



Ministerio
de Ambiente

Monitoreo de Calidad del Agua Cuenca de la Laguna Merín 2021



Puente Tomás Cacheiro, río Cebollatí. Localidad de Averías.
Foto: Carolina Ferrer

DIRECCIÓN NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
División Calidad Ambiental
Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente

Octubre 2022



Ministerio
de Ambiente

Área de Información Planificación y Calidad Ambiental

Gerente: Marisol Mallo

División Calidad Ambiental – DECA

Director: Luis Reolón

Dpto. Seguimiento Componentes del Ambiente

Jefe de Dpto.: Magdalena Hill

Análisis y Redacción del Informe

Carolina Ferrer

Responsables del Programa de Monitoreo

Carolina Ferrer

Técnicos participantes

Mario Acosta

Guillermo Cervetto

Natalie Corrales

Carolina Ferrer

Javier Martínez

Revisión

Magdalena Hill / Luis Reolón

Análisis de Laboratorio:

División Laboratorio Ambiental

DINACEA

Jefe Laboratorio: Natalia Barboza

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general del programa	1
1.2. Descripción de la cuenca de la Laguna Merín	2
1.3. Hidrología	4
1.4. Caudales	9
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	10
2.1. Campañas de monitoreo	10
2.2. Metodología	15
2.2.1. Tratamiento de los datos	15
2.2.2. Índices	15
3. RESULTADOS	16
3.1. Variables <i>in situ</i>	17
3.1.1 Temperatura	17
3.1.2 Conductividad	18
3.1.3 Oxígeno disuelto	19
3.1.4 pH	20
3.1.5 Transparencia	21
3.1.6 Turbidez	22
3.2. Inorgánicos no metales	23
3.2.1. Nitrato (NO_3)	23
3.2.2. Nitrito (NO_2)	24
3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH_4)	25
3.2.4. Amoníaco libre (NH_3)	26
3.2.5. Nitrógeno total (NT)	27
3.2.6. Fósforo reactivo (PO_4)	28
3.2.7. Fósforo total PT	29
3.3. Sólidos	30
3.3.1. Sólidos Totales ST	30
3.3.2. Sólidos Totales Volátiles STV	31
3.3.3. Sólidos Totales Fijos STF	32
3.3.4. Sólidos Suspendidos Totales SST	33
3.4. Variables biológicas	34
3.4.1. Clorofila- <i>a</i>	34
3.4.2. Feofitina	34
3.4.3. Coliformes termotolerantes	35
3.5. AOX	36
3.6. Fitosanitarios	36
4. INCUMPLIMIENTOS	37

5. SÍNTESIS	37
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXO	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca de la Laguna Merín.	2
Figura 2. Cuenca binacional de la Laguna Merín.	3
Figura 3. Subcuenca 40, río Yaguarón	4
Figura 4. Subcuenca 41, río Tacuarí.....	5
Figura 5. Subcuenca 44, río Cebollatí.	6
Figura 6. Subcuenca 43, río Olimar Grande.	7
Figura 7. Subcuenca 45, río San Luis y del Ao. San Miguel.	8
Figura 8. Mapa de la hemicuenca uruguaya de la Laguna Merín. En rojo estaciones de aforo de DINAGUA y en azul pluviómetros de INUMET.	9
Figura 9. Caudales estimados para las 5 subcuencas de la Laguna Merín durante el 2021.	9
Figura 10. Localización de las estaciones de monitoreo en la cuenca de la Laguna Merín, en sus respectivos cauces de agua (líneas azules).....	10
Figura 11. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	17
Figura 12. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	18
Figura 13. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	19
Figura 14. Variación espacial y temporal del pH del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	20
Figura 15. Variación espacial y temporal de la Transparencia del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	21
Figura 16. Variación espacial y temporal de la Turbidez del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	22
Figura 17. Variación espacial y temporal del Nitrato en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	23
Figura 19. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Amoniacal en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	25
Figura 20. Variación espacial y temporal del Amoníaco libre en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	26
Figura 21. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	27
Figura 22. Variación espacial y temporal del Fósforo Reactivo en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	28
Figura 23. Variación espacial y temporal del Fósforo Total en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	29
Figura 24. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.	30
Figura 25. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales Volátiles del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	31
Figura 26. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales Fijos del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	32
Figura 27. Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendidos Totales del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021..	33

Figura 28. Variación espacial y temporal de los Coli Termo del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 4 campañas de monitoreo del año 2021.....	40
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hemicuenca uruguaya de la Cuenca de la Laguna Merín. Área estimada de cada subcuenca y porcentaje relativo a la hemicuenca. La diferencia refiere a áreas no drenadas por los principales tributarios.....	3
Tabla 2. Código para las estaciones de monitoreo, las coordenadas geográficas y una breve descripción de las estaciones de monitoreo de la Laguna Merín.....	11
Tabla 3. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo.....	12
Tabla 4. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo.....	13
Tabla 5. Variables monitoreadas en la Cuenca de la Laguna Merín y estaciones para las que son reportadas	14
Tabla 6. Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica	15
Tabla 7. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total	15
Tabla 8. Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo	16
Tabla 9. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA	16
Tabla 10. Estadísticas básicas de la Temperatura.	17
Tabla 11. Estadísticas básicas de la Conductividad	18
Tabla 12. Estadísticas básicas del Oxígeno Disuelto.....	19
Tabla 13. Estadísticas básicas del pH.	20
Tabla 14. Estadísticas básicas de la Transparencia.....	21
Tabla 15. Estadísticas básicas de la Turbidez.	22
Tabla 16. Estadísticas básicas del Nitrato.....	24
Tabla 17. Estadísticas básicas del Nitrógeno Amoniacal.	25
Tabla 18. Estadísticas básicas del Amoníaco libre.	26
Tabla 19. Estadísticas básicas del Nitrógeno Total	27
Tabla 20 Estadísticas básicas del Fosforo Reactivo.	28
Tabla 21 Estadísticas básicas del Fósforo Total	29
Tabla 22 Estadísticas básicas de los Sólidos Totales.....	30
Tabla 23 Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Volátiles.	31
Tabla 24. Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Fijos.	32
Tabla 25. Estadísticas básicas de los Sólidos Suspendidos Totales.	33
Tabla 26. Estadísticas básicas de Coli Termo.....	35
Tabla 27. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2021.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variables muestreadas in situ en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.	40
Anexo 2. Nutrientes y Sólidos muestreados en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.	41
Anexo 3. Variables biológicas muestreadas en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.	41
Anexo 4. Parámetros orgánicos muestreados en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.	42

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca binacional de la Laguna Merín es compartida entre Brasil y Uruguay, se encuentra en el sector este del cono sudamericano (en la costa atlántica de América del Sur) y está dividida en una hemicuenca uruguaya, en el este de la región y una hemicuenca al sur del territorio brasileiro (MVOTMA, 2017, 2019; MA, 2021).

La Laguna Merín es producto de la acumulación hídrica en una depresión tectónica, su espejo tiene una superficie aproximada de 3,750 Km² y su profundidad máxima es de 30 m (Probides, 2002), en la cual desembocan del lado uruguayo los ríos Yaguarón, Cebollatí, Olimar Grande, Tacuarí, Parao, y San Luis. Si bien la Laguna Merín es litoral e interior, no es definida como cuenca endorreica, ya que en Brasil se conecta con la Laguna de los Patos (a través del canal natural de San Gonzalo), que a su vez desemboca en el Océano Atlántico (Achkar *et al.*, 2012). Dada su superficie, la Laguna Merín ocupa el tercer lugar en América del Sur, tras la laguna de los Patos en Brasil y el lago Titicaca en Bolivia (Probides, 2002).

La hemicuenca uruguaya ocupa una extensión de 27,892 Km², la cual se caracteriza por presentar ecosistemas complejos como ser grandes extensiones de playa o humedales, donde reside gran biodiversidad animal y vegetal, así como especies migratorias y en peligro de extinción. Esta región provee de servicios ecosistémicos que son fundamentales para la sociedad, como ser la provisión de agua para consumo humano y actividades agrícolas (MA, 2021).

El cultivo de arroz es una de las actividades más importantes que se realizan en la Cuenca de la Laguna Merín (aproximadamente un 17.4% del uso de suelo se destina a la producción arrocería en esta cuenca) (INIA, 2021), generando cambios en el territorio y la hidrodinámica de la cuenca. Además este tipo de cultivos conlleva prácticas de uso de químicos, como ser el uso de fitosanitarios (INIA, 2019; INIA, 2021). Dicho esto, es necesario contar con monitoreos periódicos para poder dar seguimiento a la calidad del agua en la cuenca de la Laguna Merín.

En este sentido, el Ministerio de Ambiente es el organismo responsable de la protección, monitoreo y evaluación de la calidad de agua de los cuerpos de agua del país, así como también de la comunicación de resultados. Es también el organismo responsable a nivel Nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los Planes Nacionales de Protección del Medio Ambiente y de proponer e instrumentar la Política Nacional en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible. El Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA), de la División Calidad Ambiental - DINACEA - Ministerio de Ambiente, tiene como uno de sus cometidos formular, ejecutar y evaluar los programas de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. Esto incluye el presente programa de monitoreo de la hemicuenca de la Laguna Merín.

1.1. Objetivo general del programa

Las actividades desarrolladas en el programa de monitoreo de la hemicuenca de la Laguna Merín, tienen como principal objetivo dar seguimiento de la calidad del agua superficial, que permita evaluar a corto y mediano plazo el comportamiento del sistema y contar con suficiente información para evaluar el posible impacto producido por futuros emprendimientos que se instalen en la misma.

1.2. Descripción de la cuenca de la Laguna Merín

La cuenca de la Laguna Merín es una cuenca transfronteriza, compartida entre Brasil y Uruguay. Según datos del Ministerio de Ambiente (2021) cuenta con una superficie aproximada de 62,250 km² (Figura 1), y es el segundo cuerpo de agua dulce en tamaño de Sudamérica (aproximadamente 3,750 km²), tras el Lago Titicaca (Probides, 2002).

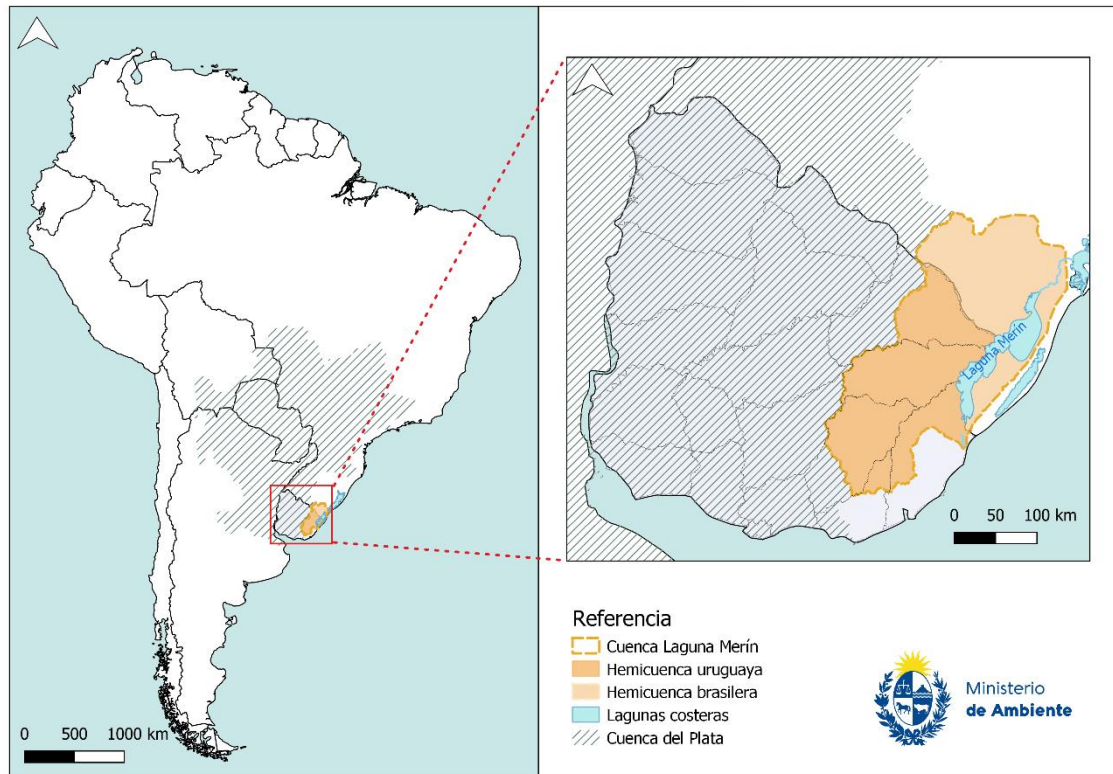


Figura 1. Cuenca de la Laguna Merín.

La región que incluye el presente estudio, la Cuenca Binacional de la Laguna Merín, se encuentra en el sector este del cono sudamericano (en la costa atlántica de América del Sur); y está dividida en una hemicuenca uruguaya, en el este de la región y una hemicuenca al sur del territorio brasileiro (Figura 1 y 2), entre los 31° y 34°S y los 51° y 55°W.

En la cuenca de la Laguna Merín se encuentran planicies de inundación y humedales, presentando a la ganadería y el cultivo de arroz como su principal actividad económica. Ocurre algo similar en Brasil, en la cuenca Merim-São Gonçalo, donde la actividad más significativa es el cultivo de arroz, aunque también presenta actividad industrial (FEPAM, 2021; MA, 2021).



Figura 2. Cuenca binacional de la Laguna Merín.

La hemicuenca uruguaya ocupa una extensión de 27892 Km² y las principales subcuencas de drenaje pertenecen a los ríos Cebollatí, Olimar y Tacuarí, respectivamente (Tabla 1; tomada de MVOTMA, 2017). El tributario más importante en el sector brasileño es el río Piratini, que con un área de cuenca de 5760 Km² drena aproximadamente el 20 % de la hemicuenca brasileña (Beltrame *et al.*, 1998).

Tabla 1. Hemicuenca uruguaya de la Cuenca de la Laguna Merín. Área estimada de cada subcuenca y porcentaje relativo a la hemicuenca. La diferencia refiere a áreas no drenadas por los principales tributarios

Subcuenca	Área	
	Km ²	%
Yaguarón	1650	6
Tacuarí	4684	17
Cebollatí	12117	43
Olimar	5320	19
San Miguel	1223	4
San Luis	860	3
TOTAL	25854	93
TOTAL CLM	27892	100

1.3. Hidrología

Los principales tributarios de la Laguna Merín reciben el aporte de numerosos afluentes, formando así la red de drenaje de la cuenca (Figura 2).

1) Subcuenca 40: río Yaguarón

El río Yaguarón (Figura 3) tiene sus nacientes en el sur de Brasil, cerca de la ciudad de Candiota y hace de límite con Uruguay hasta su desembocadura en la Laguna Merín. La cuenca se extiende sobre 7.491 km² de los cuales el 78% se encuentra en territorio brasileño y el 22% en territorio uruguayo. Su longitud es de aproximadamente 135 Km y su profundidad media de 2.5 m. Sus principales afluentes son el arroyo de las Cañas, el arroyo Sarandí de Barceló, el arroyo Sarandí y el río Yaguarón Chico (MVOTMA, 2019).

