones deseadas) fue Monte Caseros-Bella Unión centro, el cual está directamente asociado a las condiciones de calidad con las que ingresa el agua del río Uruguay al tramo compartido entre Argentina y Uruguay. Asimismo, respecto del WQI ahora ajustado, corresponde hacer notar que aplicado éste sobre los resultados de los monitoreos realizados de junio a noviembre de 2018 surgen valores que califican como de calidad pobre (la calidad de

agua siempre está amenazada o deteriorada) a los sitios de muestreo localizados sobre la margen derecha de los sectores Belén, Casablanca y La Concordia. Esa clasificación corresponde en gran medida a que además de sumar incumplimientos en parámetros como fenoles, sólidos totales, clorofila a y fósforo (entre otros), en tales sitios se ha detectado valores pronunciadamente elevados de deltametrina (en concentraciones más de 100 veces superiores al límite adoptado).

En general, la totalidad de los parámetros relevados en agua pueden separarse en grupos identificados como de condiciones físico-químicas, parámetros que afectan el balance de oxígeno, nutrientes, material en suspensión, compuestos orgánicos persistentes, metales y metaloides, plaguicidas y aquellos parámetros asociados con la contaminación microbiológica. Si bien se observan incumplimientos normativos en la mayoría de los grupos, no todos ellos resultan con el mismo grado de efecto sobre la calidad de agua del río o sobre la integridad ecológica. Por una parte, los niveles registrados de nutrientes y de materiales en suspensión, por ejemplo, expresados a través del fósforo y de los sólidos totales, parecen ser elevados, particularmente si son cotejados con normativa internacional, pero el Digesto de CARU vigente durante el desarrollo de estas actividades no posee valores guía para los mismos. Por otra parte, los parámetros relacionados con la actividad de organismos, como la concentración de clorofila a o el conteo de cianobacterias en agua, resultan elevados y más aun teniendo en cuenta que las comunidades fitoplanctónicas durante el muestreo de verano estuvieron dominadas por cianobacterias. En tal sentido, la presencia de grandes concentraciones de clorofila a en el agua, así como la presencia de cianobacterias potencialmente tóxicas, son indicadores de problemáticas que afectan al uso recreativo y al consumo de agua, pero están relacionadas a su vez con la presencia de otros contaminantes como los nutrientes. Si bien por la escala temporal cubierta con el monitoreo realizado los datos aquí presentados son de carácter preliminar, cabe igualmente destacar la importancia que tiene la determinación de parámetros como éstos en agua, así como el establecimiento de las causas que determinan la presencia de comunidades fitoplanctónicas de forma masiva en algunos momentos -en eventos puntuales o extendidos en el tiempo- como son las floraciones algales.

A partir de la información obtenida es posible establecer la ocurrencia y las tendencias de los principales contaminantes que representan riesgos potenciales para la biota y el ambiente del río en general (definido a partir del análisis del cumplimiento de la normativa de CARU y complementariamente con otras normativas de referencia internacional), a través de la determinación de los niveles de toxicidad de cada compuesto para ciertos organismos acuáticos, principalmente peces e invertebrados. En este sentido, se destaca que las concentraciones halladas en agua del río para once compuestos plaguicidas (deltametrina, bifentrina, clorpirifos, endosulfán, fenvalerato,



triflumurón, cialotrina, cipermetrina, malation, permetrina y beta ciflutrina), así como para cromo VI y zinc, podrían estar causando efectos de toxicidad crónica y aguda en invertebrados y peces, provocando mortandades, disminuciones poblacionales y cambios en la diversidad o una fragmentación del hábitat en el caso de que esos sitios del río con valores altos sean evitados por tales organismos. Por ello esos compuestos deberían ser un eje de atención focal para velar por la integridad ecológica del río, para lo cual es fundamental determinar primeramente los posibles orígenes de los mismos y recomendar o aplicar medidas de manejo que minimicen su ingreso al río.

Corresponde hacer notar que algunos de los plaguicidas mencionados se encuentran prohibidos en ambos países, por lo que se debería trabajar no sólo en la aplicación de nuevas normativas basadas en la información aquí disponible sino además en el cumplimiento de las normativas vigentes. Los sitios de mayor preocupación y atención en relación con la presencia de plaguicidas, donde desde los muestreos del segundo semestre de 2018 se vienen registrado concentraciones por sobre los umbrales de toxicidad, son los ubicados en las márgenes derechas de Belén, Vertedero Represa, Liebig y Casablanca, así como en las márgenes izquierdas de Liebig, Casablanca y Nuevo Berlín y en los centros derecho e izquierdo de Nuevo Berlín. En términos de frecuencia de detección, mas no de preocupación por la magnitud de sus niveles, los plaguicidas que se registran en mayor cantidad de sitios a lo largo del río son la atrazina (herbicida) y la azoxistrobina (fungicida).

Debe destacarse asimismo la presencia de compuestos fenólicos totales en agua del río, con niveles de concentración que representan numerosos incumplimientos normativos. Este grupo incluye compuestos que tiene múltiples usos relacionados con la industria, aunque también puede producirse de manera natural en la descomposición de la materia orgánica, de modo que su presencia no puede asociarse a priori a ningún origen en particular. No obstante, siendo que algunos de los parámetros potencialmente contenidos en este grupo presentan elevados valores de toxicidad, resultaría conveniente proceder a la identificación exacta de cada uno de ellos, para lo cual es necesaria la especiación del grupo en cada muestra tomada. También es importante continuar la exploración de algunos compuestos orgánicos persistentes que han aparecido en agua, como las dioxinas, los furanos y los PCBs, los que suelen poseer un origen industrial y que son tóxicos aún a bajas concentraciones, y estudiar además la presencia constatada de compuestos organo-halogenados adsorbibles (AOX) y de detergentes aniónicos en el río, ya que ellos pueden producir múltiples efectos ambientales.

En referencia estricta a los incumplimientos de la normativa de CARU para calidad de agua, hay nueve parámetros que la incumplen y otros 4 que incumplen normativas de

referencia internacional aplicables a la matriz sedimento. Respecto a la calidad de agua se detectan incumplimientos de los límites vigentes para hierro, fenoles, cobre, zinc, cromo VI y aceites y grasas, y para los parámetros de contaminación microbiológica enterococos, coliformes fecales y *Escherichia coli*. El parámetro para el cual se registra la mayor cantidad de incumplimientos es el hierro, aunque el límite normativo vigente no parece reflejar bien las condiciones basales de hierro en agua dadas por los procesos naturales existentes en la cuenca del río Uruguay y las concentraciones medidas no implican un riesgo ambiental claro. El mayor número de incumplimientos de parámetros de calidad en agua se da en 4 sitios localizados sobre las márgenes del río inmediatamente aguas abajo de las ciudades del eje Concordia-Salto, Paysandú y Concepción del Uruguay, siendo los parámetros microbiológicos los de incumplimiento más localizado en estas áreas. Esto denota el efecto que tienen los efluentes urbanos e industriales asociados a dichas ciudades y a sus periferias como factor principal del deterioro de la calidad de agua en esas zonas.

Si bien los estudios realizados en la matriz sedimento representan una ventana temporal ciertamente diferente de la de aquellos estudios hechos en la matriz agua (ya que en una muestra de sedimento se resumen periodos extendidos de acumulación de compuestos) los resultados en sedimentos coinciden a grandes rasgos en la existencia de una mayor concentración de varios metales aguas arriba de la represa de Salto Grande. Particularmente el hierro y el manganeso, pero también el arsénico, cobalto y cobre, poseen concentraciones en sedimentos significativamente mayores en el tramo aguas arriba de la represa de Salto Grande que en el resto de los sectores de estudio. Esto probablemente se deba a diferencias geológicas en la cuenca media y alta del río Uruguay, así como a la erosión y/o a posibles actividades de minería. Cabe resaltar además que el embalse de Salto Grande podría estar fomentando la deposición de los sedimentos transportados por el tramo medio del río aguas arriba del embalse.