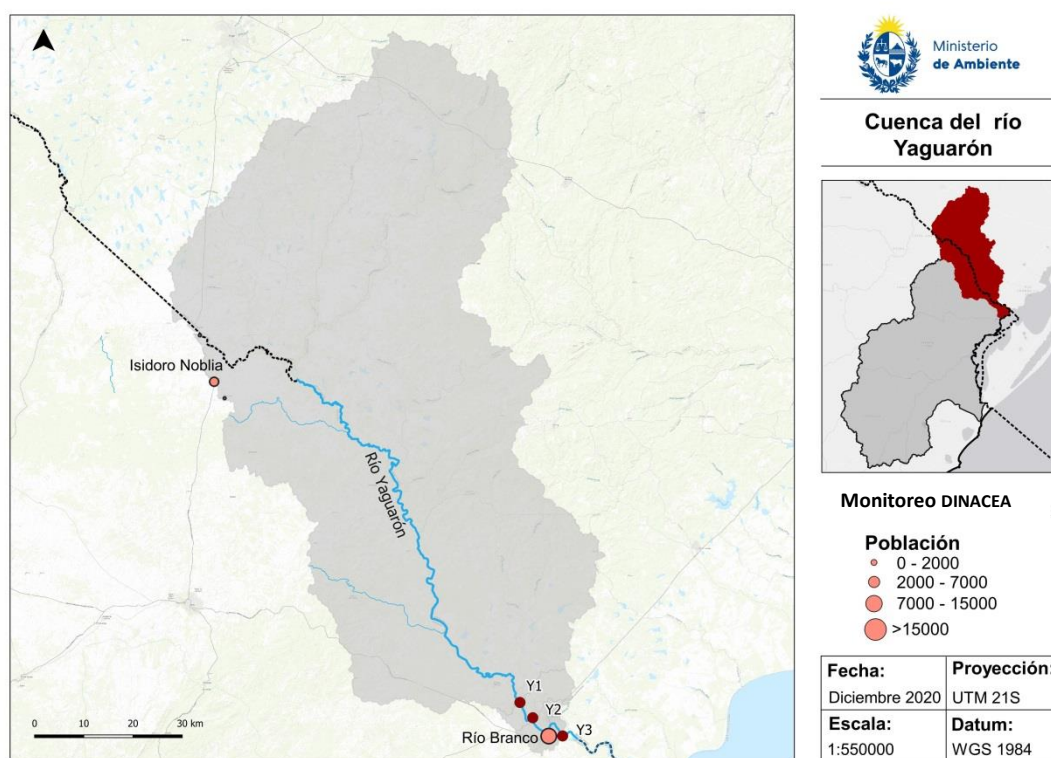


Figura 3. Subcuenca 40, río Yaguarón. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos rosados los centros poblados y los rojos los puntos monitoreados en la cuenca.

2) Subcuenca 41: río Tacuarí

El Tacuarí (Figura 4) nace en la Cuchilla Guazunambí, a 103 m de altitud, un ramal de la Cuchilla Grande en el departamento de Cerro Largo y lo recorre de noroeste a sudeste hasta el límite con el departamento de Treinta y Tres para luego desembocar en la Laguna Merín. Sus principales afluentes son: por la margen izquierda, el A° del Ceibo, A° de Santos, A° Chuy y A° Conventos y por la margen derecha, el A° del Palmar, A° del Parado y A° Infiernillo (MVOTMA, 2018). El cauce principal mide 230 Km, mientras que la cuenca abarca aproximadamente 3.600 km².

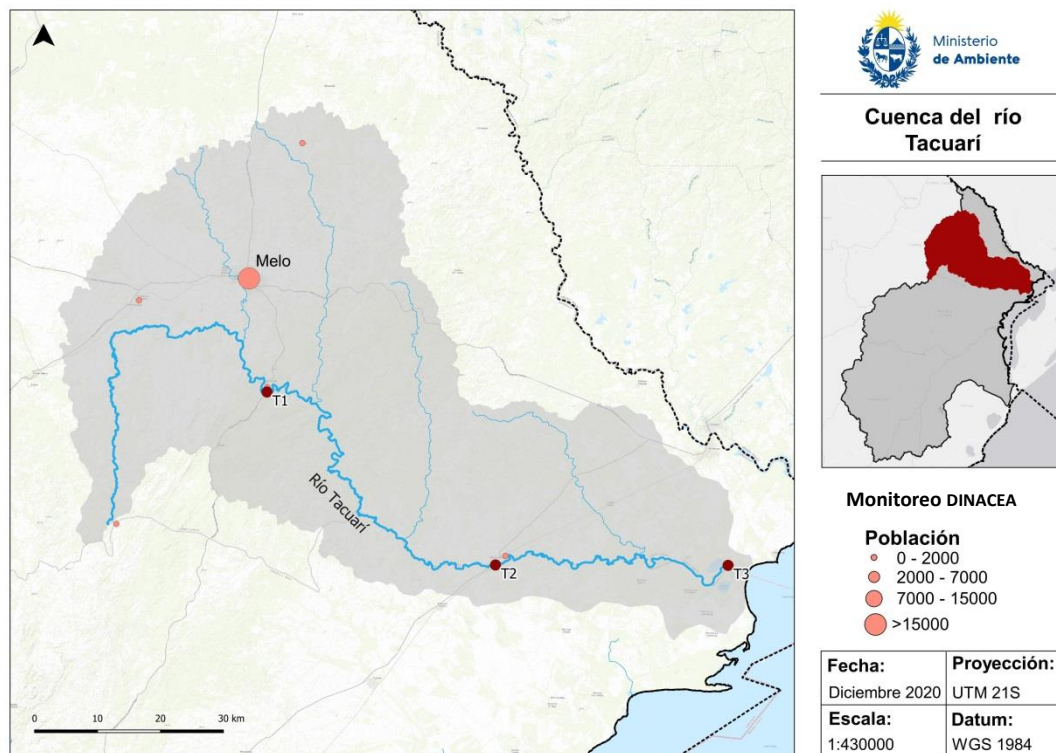


Figura 4. Subcuenca 41, río Tacuarí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos rosados los centros poblados y los rojos los puntos monitoreados en la cuenca.

3) Subcuenca 44: río Cebollatí

El río Cebollatí (Figura 5) es el principal afluente de la Laguna Merín y con su longitud de 235 km. Nace en la Cuchilla Cerro Partido, en el departamento de Lavalleja, y transcurre de suroeste, noroeste hasta desembocar en la Laguna Merín. Es el límite entre los departamentos de Rocha y Treinta y Tres, es navegable por barcos de escaso calado desde la desembocadura del río Olimar hasta la Laguna Merín. La naciente del río Cebollatí se da por la confluencia de tres arroyos: el A° de los Chanchos, el A° de Godoy y el A° del Potrero. Sus principales tributarios son: por su margen izquierda el A° del Parao, el A° Corrales y, fundamentalmente, el río Olimar Grande y por su margen derecha, el A° del Aiguá, el A° Laureles y el A° Tapes Grande (MVOTMA, 2019). La red de tributarios del río Cebollatí drena una cuenca de alrededor de 30.000 km².

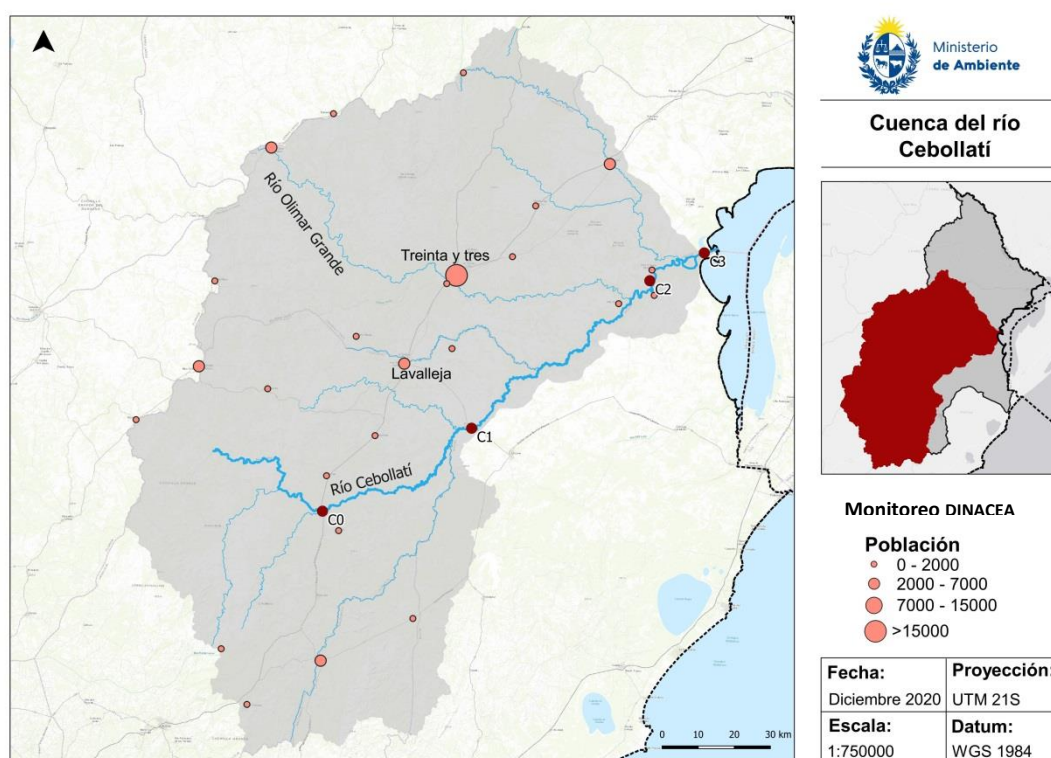


Figura 5. Subcuenca 44, río Cebollatí. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos rosados los centros poblados y los rojos los puntos monitoreados en la cuenca.

4) Subcuenca 43: río Olimar Grande

El río Olimar Grande (Figura 6) tiene una longitud de 160 Km, la extensión de su cuenca es de 5.320 km² (MVOTMA, 2018) y constituye el principal afluente del río Cebollatí. Este curso se ubica enteramente dentro del departamento de Treinta y Tres y su nacimiento se ubica en las inmediaciones de la ciudad de Santa Clara, sobre la Cuchilla Grande. En su margen derecha desemboca el río Olimar Chico y los arroyos de las Pavas y del Carmen, por su margen izquierda recibe a los arroyos de los Ceibos, Yermal y Avestruz Grande.

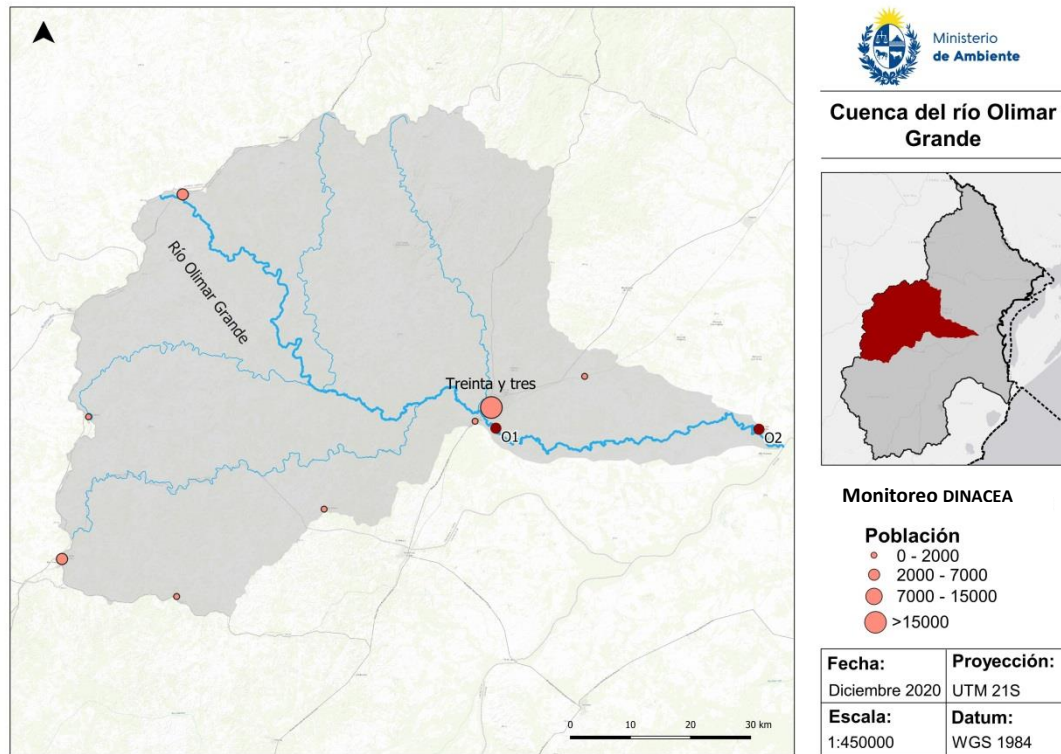


Figura 6. Subcuenca 43, río Olimar Grande. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos rosados los centros poblados y los rojos los puntos monitoreados en la cuenca.

5) Subcuenca 45: río San Luís y A° San Miguel

La subcuenca 45 es una zona baja y densamente irrigada. El A° San Miguel (Figura 7) es un pequeño curso de agua de 35 Km de longitud, ubicado en el departamento de Rocha, ejerciendo como frontera internacional con Brasil, sus principales tributarios son: A° del Sauce, A° de los indios y A° Sarandí de la Horqueta.

El río San Luis (Figura 9) se encuentra ubicado en el departamento de Rocha, tiene una longitud de 70 Km, una cuenca de 1223 km² y sus afluentes principales son: A° de la Isla Negra, A° el Sarandí, A° del Ceibo, A° del Potrero y A° de la India Muerta (MVOTMA, 2019).

La porción media de esta Subcuenca es drenada por el A° Barranco de Pelotas, de 57 Km de recorrido, naciendo en la cuchilla de la Carbonera, descarga directamente a la Laguna Merín.

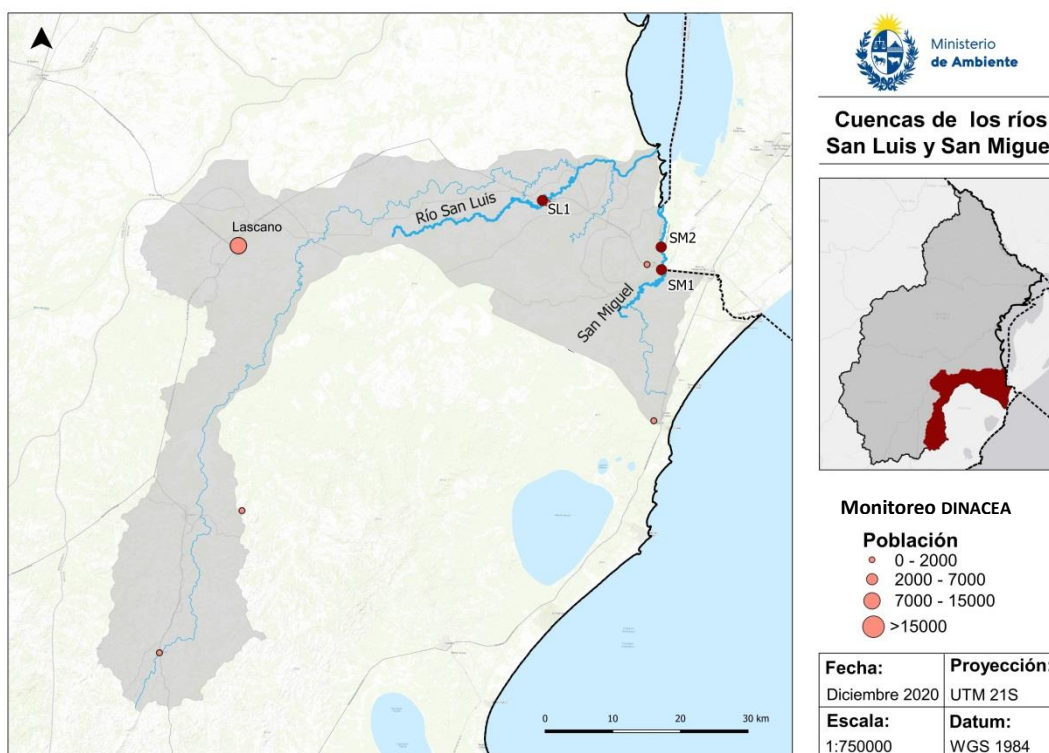


Figura 7. Subcuenca 45, río San Luis y del A°. San Miguel. En azul se muestran los cursos de agua. Círculos rosados los centros poblados y los rojos los puntos monitoreados en la cuenca.

1.4. Caudales

La Cuenca de la Laguna Merín cuenta con 3 aforos de DINAGUA: Paso Dragón, Picada de Corbo y Treinta y Tres. Al no contar con aforos en todas las subcuencas, (como ser el río Yaguarón, el río San Luís y el Ao. San Miguel), se utilizó una relación de aportes tomando como referencia los caudales aforados en las estación Paso Dragón (que pertenece a la subcuenca del río Cebollati), que cuenta con una buena cantidad de datos (Figura 8 y 9).

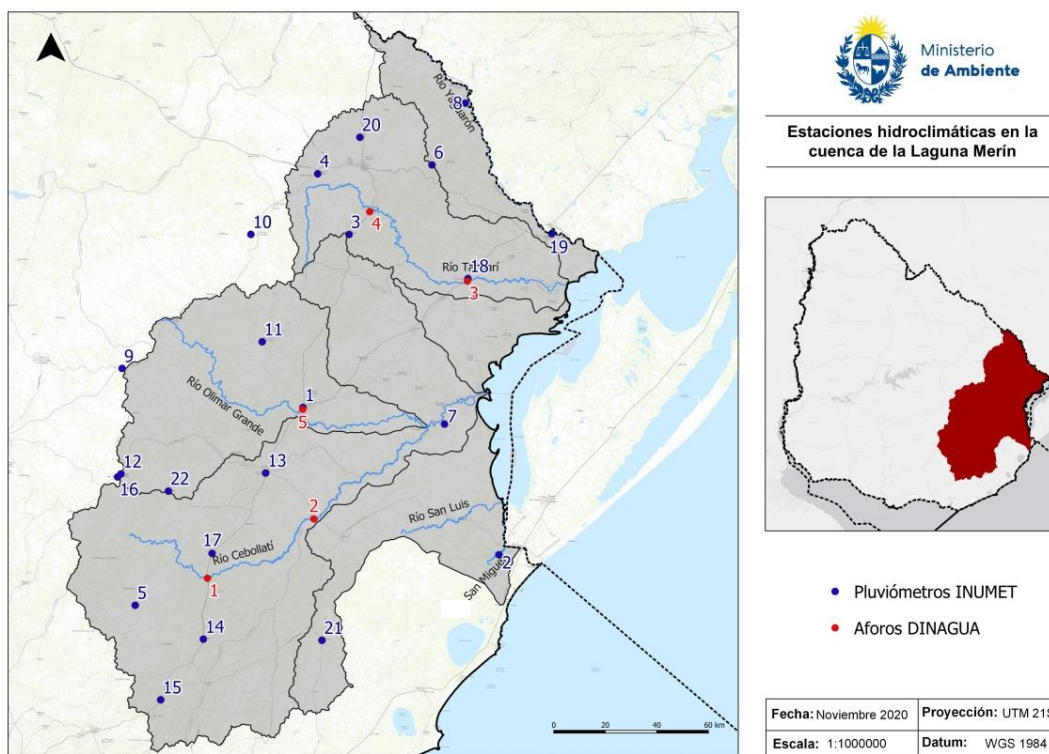


Figura 8. Mapa de la hemicuenca uruguaya de la Laguna Merín. En rojo estaciones de aforo de DINAGUA y en azul pluviómetros de INUMET.

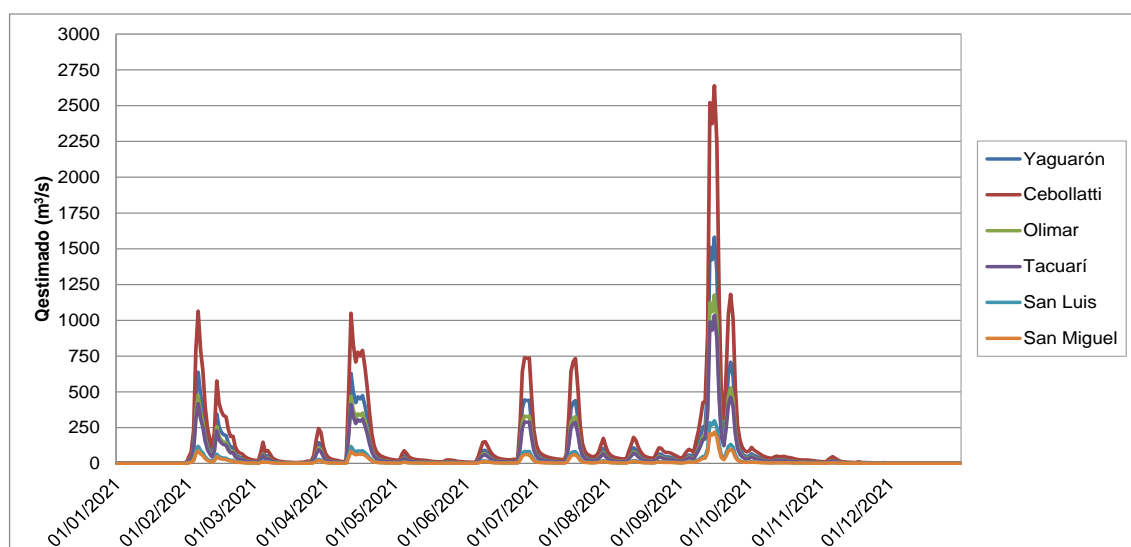


Figura 9. Caudales estimados para las 5 subcuencas de la Laguna Merín durante el 2021.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Campañas de monitoreo

En el período 2021 se realizaron 2 campañas de las 4 planificadas (agosto y octubre). Dada la emergencia sanitaria por COVID-19 se debieron suspender las primeras 2 campañas del año. En octubre se muestrearon 15 estaciones en 6 cursos de agua: río Cebollatí, río Tacuarí, río Yaguarón, arroyo San Miguel, río San Luis (todos afluentes directos de la Laguna Merín) y el río Olimar Grande que es el principal afluente del río Cebollatí (Figura 10, Tabla 2). En agosto dado que no se realizó el monitoreo embarcado no se muestrearon los puntos C3, O1, Y1, Y2 ni T3. La colecta de las muestras fue subsuperficial desde la costa, puentes o embarcación, según las características de la estación. Las estaciones de impacto se ubicaron aguas arriba y aguas abajo de ciudades, mientras que la mayoría de las estaciones de tendencia se ubicaron en la cuenca alta y en cierres de cuenca.

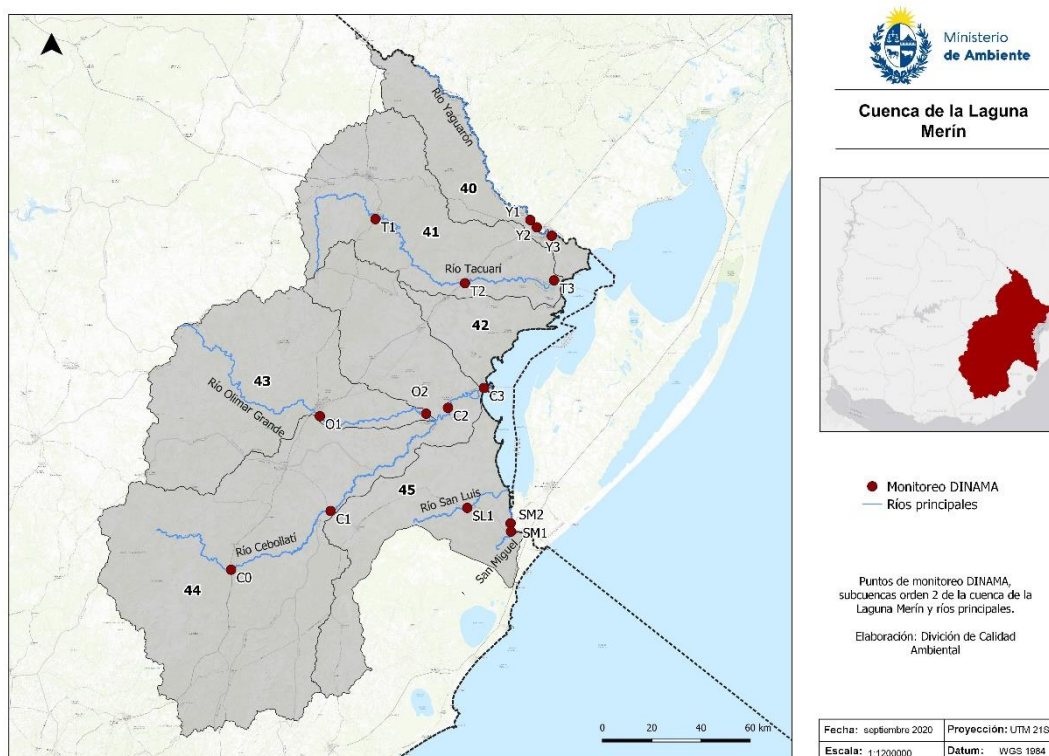


Figura 10. Localización de las estaciones de monitoreo en la cuenca de la Laguna Merín, en sus respectivos cauces de agua (líneas azules). Los números y líneas grises indican las subcuencas de orden dos (40 a 45) del lado uruguayo. Estaciones de muestreo Y1-3 sobre el Yaguarón, T2-3 sobre el Tacuarí, O1-2 sobre el Olimar Grande, C0-3 sobre el río Cebollatí, SL1 sobre el río San Luis y SM1-2 sobre el A° San Miguel.

Tabla 2. Código para las estaciones de monitoreo, las coordenadas geográficas y una breve descripción de las estaciones de monitoreo de la Laguna Merín.

Código informe	Latitud	Longitud	Descripción	Tipo de estación
SL1	-33,601,824	-53,725,131	Río San Luis – Puente sobre ruta 19, próximo a localidad San Luis al Medio.	Impacto
SM1	-33,689,167	-53,531,944	Arroyo San Miguel – Puente ruta 19 a 5,5 Km de la ciudad de Chuy.	Tendencia
SM2	-33,658,870	-53,533,630	Arroyo San Miguel – Entrada canal arrocería, navegación 5Km aguas arriba de ruta 19.	Impacto
C0	-33,829,494	-54,768,973	Río Cebollatí – Puente Ruta 8, aprox. 76 Km al sur de la ciudad de Treinta y Tres.	Tendencia
C1	-33,613,292	-54,328,810	Río Cebollatí – Puente Ruta 14 próximo a localidad Averías.	Impacto
C2	-33,232,095	-53,810,336	Río Cebollatí – 4 Km aguas arriba de La Charqueada, ingreso por camino La Quemada.	Tendencia
C3	-33,158,403	-53,651,085	Río Cebollatí – Desembocadura en Laguna Merín	Tendencia
O1	-33,263,061	-54,376,490	Río Olimar – 4,5 Km aguas abajo, del río Olimar, de la ciudad de Treinta y Tres, incluyendo las piletas de tratamiento de OSE.	Impacto
O2	-33,253,828	-53,906,997	Río Olimar – Ingreso a aprox. 13 Km de “La Charqueada” por ruta 17.	Tendencia
T1	-32,530,523	-54,130,611	Río Tacuarí - Puente Ruta 8 próximo a localidad Arachania.	Impacto
T2	-32,769,215	-53,735,161	Río Tacuarí - Puente Ruta 18 próximo a localidad Plácido Rosas.	Tendencia
T3	-32,758,844	-53,341,039	Río Tacuarí - Desembocadura de cursos Tacuarí y Grande en Laguna Merín.	Tendencia
Y1	-32,533,749	-53,446,399	Río Yaguarón – Aprox. 12 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
Y2	-32,560,983	-53,417,588	Río Yaguarón – Aprox. 6 Km aguas arriba de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Tendencia
Y3	-32,592,484	-53,351,744	Río Yaguarón – Aprox. 4 Km aguas abajo de la ciudad de Río Branco (Puente Internacional).	Impacto

Se determinaron parámetros ambientales y posibles contaminantes antrópicos, según procedimientos de referencia de DINACEA (Tabla 3 y 4). Algunos parámetros se determinaron sólo en las estaciones de muestreo ubicadas en los cierres de cuenca (C3, O2, T3, Y3, SMI2; Tabla 5) y el monitoreo del río San Luis no incluyó el análisis de los siguientes parámetros: clorofila *a*, feofitina, AOX ni parámetros orgánicos (Tabla 5).

Los resultados fueron comparados con la legislación vigente para los parámetros regulados en el Decreto 253/979 y modificativos, que reglamenta el Código de Aguas del Uruguay (Tablas 3 y 4). Los ríos estudiados están comprendidos dentro de las aguas superficiales de Clase 3 de dicho decreto. Para los demás parámetros se consideraron los valores de guía del Borrador de Trabajo GESTA Agua (2014) como objetivos de calidad. A pesar de que los valores de GESTA no son oficiales, podrían serlo en futuras legislaciones. Para el caso de los AOX, al no haber regulación en ninguna norma nacional, se utiliza el valor de 25 µg/L, propuesto por la República Federal de Alemania (LAWA, 1998).

Tabla 3. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec.253/79	GESTA 2014	Mesa Técnica	Otros*
Físico - químicos generales	Oxígeno disuelto	OD	mg/L	≥5			
	Porcentaje - saturación de O ₂	SatO2	%				
	Potencial de hidrógeno	pH	-	6.5 - 8.5			
	Conductividad	Conduc	μS/cm				
	Temperatura	T	°C				
	Transparencia (Disco de Secchi)	Transparencia	cm				
	Turbiedad	Turbidez	NTU	<50			
	Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L				
	Sólidos totales	STT	mg/L				
	Sólidos totales fijos	STF	mg/L				
	Sólidos totales volátiles	STV	mg/L				
Inorgánicos no metálicos	Nitrato	NO ₃	mg NO3-N/L	≤10	≤5		
	Nitrito	NO ₂	mg NO2-N/L		≤0.1		
	Nitrógeno amoniacal	Namoniocal	mg NH4 - N/L		≤0.5		
	Amonio libre	NH ₃	mg/L	≤0.02 °			
	Nitrógeno total	NT	mg N/L			<1	
	Fósforo reactivo soluble	PO ₄	μg PO4-P/L			<35	
Biológicos	Fósforo total	PT	μg P/L	≤25	≤70		
	Clorofila <i>a</i>	ClorofilaA	μg/L			<30	
	Feofitina	FeofitinaA	μg/L				
	Coliformes termotolerantes (Membrana Filtrante)	TermoTMF	UFC/100mL	≤2000 +			

Mesa Técnica = Mesa Técnica del Agua (MTA). 2017.

+ No se deberá exceder el límite de 2000 UFC/100 ml en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 UFC/100 ml.

° Es calculado a partir de la concentración de amoníaco como se describe en la sección metodología.

Tabla 4. Parámetros analizados, su unidad, abreviatura utilizada en el texto, límites según la normativa vigente (Decreto 253/79) para aguas superficiales de clase 3 y normativa propuesta en GESTA agua (2014) aplicada en este trabajo.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec.253/79	GESTA 2014	Mesa Técnica	Otros*
Orgánico	*Endosulfan α	EndosulfanAlfa	$\mu\text{g/L}$		Sumados ≤ 0.02		
	*Endosulfan β	EndosulfanBeta	$\mu\text{g/L}$				
	*Endosulfan SO_4	Endosulfansulfato	$\mu\text{g/L}$				
	*p,p'DDD	p,p'DDD	$\mu\text{g/L}$		Sumados ≤ 0.001		
	*p,p'DDE	p,p'DDE	$\mu\text{g/L}$				
	*p,p'DDT	p,p'DDT	$\mu\text{g/L}$				
	*Aldrin	Aldrin	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	*Dieldrin	Dieldrin	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	*Endrin	Endrin	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	*Atrazina	Atrazina	$\mu\text{g/L}$		≤ 1.8		
	*Heptacloro	Heptacloro	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	*Lindano	Lindano	$\mu\text{g/L}$		≤ 0.01		
	*Metoxiclor	Metoxicloro	$\mu\text{g/L}$		≤ 0.03		
	*Glifosato	Glifosato	$\mu\text{g/L}$		0.65		
	*Ácido amino-metil-fosfónico	AMPA	$\mu\text{g/L}$				
	*Clordano (Cis)	Clordano Cis	$\mu\text{g/L}$				
	*Clordano (Trans)	Clordano Trans	$\mu\text{g/L}$				
	*Clorpirifos	Clorpirifos	$\mu\text{g/L}$		0.035		
	Etil Paration	EtilParation	$\mu\text{g/L}$				
	*Malatión	Malathion	$\mu\text{g/L}$				
	*Metil paration	MetilParation	$\mu\text{g/L}$		≤ 0.04		
	Mirex	Mirex	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	*Heptacloro Epoxido	Heptacloroepoxido	$\mu\text{g/L}$		N.D		
	Etion	Etn	$\mu\text{g/L}$				
	Hexaclorobenceno		$\mu\text{g/L}$		N.D		
	Trifluralina	Trf	$\mu\text{g/L}$				
	o,p'DDD	opDDD	$\mu\text{g/L}$				
	o,p'DDE	opDDE	$\mu\text{g/L}$				
	o,p'DDT	opDDT	$\mu\text{g/L}$				
	Alacloro	Alclr	$\mu\text{g/L}$		≤ 20		
	Alfa cipermetrina	α Cpr	$\mu\text{g/L}$				
	Azoxiestrobina	Aztbna	$\mu\text{g/L}$				
	Clorpirifos Metil		$\mu\text{g/L}$				
	Diazinon		$\mu\text{g/L}$				
	Fipronil	Fpn	$\mu\text{g/L}$				
	Fluroxipir meptil		$\mu\text{g/L}$				
	Trifloxiestrobina		$\mu\text{g/L}$				
	Atrazina desetil	Atrazina desetil	$\mu\text{g/L}$				
	Atrazina desisopropil	Atrazina desisopropil	$\mu\text{g/L}$				
	Diuron	Diuron	$\mu\text{g/L}$				
	Compuestos halogenados adsorbibles	AOX	$\mu\text{g/L}$				<25 **

** República Federal de Alemania.

Mesa Técnica = Mesa Técnica del Agua. 2017.