Considerando los cinco parámetros que superan los valores de referencia adoptados de normativas internacionales para la matriz sedimento, es decir cobre, cromo total, fenantreno, fluoreno y furanos, existe coincidencia también en cuanto a las observaciones sobre el rol de las ciudades y las industrias como agente de degradación de la calidad ecológica del río. Esto último sucede por ejemplo con las concentraciones de un compuesto tóxico como el cromo, para el cual los mayores niveles por encima de los valores adoptados como referencia normativa en sedimento se dan en el sitio margen izquierda de Casablanca, localizado aguas abajo de la ciudad de Paysandú, que tiene un amplio historial industrial que incluye la existencia de curtiembres que suelen ser fuentes de cromo. Otro ejemplo similar se tiene para el hidrocarburo aromático fluoreno, compuesto para el cual los mayores valores en sedimentos -superiores a los especificados en normativas internacionales para contaminantes derivados de



combustibles- se registran en las márgenes derechas de Punta las Rosas y de La Concordia, sitios ambos localizados aguas abajo de la desembocadura del río Gualeguaychú, por donde probablemente ingrese este contaminante como consecuencia de las actividades industriales desarrolladas en la cuenca de ese tributario. Algunos otros parámetros como los furanos y el cobre presentan altos valores en el ingreso al tramo compartido por Argentina y Uruguay, en el centro y en el sur, todos ellos relacionados con el ingreso de afluentes o la presencia de centros urbanos e industrias.

Más allá de las dinámicas generales observadas, parece clara la presencia en el río de al menos dos grandes grupos de contaminantes con distinto origen: por un lado, los parámetros provenientes de fuentes de contaminación puntual (como pueden ser considerados los efluentes industriales y urbanos asociados a las grandes ciudades), y por el otro lado, los parámetros que acceden al río en forma difusa, producto de actividades agrícolas y ganaderas en el más amplio sentido (estas últimas distribuidas a lo largo de la cuenca del río). Respecto al primer grupo de parámetros, queda claro que los contaminantes microbiológicos relevados en agua responden a esta dinámica, con valores incumpliendo la normativa vigente, y significativamente mayores a los demás en los sitios localizados aguas abajo de las mayores ciudades del tramo compartido (Concordia-Salto, Paysandú-Colón y Concepción del Uruguay). Por el contrario, contaminantes como los plaguicidas (herbicidas, funguicidas e insecticidas), contaminantes persistentes y algunos metales parecen poseer un origen difuso, ya que si bien no se detecta un patrón espacial demasiado claro existe sí un patrón temporal identificable, donde la combinación de parámetros varía en ocasión de cada muestreo en función tanto del caudal y de las precipitaciones (que determinan el ingreso desde las cuencas de los tributarios) como de la estacionalidad en la aplicación de esos compuestos (en el caso de los plaguicidas). A partir de la extensión de la serie temporal de datos con el desarrollo de futuras actividades de monitoreo, se posibilitará un análisis temporal y espacial con mayor resolución que incremente el nivel de certeza respecto del patrón de comportamiento detectado para estos contaminantes.

## **6.2. RECOMENDACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD DE MONITOREO**

El monitoreo que aquí se informa cumple con el rol de establecer una vigilancia continua de la calidad de agua a lo largo del tramo compartido entre Argentina y Uruguay, detectando áreas donde la calidad de agua se encuentra con mayor grado de compromiso. Como se ha destacado, en esos sitios sería adecuado profundizar las actividades de monitoreo para poder establecer fuentes y mecanismos por los cuales opera esa degradación, y fundamentalmente para poder proponer acciones correctivas

o de mitigación. Cabe resaltar que en varias de las áreas identificadas en este informe como de menor calidad de agua, existen ya otros subprogramas de monitoreo del Comité Científico más específicos, con un mayor número de sitios de estudio y contemplando un diseño específico respecto a las matrices y periodicidades de muestreo abordadas, en correspondencia con el tipo de impacto potencial esperado en cada caso.