Tabla 5. Variables monitoreadas en la Cuenca de la Laguna Merín y estaciones para las que son reportadas

		Puntos														
		SL1	SM1	SM2	C0	C1	C2	C3	O1	O2	T1	T2	T3	Y1	Y2	Y3
Parámetros	OD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	SatO2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	pH	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Conduc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Transparencia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Turbidez	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	SST	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	STV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NO ₃	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NO ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Namoniaca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	NT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	PO ₄	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	PT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	ClorofilaA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	FeofitinaA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	TermoTMF	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	EndosulfanAlfa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	EndosulfanBeta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Endosulfansulfato	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p,p'DDD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p,p'DDE	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	p,p'DDT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Aldrin	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Dieldrin	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Endrin	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Atrazina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Heptacloro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Lindano	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Metoxicloro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Glifosato	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	AMPA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Clordano Cis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Clordano Trans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Clorpirifos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	EtilParation	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Malathion	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	MetilParation	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mirex	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Heptacloroepoxido	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Etn	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Hexaclorobenceno	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Trf	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	opDDD	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	opDDE	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	opDDT	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Alclr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	α Cpr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Aztna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Clorpirifos Metil	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Diazinon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Fpn	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Fluroxipir meptil	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Trifloxiestrobina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Atrazina desetil	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Atrazina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	desisopropil	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Diuron	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	AOX	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

2.2. Metodología

En esta sección se abordan los aspectos metodológicos relativos a la elaboración del presente informe.

2.2.1. Tratamiento de los datos

En el caso de algunas variables, buena parte de los resultados están comprendidos en el entorno de los límites de la técnica. Para facilitar el tratamiento de estos datos se toman por convención las analogías que se observan en la Tabla 6.

Tabla 6. Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica

< LD	=	LD
< LC	=	LC/2
LD < X < LC	=	(LC+LD)/2

La concentración de amoníaco libre se obtuvo a través de la fórmula (CCME, 2010):

$$\text{NH}_3 = \frac{\text{NH}_4}{1 + 10^{(-0.467 + \frac{2887.9}{T(^{\circ}\text{C}) + 273.15} - \text{pH})}}$$

2.2.2. Índices

Los Índices de Calidad de Agua son una herramienta que estandariza niveles de calidad en función de un conjunto de parámetros seleccionados como indicadores, lo que permite comparar el estado trófico de distintos cuerpos de agua (lénticos y lóticos) ubicados en diferentes lugares geográficos. Además, pueden ser utilizados para determinar cambios en la calidad del agua entre distintos tramos de una red hidrográfica y entre el mismo tramo a través del tiempo.

El cálculo del Índice de Estado Trófico (IET) permite clasificar los cuerpos de agua según una escala de calidad definida en función del fósforo total (PT, expresado en µg/L). El IET permite clasificar los cursos/tramos en 6 categorías de estado trófico (Tabla 7).

Para el cálculo del IET en cuerpos de agua lóticos se utiliza la fórmula de Lamparelli (2004):

$$\text{IET} = 10 \left(6 - \left((0.42 - 0.36(\ln(\text{PT}))) \div \ln(2) \right) \right) - 20$$

Tabla 7. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según los valores de fósforo total

Nivel trófico	IET	Escala cromática
Ultraoligotrófico	≤47	
Oligotrófico	47<IET≤52	
Mesotrófico	52<IET≤59	
Eutrófico	59<IET≤63	
Supereutrófico	63<IET≤67	
Hipereutrófico	>67	

El Índice de Calidad de Agua (IQA) fue adaptado por CETESB (Brasil), a partir del Water Quality Index (WQI) desarrollado por la NSF (EEUU). Las variables utilizadas para el cálculo del IQA son 8: pH, % saturación de oxígeno, DBO₅, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y Coli Termo. La fórmula del IQA adaptada por CETESB (Brasil) es la siguiente:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Dónde:

IQA: Índice de Calidad de Agua (valor entre 0 y 100)

qi: calidad de cada parámetro, número entre 0 y 100, obtenido de la curva media de variación de calidad, en función de su concentración.






Wi: Peso correspondiente a cada parámetro, número entre 0 y 1 atribuido en función de la importancia de cada parámetro en la conformación global de calidad (Tabla 8).

Tabla 8. Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo

Parámetro	Peso (W)
Oxígeno Disuelto	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO ₅	0,1
Δ Temperatura	0,1
NT	0,1
PT	0,1
Turbidez	0,08

El IQA presenta la escala de calidad del agua con cinco categorías (Tabla 9).

Tabla 9. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA

Rangos de IQA utilizados	Valoración	Representación cromática
91-100	Excelente	
71-90	Buena	
51-70	Media	
26-50	Mala	
0-25	Muy Mala	

3. RESULTADOS

En este capítulo presentaremos los resultados correspondientes a calidad del agua superficial obtenidos en el marco del *Plan de monitoreo de la cuenca de la Laguna Merín* –durante 2021. Se dispone de datos provenientes de 2 campañas de monitoreo de agua para el período de estudio.

3.1. Variables *in situ*

3.1.1 Temperatura

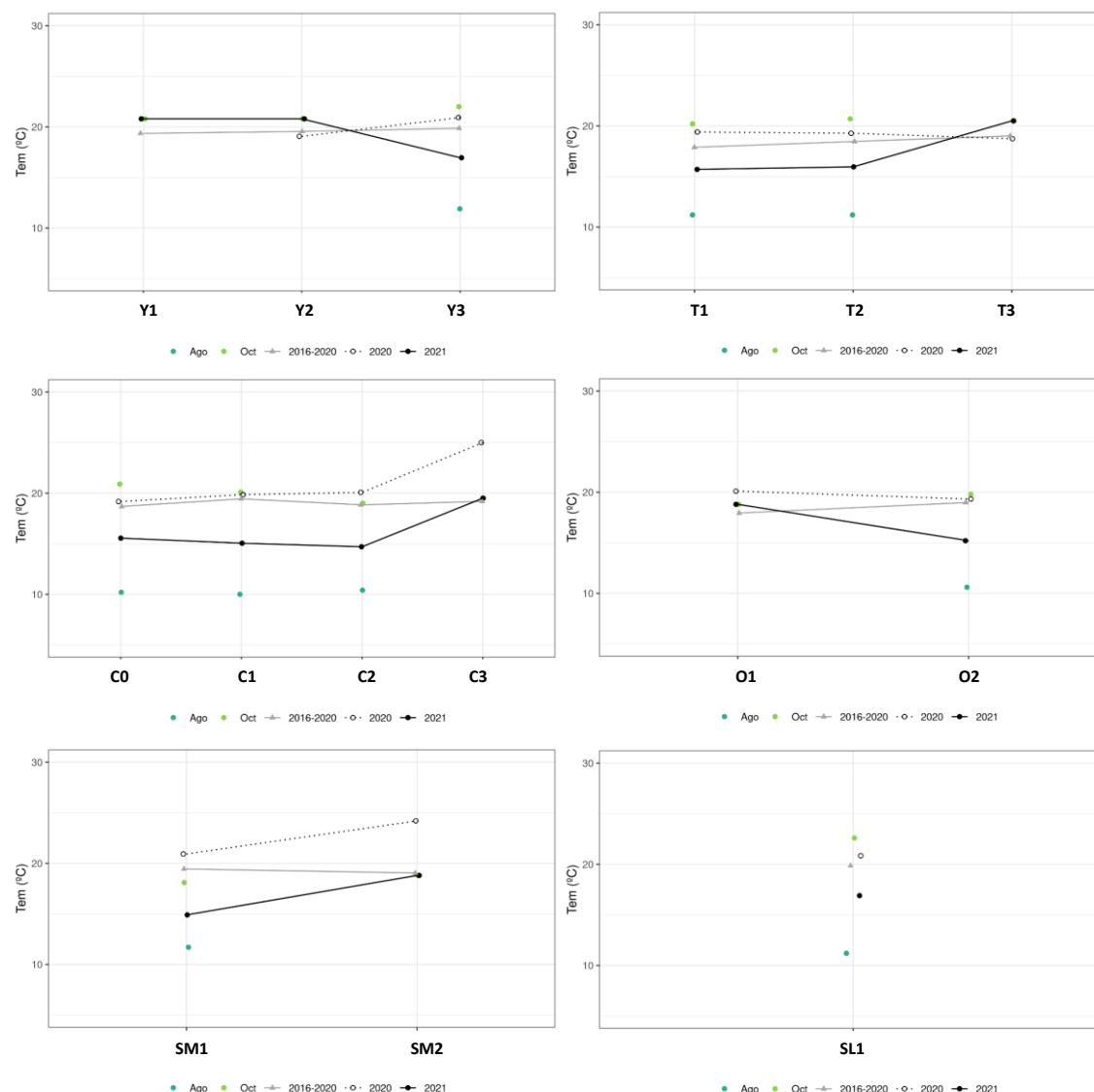


Figura 11. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021= promedio de Temperatura para el año 2021. 2020 = promedio de Temperatura para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de Temperatura para el quinquenio precedente.

Tabla 10. Estadísticas básicas de la Temperatura. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: °C						
MIN	11,9	11,2	10	10,6	11,2	11,7
MAX	22	20,7	20,9	19,8	22,6	18,8
PROM	18,9	16,8	15,7	16,4	16,9	16,2
MEDIANA	20,8	20,2	19	18,8	16,9	18,1
MIN > Estación - Mes	Y3 - 8	T1 - 8; T2 - 8	C1 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y3 - 10	T2 - 10	C0 - 10	O1 - 10	SL1 - 10	SM1 - 2

3.1.2. Conductividad

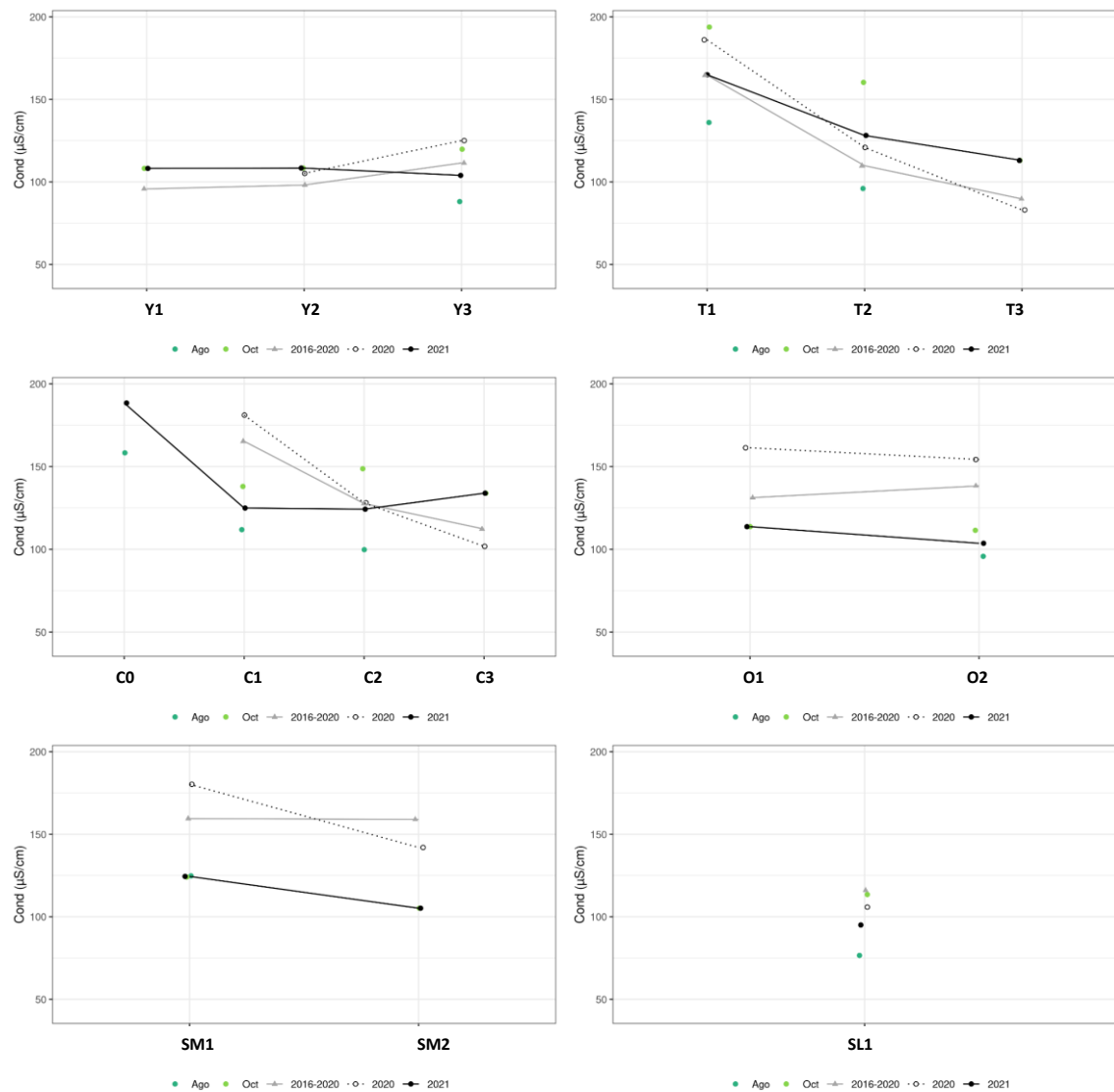


Figura 12. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de Conductividad para el año 2021. 2020 = promedio de Conductividad para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de Conductividad para el quinquenio precedente.