En base a los resultados obtenidos para las matrices agua y sedimento durante el primer año de implementación de este subprograma 1, en enero de 2020 se realizó una readecuación de dicho subprograma de monitoreo que ha comenzado a ejecutarse a partir de entonces. Esa readecuación ha implicado -por un lado- una reducción de la frecuencia de muestreo de los parámetros no detectados y de aquellos otros detectados en muy escasas ocasiones o con niveles muy bajos (como por ejemplo PCBs y varios metales en agua). La excepción a este patrón ha sido para los plaguicidas, ya que, si bien varios de esos compuestos no habían sido detectados, se decidió mantenerlos bajo análisis con frecuencia bimestral en las muestras de agua, dada su naturaleza variable y dinámica. Por otro lado, la readecuación ha implicado una reasignación de parámetros analizados a diferentes laboratorios destino, en función de poder bajar los límites de detección con los que se analizan las muestras y de reducir los costos logísticos asociados. Un ejemplo de esto es la reasignación de laboratorios para la ejecución de análisis de plaguicidas en la matriz sedimento, lo cual permite un límite de detección sensiblemente inferior al reportado previamente y la detección de compuestos a concentraciones más bajas, aumentando la resolución de los resultados para esa matriz. Este tipo de revisiones son clave para mantener la adecuación de los programas de monitoreo a la tarea de vigilancia de la calidad de aguas del río, adaptándose a la dinámica que presentan los compuestos detectados.

En el sentido de lo expresado en el párrafo precedente, y teniendo en cuenta particularmente que los resultados relativos al parámetro fenoles totales son de difícil interpretación, dada la diversidad de compuestos fenólicos que componen a este parámetro unificador, sería de relevancia durante los próximos monitoreos contar con un análisis específico que permita identificar la diversidad de compuestos fenólicos que se presentan en las muestras tomadas del río Uruguay y la proporción en la que contribuye cada uno de esos compuestos al valor global de fenoles totales.

Finalmente se enfatiza la relevancia que tiene el mantenimiento de una actividad de monitoreo como la que aquí se ha informado, pues su continuidad resulta clave justamente para poder realizar una vigilancia continua del estado de calidad del río. Ello permitirá además evaluar el efecto de la implementación de las medidas de manejo ambiental que puedan adoptar los Estados Parte, así como también aportará



información relevante por ejemplo para el diseño de acciones puntuales, como ser la implementación de sistemas de tratamiento de efluentes en las grandes ciudades que evacúan al río Uruguay o la adecuación de la normativa interna de cada Estado respecto a usos y actividades asociadas a parámetros que inciden directamente sobre la integridad ecológica del río.

## Índice de parámetros

	matriz agua (pág.)	matriz sedimento (pág.)
2,4 – D	230	-
2,4 – DB	239	-
2,4,5 – T	231	-
2,4,5 – TP	232	-
2-Fenilfenol	239	-
Aceites y Grasas	218	-
Acetocloro	171	-
Alacloro	239	-
Alcalinidad total	106	-
Aldicarb	239	-
Aldrin	221	-
Aluminio total	256	339
Amoníaco no ionizable	144	-
Amoníaco total	141	-
AOX	240	-
Aroclor 1016	245	-
Aroclor 1221	245	-
Aroclor 1232	245	-
Aroclor 1242	245	-
Aroclor 1248	245	-
Aroclor 1254	245	-
Aroclor 1260	245	-
Arsénico	213	340
Atrazina	174	-
Azinfos-Metil	245	-
Azoxistrobina	180	-
Bario	159	-
Berilio	245	-
Beta ciflutrina	240	-
Bifentrina	240	-
Boro	218	-
Bromuro	245	-
Cadmio	213	-
Calcio	112	-
Carbaril	240	-
Carbendazim (Benomil)	183	-
Carbofurán	240	-
Carbono Orgánico Disuelto	129	-
Carbono Orgánico Total	132	350



Carbosulfan	245	-
Caudal	41	-
Cialotrina (gamma y lambda)	245	-
Cianobacterias potencialmente tóxicas	72	-
Cianuro	213	-
Cipermetrina	245	-
Ciproconazol	186	-
Clethodim	245	-
Clomazone	241	-
Clopivalida	245	-
Clorato	241	-
Clordano	222	-
Clorofila	62-65	-
Clorotalonil	245	-
Clorpirifos	237	-
Cloruro	118	-
Cobalto	245	341
Cobre	214	342
Coliformes fecales	79	-
Color Aparente (como Pt)	103	-
Conductividad	53	-
Cromo Total	215	343
Cromo VI	215	-
DBO <sub>5</sub>	124	-
DDT	222	-
Deltametrina	243	-
Diazinon	245	-
Dicamba	237	-
Diclorvos	245	-
Diclosulam	245	-
Dieldrin	222	-
Difenoconazol	237	-
Diflubenzuron	245	-
Dimetoato	245	-
Dioxinas Totales	235	367
Diuron	245	-
DQO	127	-
Dureza Total	109	-
Emamectina	245	-
Endosulfan	223	-
Endrin	224	-
Enterococos	75	-

Epoxiconazol	189	-
Escherichia coli	84	-
Estaño	245	-
Etion	245	-
Fenitrotión	245	-
Fenvalerato	241	-
Feofitina	69	-
Fipronil	245	-
Fludioxonil	245	-
Flumetsulam	245	-
Fluoruro	219	-
Folpet	245	-
Fósforo Total	135	351
Furanos Totales	235	359
Glifosato/AMPA	177	360-355
Glufosinato	245	-
Granulometría	-	334
Haloxifop R metil	245	-
Heptacloro (heptacloro epóxido)	225	-
Hexaclorociclohexano total (HCH)	245	-
Hexitiazox	245	-
Hidrocarburos totales de petróleo	245	-
Hierro	162	344
Imazalil	238	-
Imazapyr	238	-
Imazethapyr	192	-
Imidaclorpid	195	-
Klebsiella	88	-
Kresoxim metil	245	-
Lindano	227	-
Magnesio	115	-
Malation	242	-
Mancozeb	245	-
Manganeso	165	345
Mercurio Total	217	-
Metalaxil	242	-
Metamidofós	245	-
Metidation	245	-
Metolacloro	242	-
Metoxicloro	228	-
Metoxifenicida	242	-
Metsulfurón metil	238	-

Mirex	245	-
Monocrotofos	245	-
Níquel	217	346
Nitrato	147	352
Nitrito	150	-
Nitrógeno Total de Kjeldahl (TNK)	153	353
Nonachlor	245	-
Novaluron	245	-
Ortofosfato	138	-
Oxígeno disuelto	59	-
Oxyfluorfen	245	-
Paraquat	245	-
Paration	229	-
Permetrina	243	-
pH	50	-
pH sedimento	-	338
Picloram	245	-
Piraclostrobina	198	-
Pirimifos metil	245	-
Plomo	217	347
Potasio	234	-
Profenofos	245	-
Propiconazol	243	-
Selenio	218	-
Simazina	243	-
Sodio	234	-
Sólidos Fijos Suspendidos	234	-
Sólidos Suspendidos Volátiles	234	-
Sólidos Totales	91	-
Sólidos Totales Disueltos	94	-
Sólidos Totales Fijos	100	-
Sólidos Totales Suspendidos	97	-
Sulfato	121	-
Sulfuro	245	354
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	210	-
Sustancias Fenólicas Totales	207	356
Tebuconazol	201	-
Temperatura	44	-
Tiabendazol	245	-
Tiametoxam	245	-
Total de HpCDD	235	361
Total de HpCDF	235	370

Total de HxCDD	236	371
Total de HxCDF	236	362
Total de OCDD	236	363
Total de OCDF	236	372
Total de PeCDD	245	373
Total de PeCDF	236	374
Total de TCDD	245	364
Total de TCDF	236	365
Transparencia	47	-
Trifloxystrobina	204	-
Triflumuron	244	-
Trifluralina	245	-
Turbidez	56	-
Zinc	168	348

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
IVON GONZALEZ

*[Handwritten signature]*  
Ricardo J. J. J.

*[Handwritten signature]*  
Eugenio Lorenzo.