Tabla 11. Estadísticas básicas de la Conductividad. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: µS/cm						
MIN	88,1	96,0	99,8	95,8	76,6	105,2
MAX	119,8	193,8	218,5	113,7	113,5	124,8
PROM	106,1	139,8	144,2	107,0	95,1	118,0
MEDIANA	108,3	136,0	138,0	111,5	95,1	124,1
MIN > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C2 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM2 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 10	T1 - 10	C0 - 10	O1 - 10	SL1 - 10	SM1 - 8

3.1.3. Oxígeno disuelto

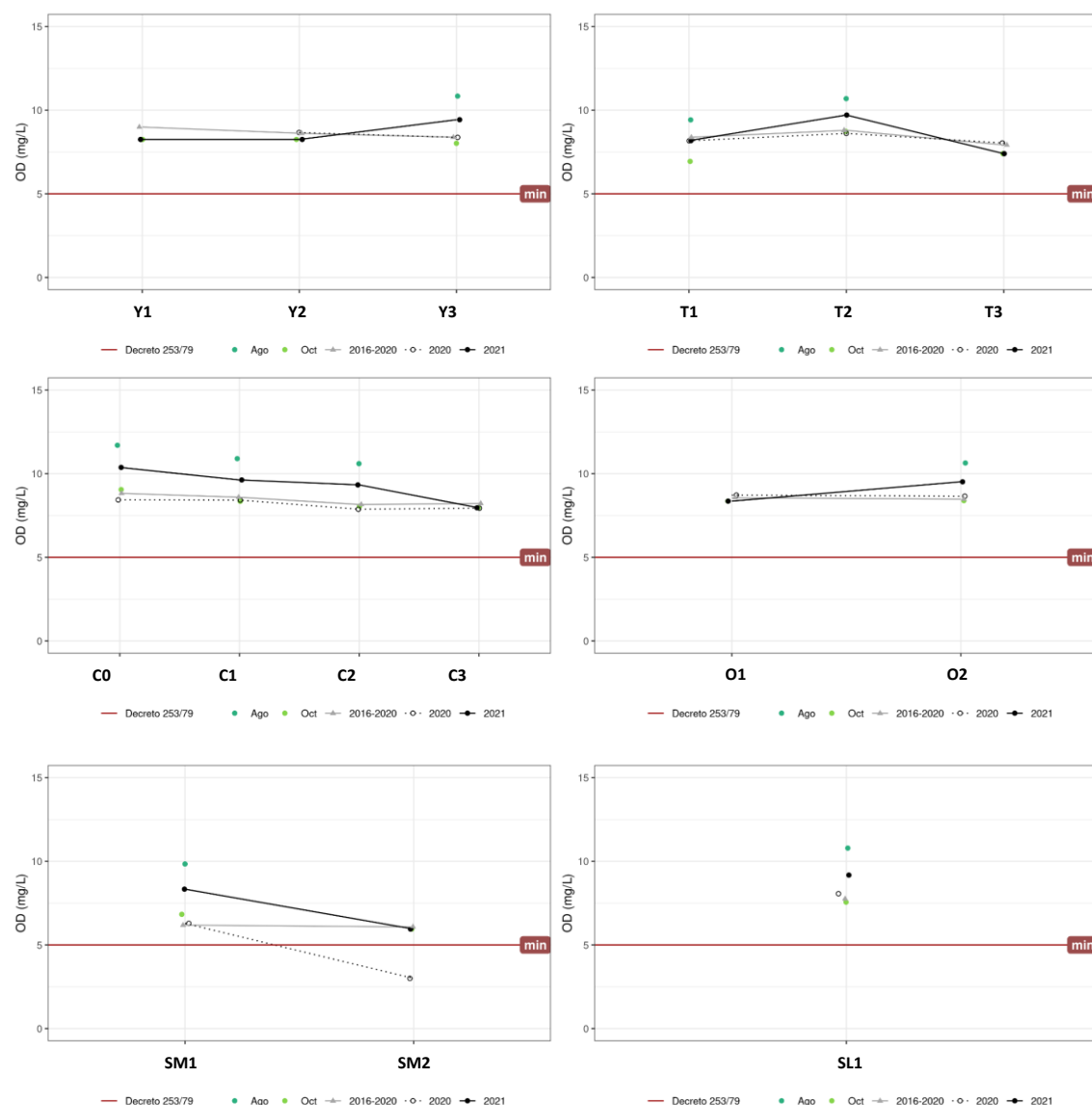


Figura 13. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Oxígeno disuelto para el año 2021. X2020 = promedio del Oxígeno disuelto para el año 2020. X2016-2020= Promedio del Oxígeno disuelto para el quinquenio precedente.

Tabla 12. Estadísticas básicas del Oxígeno Disuelto. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	8,02	6,94	7,96	8,36	7,56	5,95
MAX	10,84	10,69	11,70	10,64	10,79	9,84
PROM	8,84	8,64	9,52	9,13	9,18	7,54
MEDIANA	8,25	8,73	9,05	8,39	9,18	6,83
MIN > Estación - Mes	Y3 - 10	T1 - 10	C3 - 10	O1 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C0 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM1 - 8
STD	5	5	5	5	5	5
No cumplen STD (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.1.4. pH

Se observa que los valores de pH se encuentran dentro de los límites del decreto 253 exceptuando para las estaciones Y1 y SM2 en Octubre, donde superan el límite establecido de 8.5.

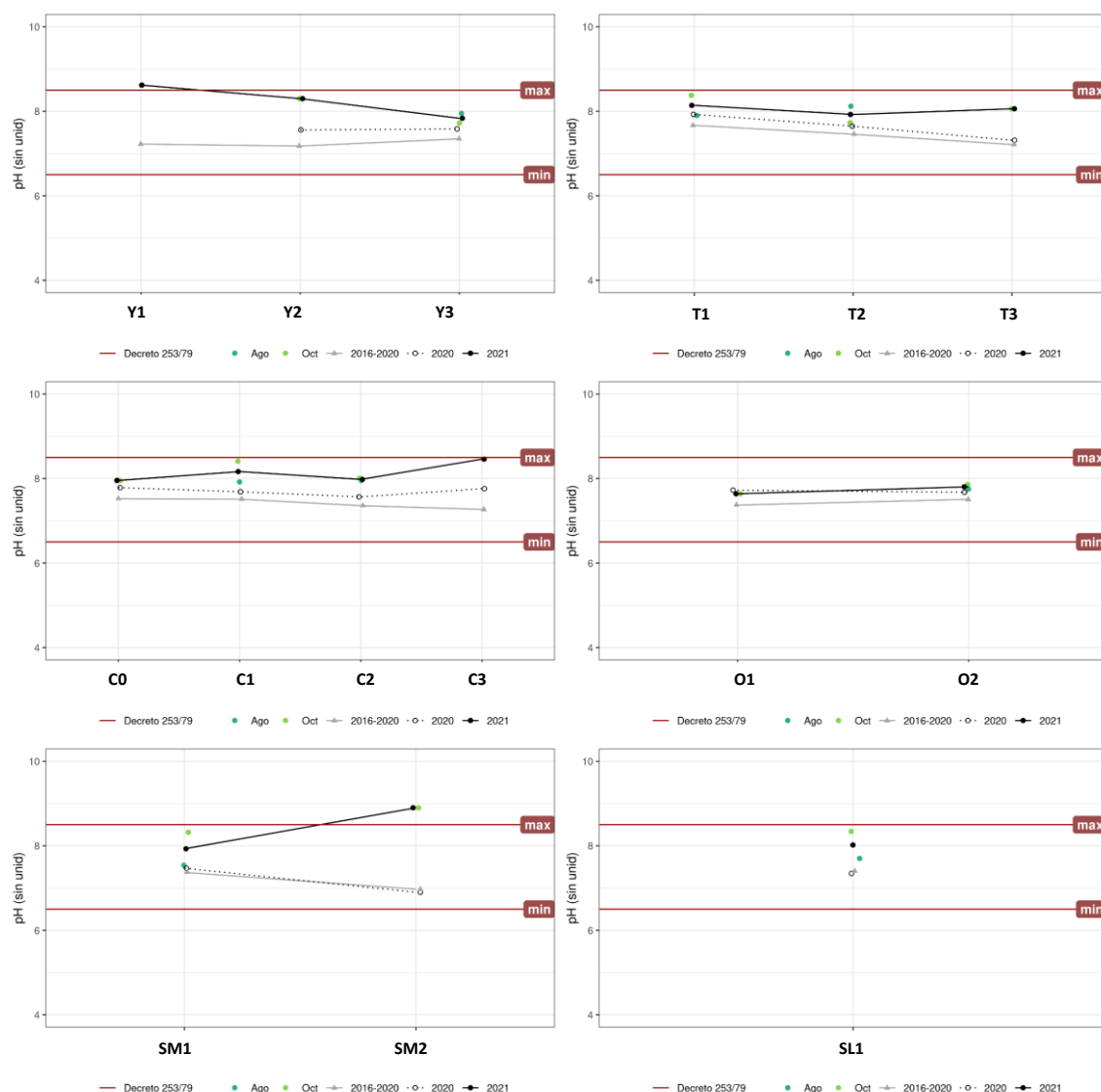


Figura 14. Variación espacial y temporal del pH del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del pH para el año 2021. 2020 = promedio del pH para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del pH para el quinquenio precedente.

Tabla 13. Estadísticas básicas del pH. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: s/u						
MIN	7,72	7,73	7,92	7,64	7,70	7,54
MAX	8,62	8,38	8,46	7,86	8,34	8,90
PROM	8,15	8,04	8,09	7,75	8,02	8,25
MEDIANA	8,13	8,06	7,96	7,75	8,02	8,32
MIN > Estación - Mes	Y3 - 10	T2 - 10	C1 - 8	O1 - 10	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y1 - 10	T1 - 10	C3 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
No cumplen STD (n)	1	0	0	0	0	1
No cumple - Cumple (%)	25 - 75	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	33 - 67

3.1.5. Transparencia

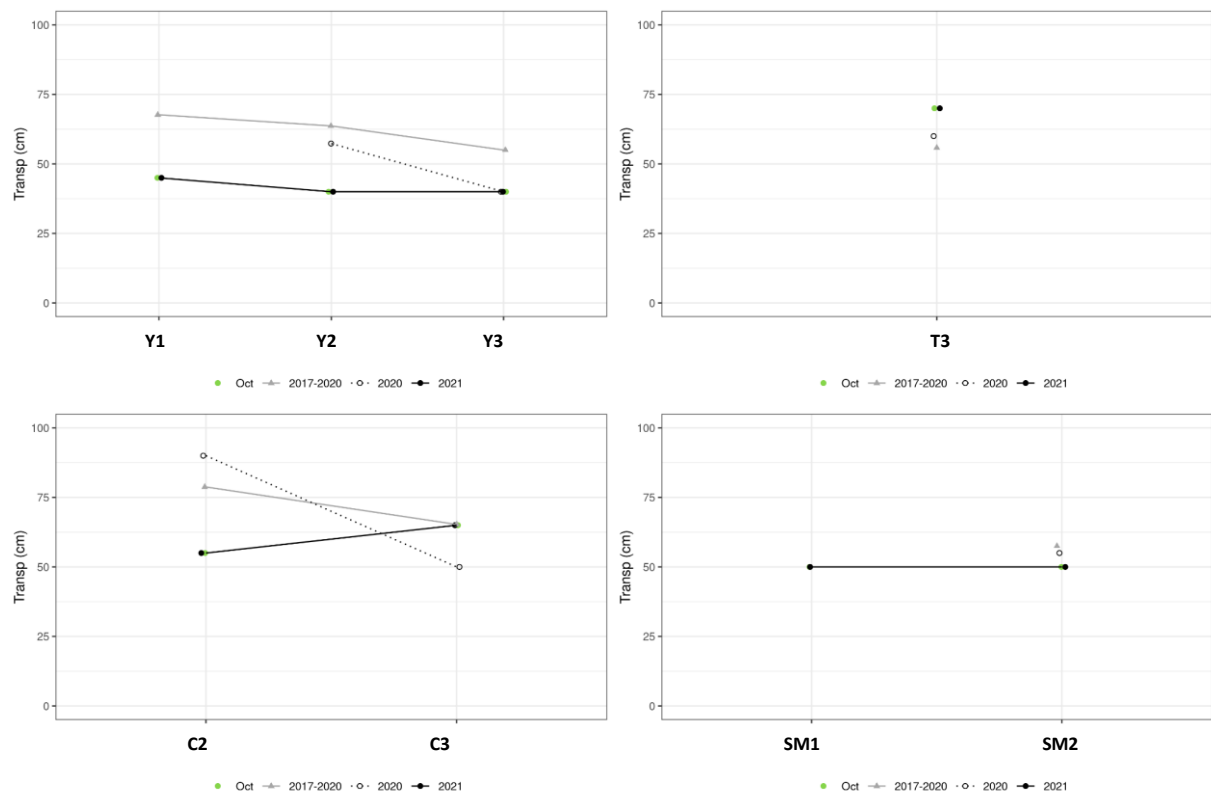


Figura 15. Variación espacial y temporal de la Transparencia del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de Transparencia para el año 2021. 2020 = promedio de Transparencia para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de Transparencia para el quinquenio precedente.

Tabla 14. Estadísticas básicas de la Transparencia. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. Valores expresados en cm.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	A° San Miguel
n	3	1	2	2
Cuantificados	3	1	2	2
Unidad: cm				
MIN	40,0	70,0	55,0	50,0
MAX	45,0	70,0	65,0	50,0
PROM	41,7		60,0	
MEDIANA	40,0		60,0	
MIN > Estación - Mes	Y1 - 10		C2 - 10	
MAX > Estación - Mes	Y2, Y3- 10		C3 - 10	

3.1.6. Turbidez

La turbidez presenta valores por encima del estándar del 253/79 y modif. (50NTU) en todas las estaciones monitoreadas, en una ocasión en los puntos Y3, T2, O2, SL1, SM1 y en 3 ocasiones en el río Cebollatí (C0, C1, C2).

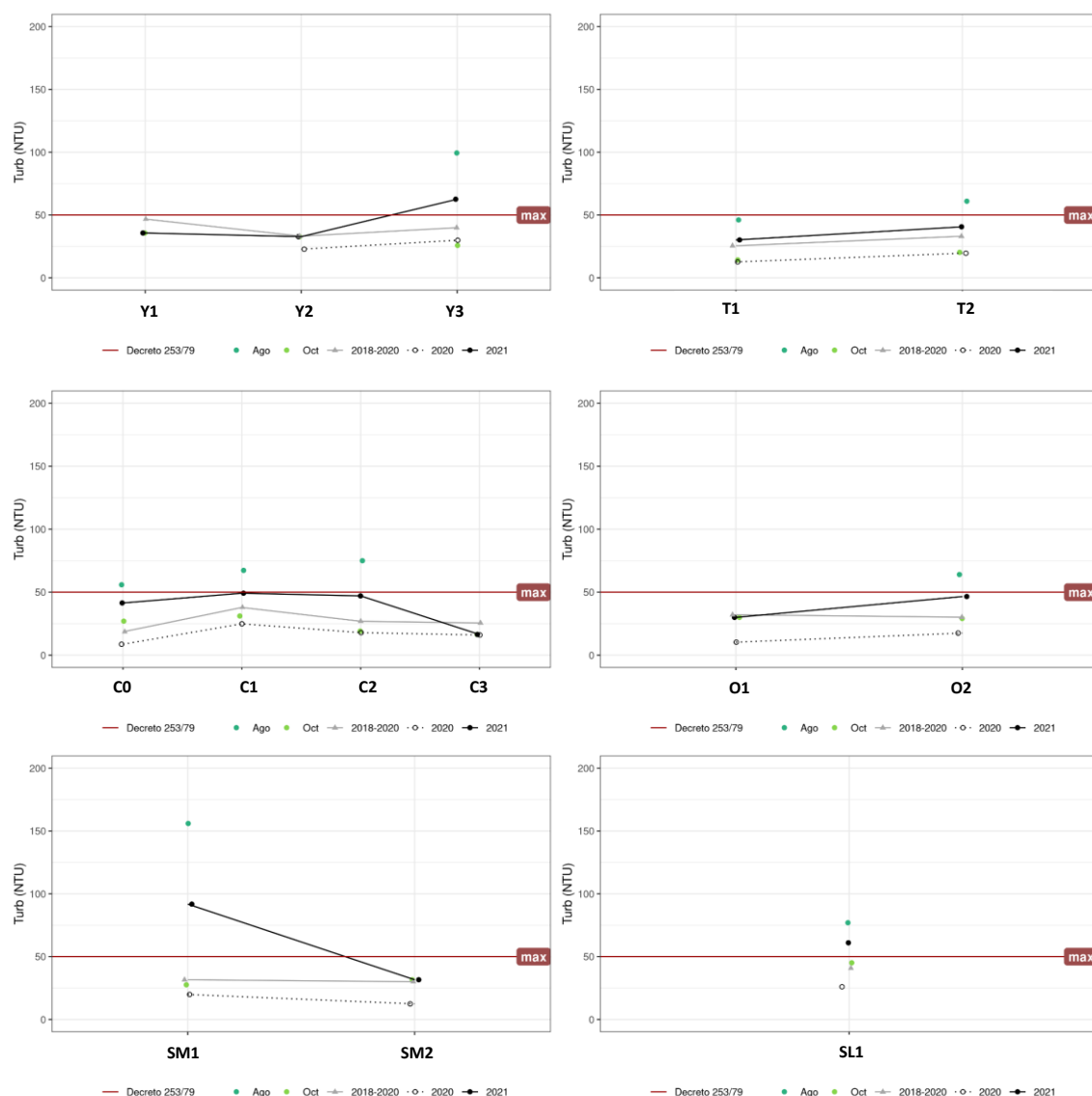


Figura 16. Variación espacial y temporal de la Turbidez del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de Turbidez para el año 2021. 2020 = promedio de Turbidez para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de Turbidez para el quinquenio precedente.

Tabla 15. Estadísticas básicas de la Turbidez. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor. Valores expresados en NTU.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	4	7	3	2	3
Cuantificados	4	4	7	3	2	3
Unidad: NTU						
MIN	25,8	14,3	16,4	29,1	45,1	27,6
MAX	99,4	61,0	75,0	64,0	77,0	156,0
PROM	48,4	35,4	41,7	41,0	61,1	71,7
MEDIANA	34,3	33,2	31,1	30,0	61,1	31,6
MIN > Estación - Mes	Y3 - 10	T1 - 10	C3 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM1 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C2 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM1 - 8
STD	50	50	50	50	50	50
No cumplen STD (n)	1	1	3	1	1	1
No cumple - Cumple (%)	25 - 75	25 - 75	43 - 57	33 - 67	50 - 50	33 - 67

3.2. Inorgánicos no metales

3.2.1. Nitrato (NO_3)

Si bien en la gran mayoría de los puntos se registraron valores cuantificables, para el Arroyo San Miguel no se midieron valores cuantificables y para el río San Luís solo en una ocasión.

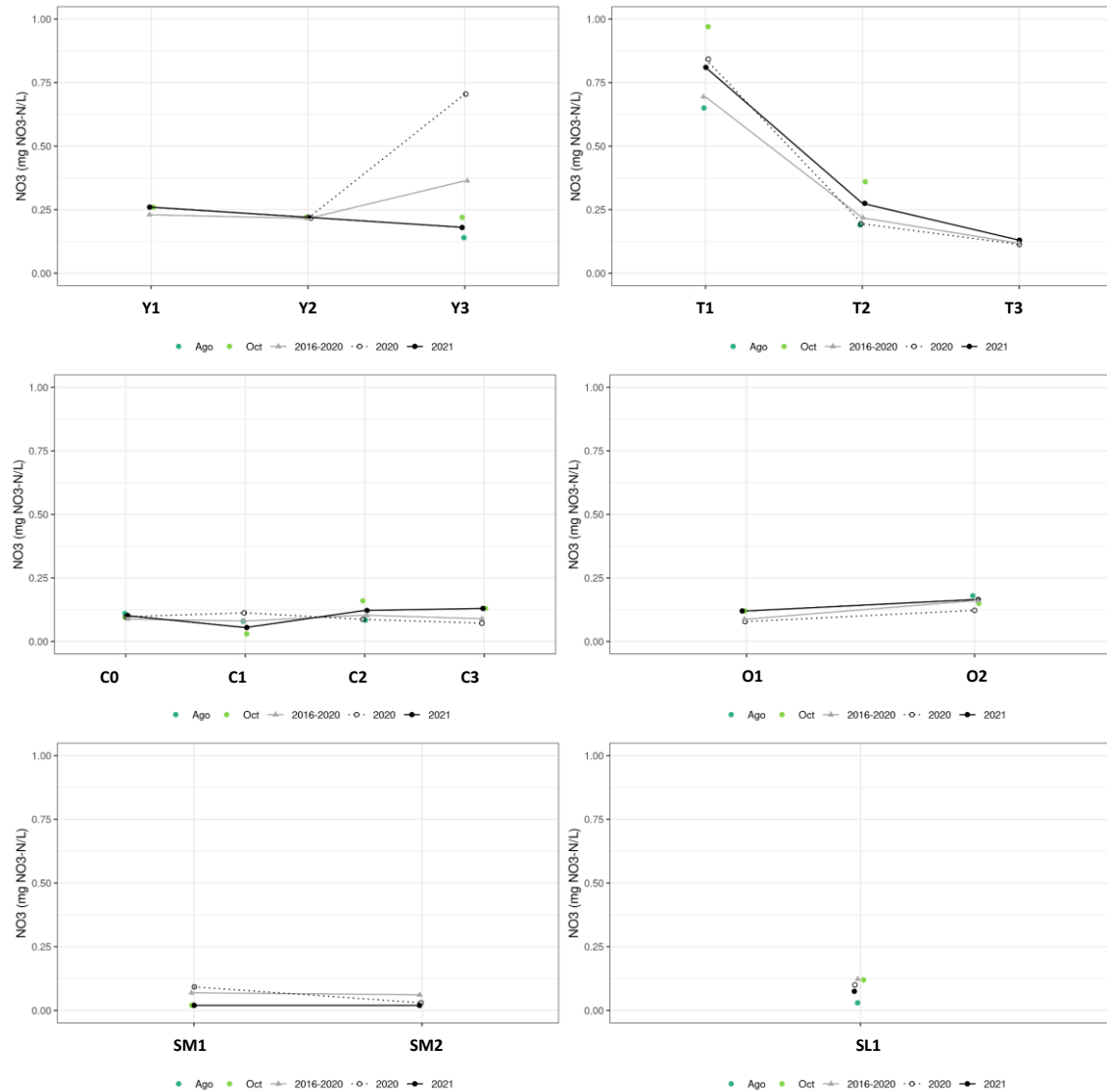


Figura 17. Variación espacial y temporal del Nitrato en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Nitrato para el año 2021. 2020 = promedio de Nitrato para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Nitrato para el quinquenio precedente.

Tabla 16. Estadísticas básicas del Nitrato. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos* y valor Gesta 2014**, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	6	3	1	0
Unidad: mg/l						
MIN	0,14	0,13	0,08	0,12	0,12	
MAX	0,26	0,97	0,16	0,18	0,12	
PROM	0,21	0,46	0,10	0,15		
MEDIANA	0,22	0,36	0,09	0,15		
MIN > Estación - Mes	Y3 - 8	T3 - 10	C1 - 8	O1 - 10		
MAX > Estación - Mes	Y1 - 10	T1 - 10	C2 - 10	O2 - 8		
STD	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5	10 y 5
No cumplen STD (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.2.2. Nitrito (NO₂)

El NO₂ para la gran mayoría de los casos dio valores por debajo del límite de detección (0,0015 mg/L) y cuantificación (0,0023 mg/L) solo para el punto T1 presentó resultados por encima de la técnica 0,02 mg/L en agosto y 0.4 mg/L en octubre.

3.2.3. Nitrógeno amoniacal (NH₄)

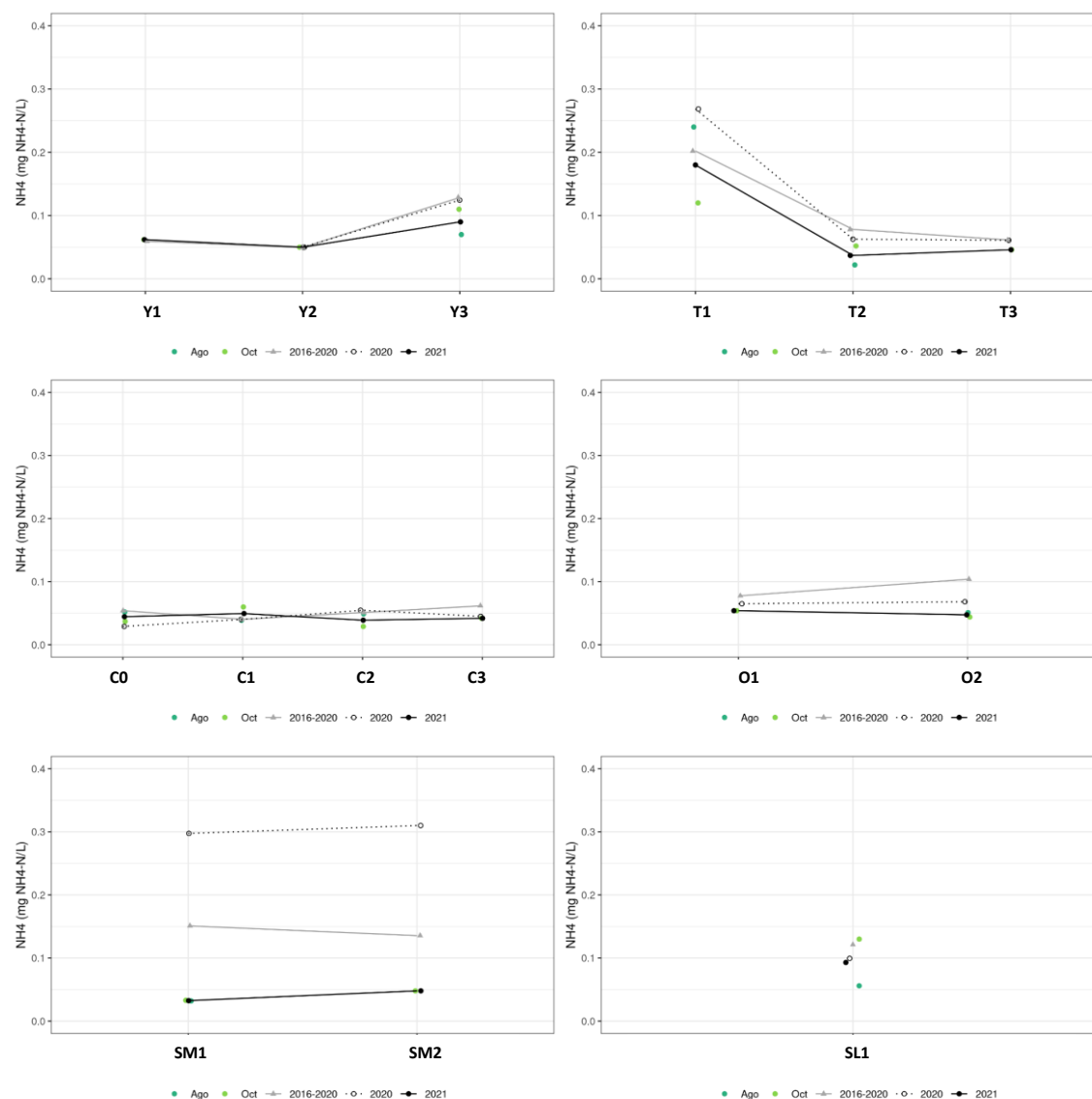


Figura 18. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Amoniacal en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Nitrógeno Amoniacal para el año 2021. 2020 = promedio del Nitrógeno Amoniacal para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Nitrógeno Amoniacal para el quinquenio precedente.

Tabla 17. Estadísticas básicas del Nitrógeno Amoniacal. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar Gesta 2014 o valor guía (STD), cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	0,050	0,022	0,029	0,044	0,056	0,032
MAX	0,110	0,240	0,060	0,054	0,130	0,048
PROM	0,073	0,096	0,044	0,050	0,093	0,038
MEDIANA	0,066	0,052	0,042	0,051	0,093	0,033
MIN > Estación - Mes	Y2 - 10	T2 - 8	C2 - 10	O2 - 10	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y3 - 10	T1 - 8	C1 - 10	O1 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
No cumplen STD (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	9 - 91	0 - 100	0 - 100	0 - 100	20 - 80

3.2.4. Amoníaco libre (NH₃)

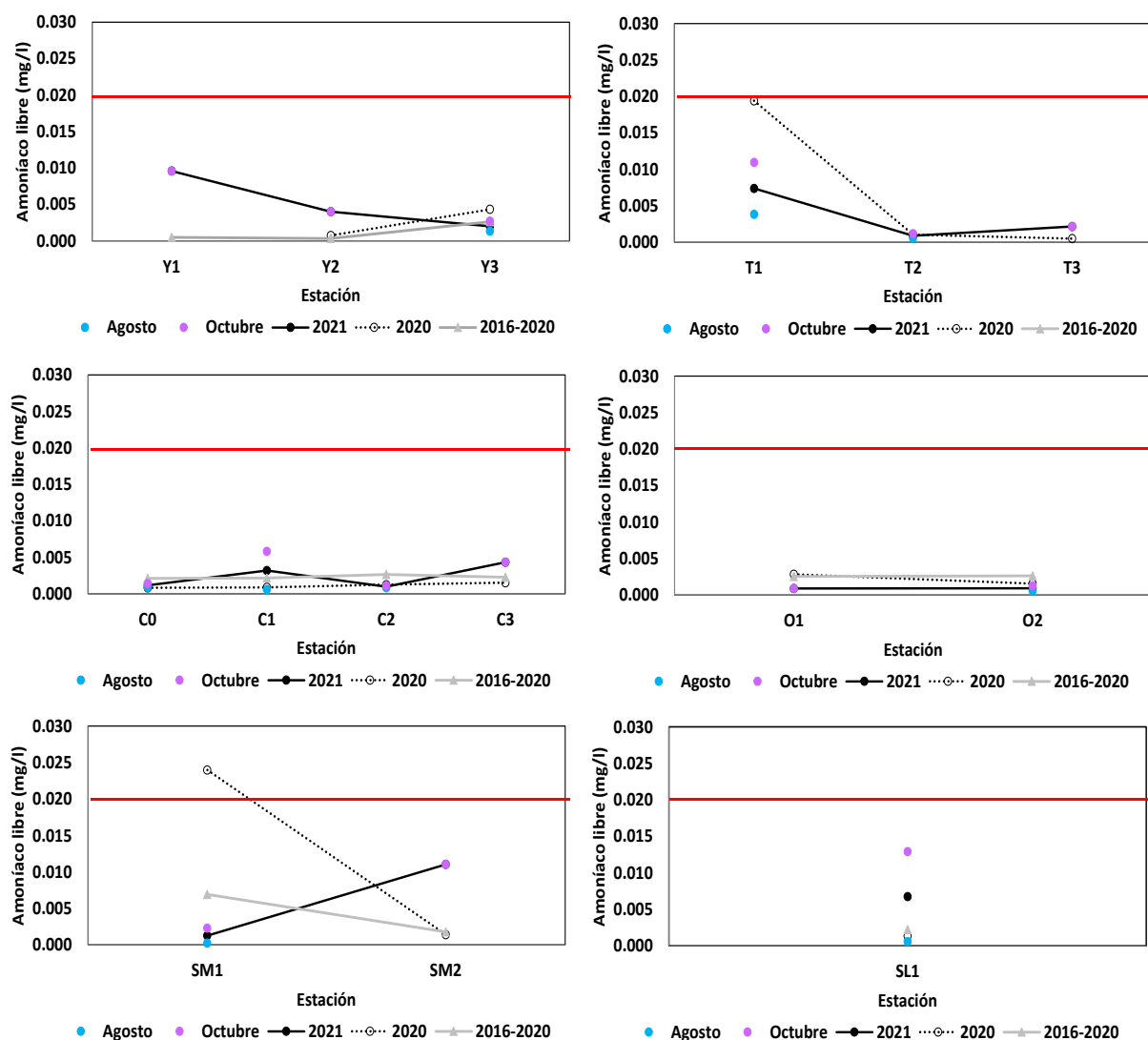


Figura 19. Variación espacial y temporal del Amoníaco libre en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Amoníaco libre para el año 2021. 2020 = promedio del Amoníaco libre para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Amoníaco libre para el quinquenio precedente.

Tabla 18. Estadísticas básicas del Amoníaco libre. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	0.0013	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0002
MAX	0.0096	0.0110	0.0058	0.0013	0.0129	0.0110
PROM	0.0044	0.0037	0.0021	0.0009	0.0067	0.0045
MEDIANA	0.0034	0.0022	0.0011	0.0009	0.0067	0.0023
MIN > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C1 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y1 - 10	T1 - 10	C1 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	20	20	20	20	20	20
No cumplen STD (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.2.5. Nitrógeno total (NT)

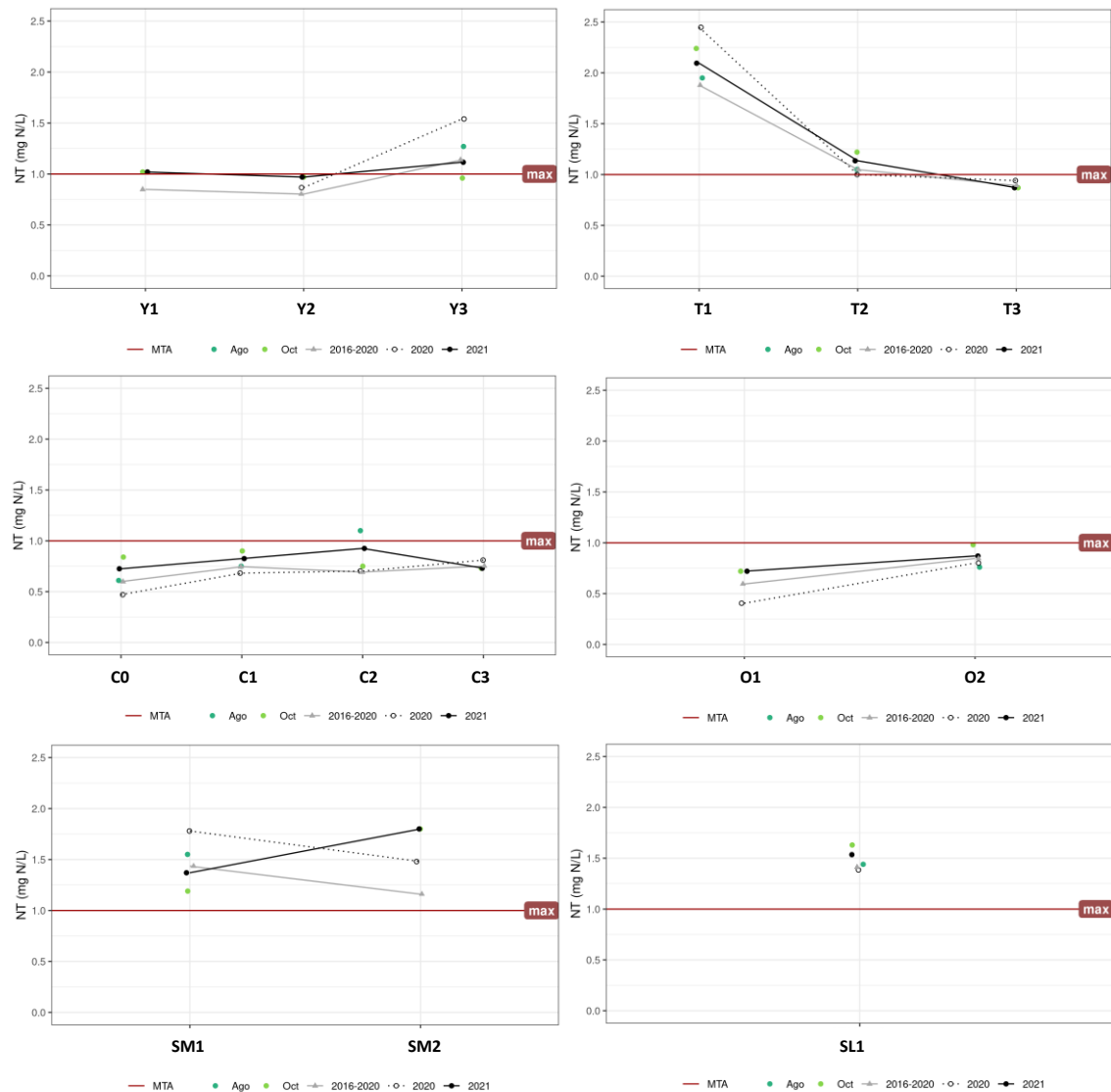


Figura 20. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Nitrógeno Total para el año 2021. 2020 = promedio del Nitrógeno Total para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Nitrógeno Total para el quinquenio precedente.

Tabla 19. Estadísticas básicas del Nitrógeno Total. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollati	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	0,96	0,87	0,61	0,72	1,44	1,19
MAX	1,27	2,24	1,10	0,98	1,63	1,80
PROM	1,06	1,47	0,81	0,82	1,54	1,51
MEDIANA	1,00	1,22	0,75	0,76	1,54	1,55
MIN > Estación - Mes	Y3 - 10	T3 - 10	C0 - 8	O1 - 10	SL1 - 8	SM1 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T1 - 10	C2 - 8	O2 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	1	1	1	1	1	1
No cumplen STD (n)	2	4	1		2	3
No cumple - Cumple (%)	50 - 50	80 - 20	14 - 86	0 - 100	100 - 0	100 - 0

3.2.6. Fósforo reactivo (PO₄)

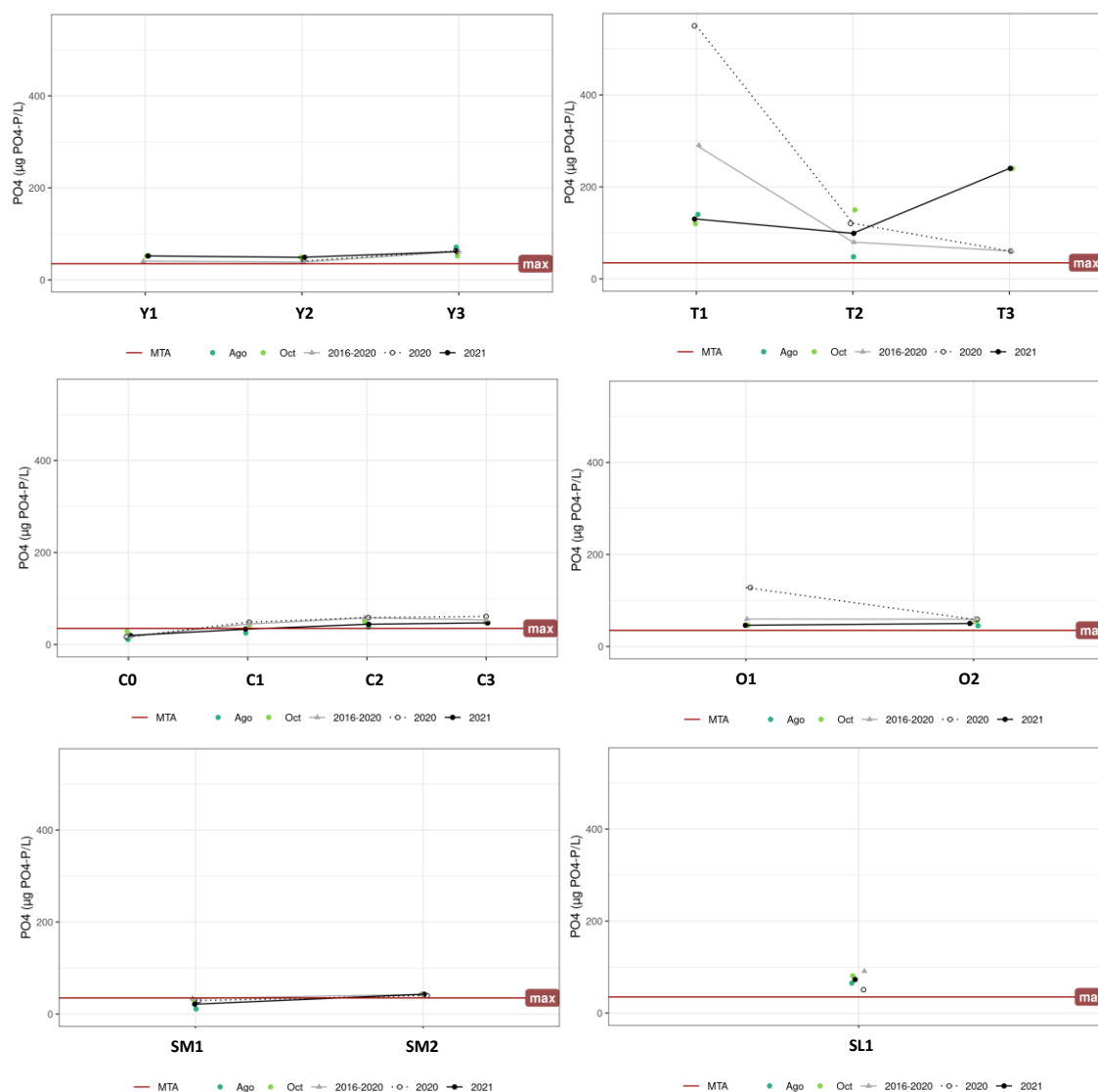


Figura 21. Variación espacial y temporal del Fósforo Reactivo en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Fósforo Reactivo para el año 2021. 2020 = promedio del Fósforo Reactivo para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Fósforo Reactivo para el quinquenio precedente.

Tabla 20 Estadísticas básicas del Fosforo Reactivo. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) de la MTA, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	6	3	2	2
Unidad: µg/l						
MIN	49	48	11	45	65	11
MAX	71	240	50	55	81	43
PROM	56	140	34	49	73	29
MEDIANA	52	140	38	46	73	32
MIN > Estación - Mes	Y2 - 10	T2 - 8	C0 - 8	O2 - 8	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T3 - 10	C2 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	35	35	35	35	35	35
No cumplen STD (n)	4	5	4	3	2	1
No cumple - Cumple (%)	100 - 0	100 - 0	57 - 43	100 - 0	100 - 0	33 - 67

3.2.7. Fósforo total PT

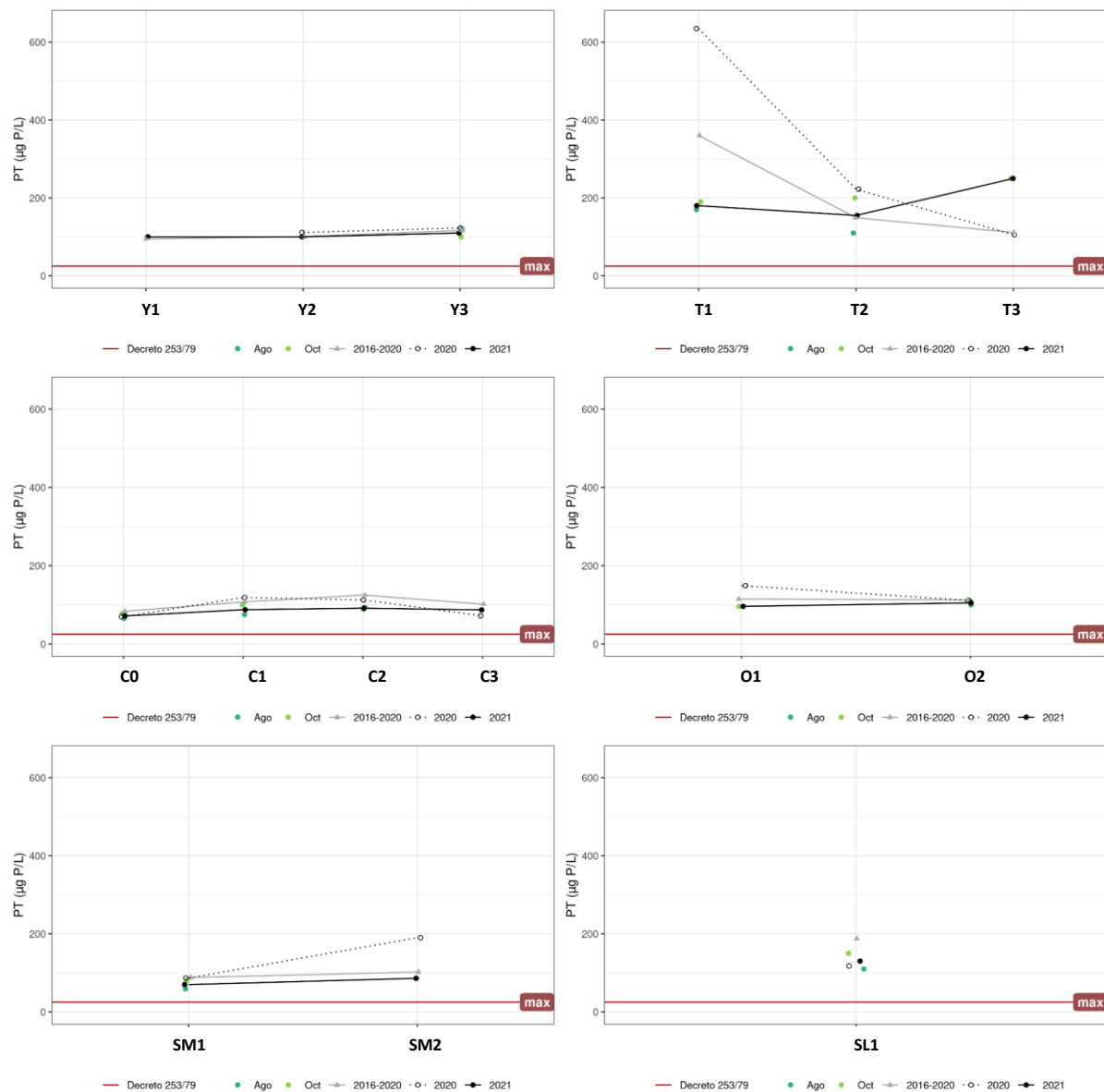


Figura 22. Variación espacial y temporal del Fósforo Total en el agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio del Fósforo Total para el año 2021. 2020 = promedio del Fósforo Total para el año 2020. 2016-2020 = Promedio del Fósforo Total para el quinquenio precedente.

Tabla 21 Estadísticas básicas del Fósforo Total. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificables	4	5	7	3	2	3
Unidad: µg/l						
MIN	100	110	65	96	110	59
MAX	120	250	100	110	150	86
PROM	105	184	84	102	130	75
MEDIANA	100	190	87	100	130	81
MIN > Estación - Mes	Y1, Y2, Y3 - 10	T2 - 8	C0 - 8	O1 - 10	SL1 - 8	SM1 - 8
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T3 - 10	C1 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM2 - 10
STD	25	25	25	25	25	25
No cumplen STD (n)	4	5	7	3	2	3
No cumple - Cumple (%)	100 - 0	100 - 0	86 - 14	100 - 0	100 - 0	67 - 33

3.3. Sólidos

3.3.1. Sólidos Totales ST

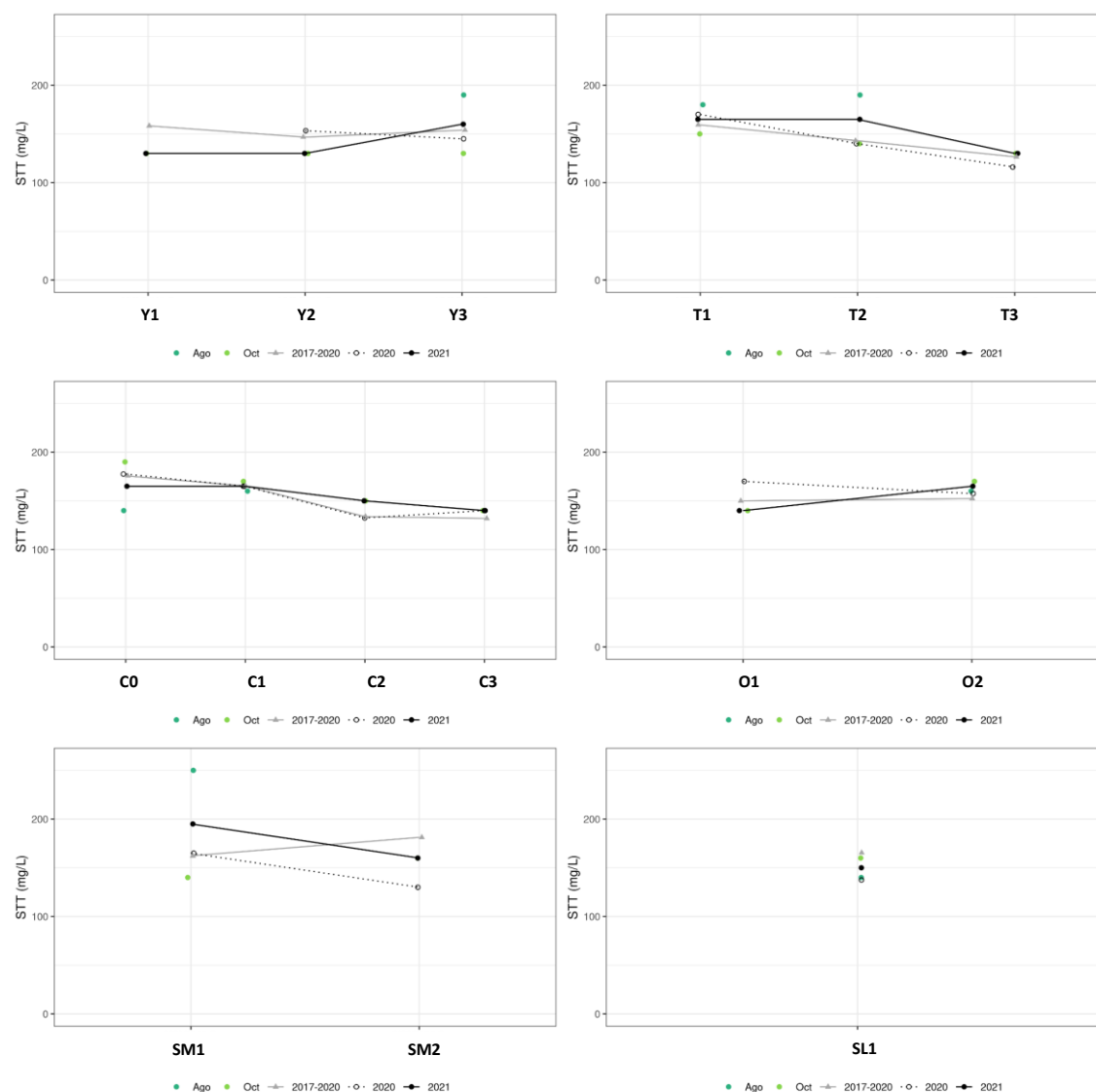


Figura 23. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de los Sólidos Totales para el año 2021. 2020 = promedio de los Sólidos Totales para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de los Sólidos Totales para el quinquenio precedente.

Tabla 22 Estadísticas básicas de los Sólidos Totales. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificables	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	130	130	140	140	140	140
MAX	190	190	190	170	160	250
PROM	145	158	157	157	150	183
MEDIANA	130	150	150	160	150	160
MIN > Estación - Mes	Y1, Y2, Y3 - 10	T3 - 10	C0 - 8; C3 - 10	O1 - 10	SL1 - 8	SM1 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C0 - 10	O2 - 10	SL1 - 10	SM1 - 8

3.3.2. Sólidos Totales Volátiles STV

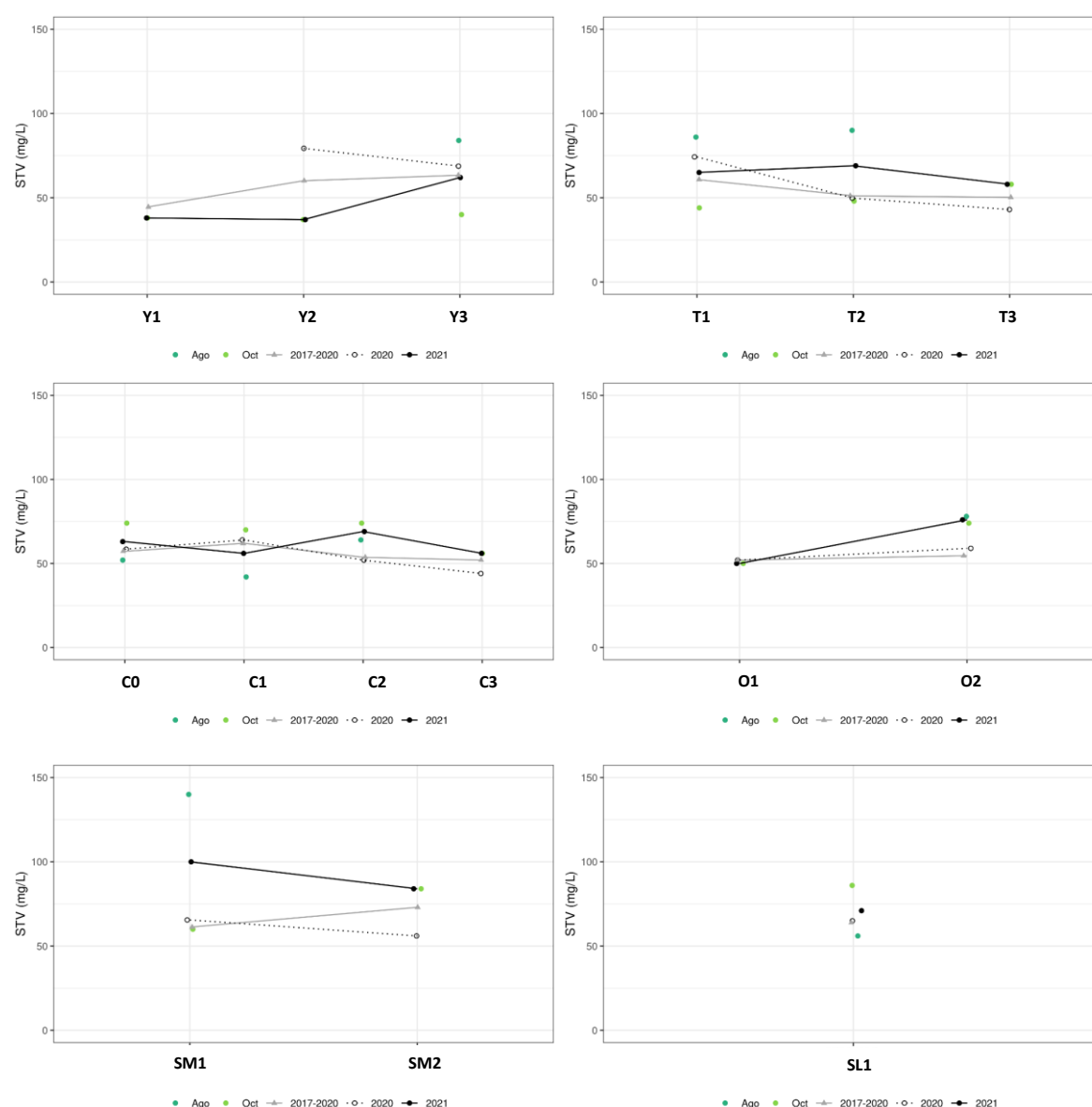


Figura 24. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales Volátiles del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de los Sólidos Totales Volátiles para el año 2021. 2020 = promedio de los Sólidos Totales Volátiles para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de los Sólidos Totales Volátiles para el quinquenio precedente.

Tabla 23 Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Volátiles. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	37	44	42	50	56	60
MAX	84	90	74	78	86	140
PROM	50	65	62	67	71	95
MEDIANA	39	58	64	74	71	84
MIN > Estación - Mes	Y2- 10	T1 - 10	C1 - 8	O1 - 10	SL1 - 8	SM1 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C0, C2 - 10	O2 - 8	SL1 - 10	SM1 - 8

3.3.3. Sólidos Totales Fijos STF

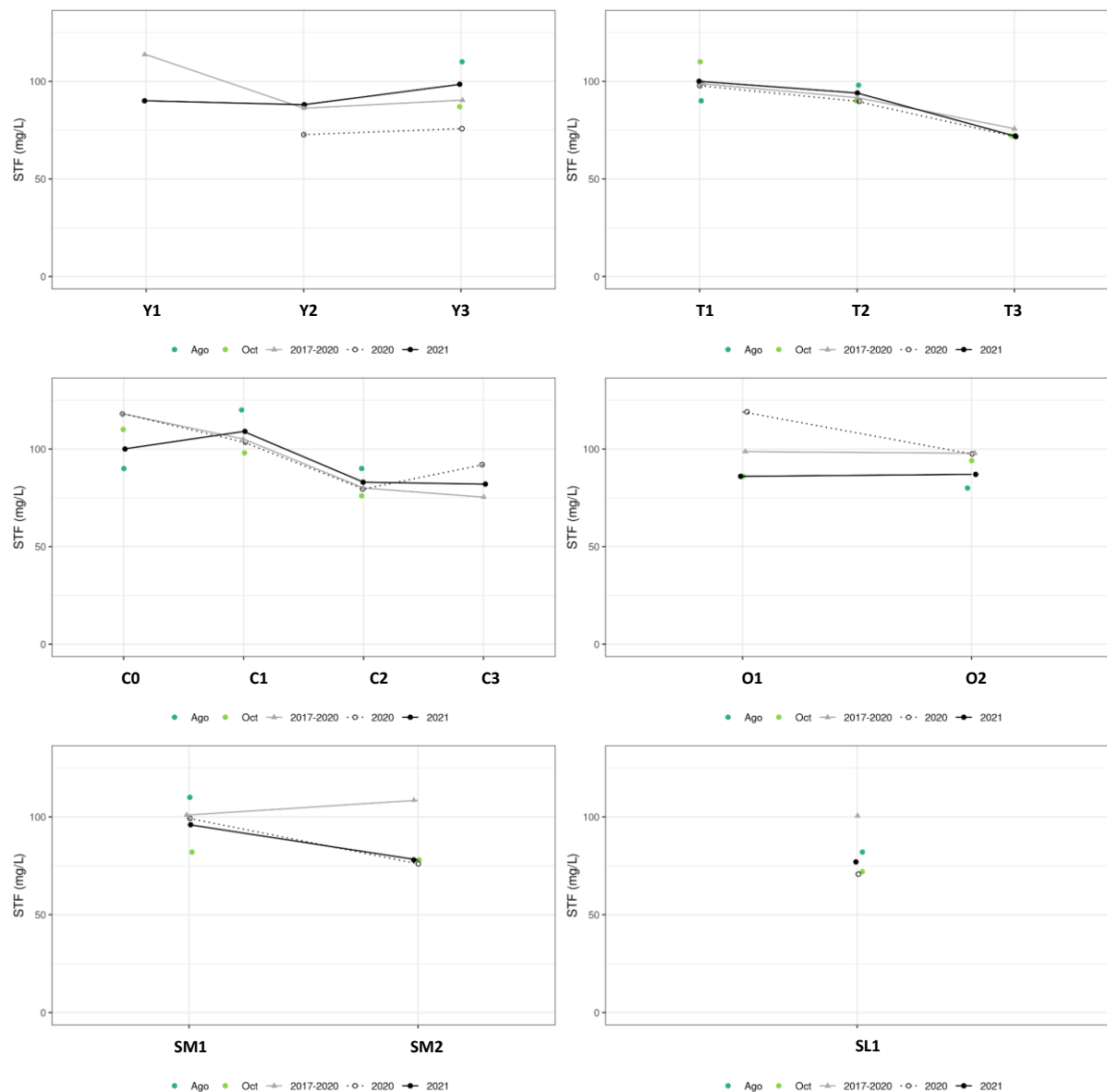


Tabla 24. Estadísticas básicas de los Sólidos Totales Fijos. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	4	5	7	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	87	72	76	80	72	78
MAX	110	110	120	94	82	110
PROM	94	92	95	87	77	90
MEDIANA	89	90	90	86	77	82
MIN > Estación - Mes	Y3 - 10	T3 - 10	C2 - 10	O2 - 8	SL1 - 10	SM2 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T1 - 10	C1 - 8	O2 - 10	SL1 - 8	SM1 - 8

3.3.4. Sólidos Suspensos Totales SST

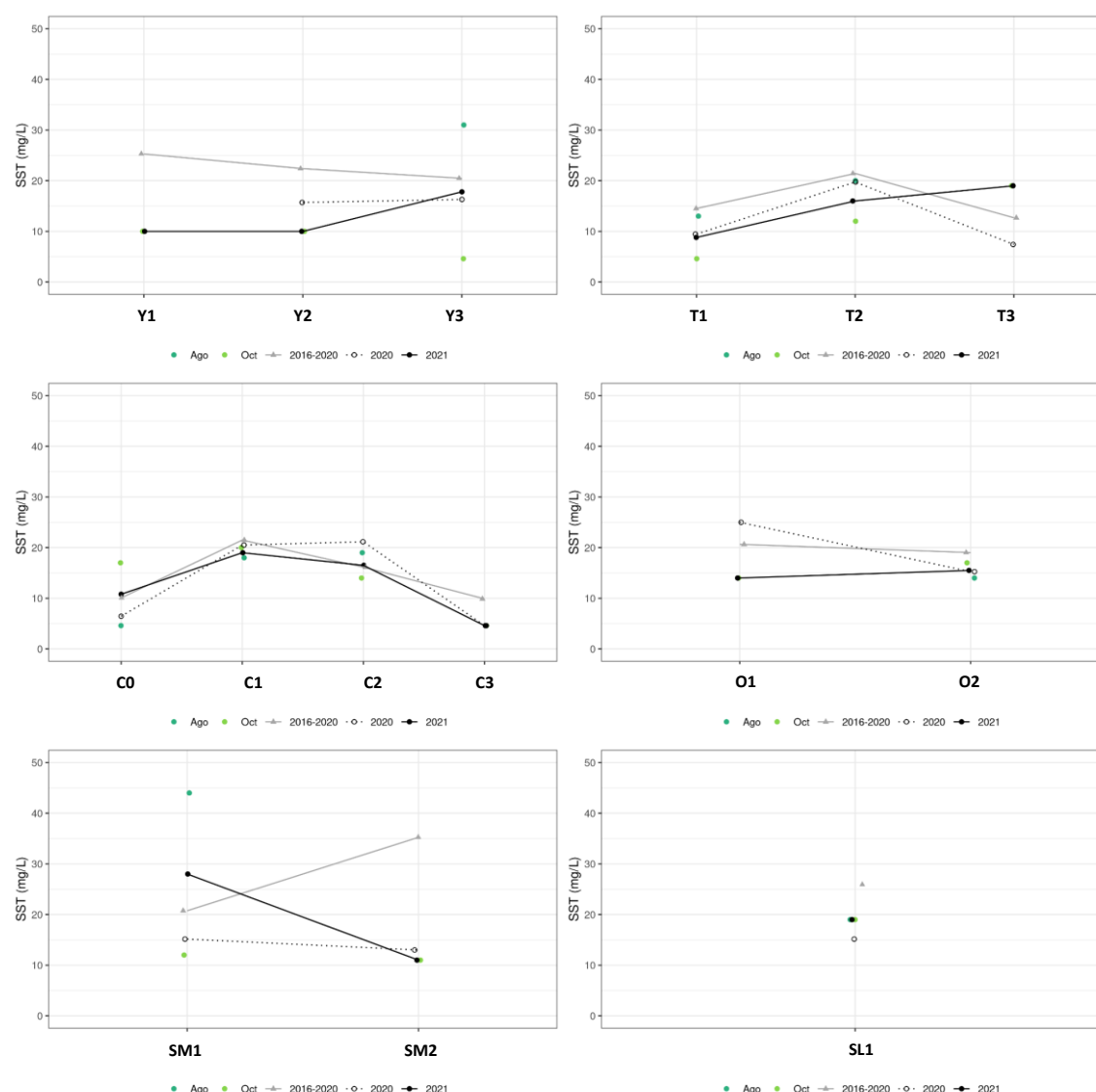


Figura 26. Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspensos Totales del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de los Sólidos Suspensos Totales para el año 2021. 2020 = promedio de los Sólidos Suspensos Totales para el año 2020. X2016-2020 = Promedio de los Sólidos Suspensos Totales para el quinquenio precedente.

Tabla 25. Estadísticas básicas de los Sólidos Suspensos Totales. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificados	3	4	5	3	2	3
Unidad: mg/l						
MIN	10	12	14	14	19	11
MAX	31	20	20	17	19	44
PROM	14	14	14	15		22
MEDIANA	10	13	17	14		12
MIN > Estación - Mes	Y1, Y2 - 10	T2 - 10	C2 - 10	O1 - 10; O2 - 8		SM2 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 8	T2 - 8	C1 - 10	O2 - 10		SM1 - 8

3.4. Variables biológicas

3.4.1. Clorofila-*a*

Los valores registrados de Clorofila-*a* se encontraron entre el límite de detección (0.7 µg/L) y cuantificación (2.2 µg/L) en su gran mayoría, exceptuando una ocasión en el punto T3 en el mes de octubre presentando el valor de 2,9 µg/L.

Ningún valor registrado superó el valor guía de 30 µg/L establecido por la Mesa Técnica del Agua en 2017.

3.4.2. Feofitina

Todos los valores registrados de feofitina se encuentran por debajo del límite de detección (1.9 µg/L) y cuantificación (5.6 µg/L).

3.4.3. Coliformes termotolerantes

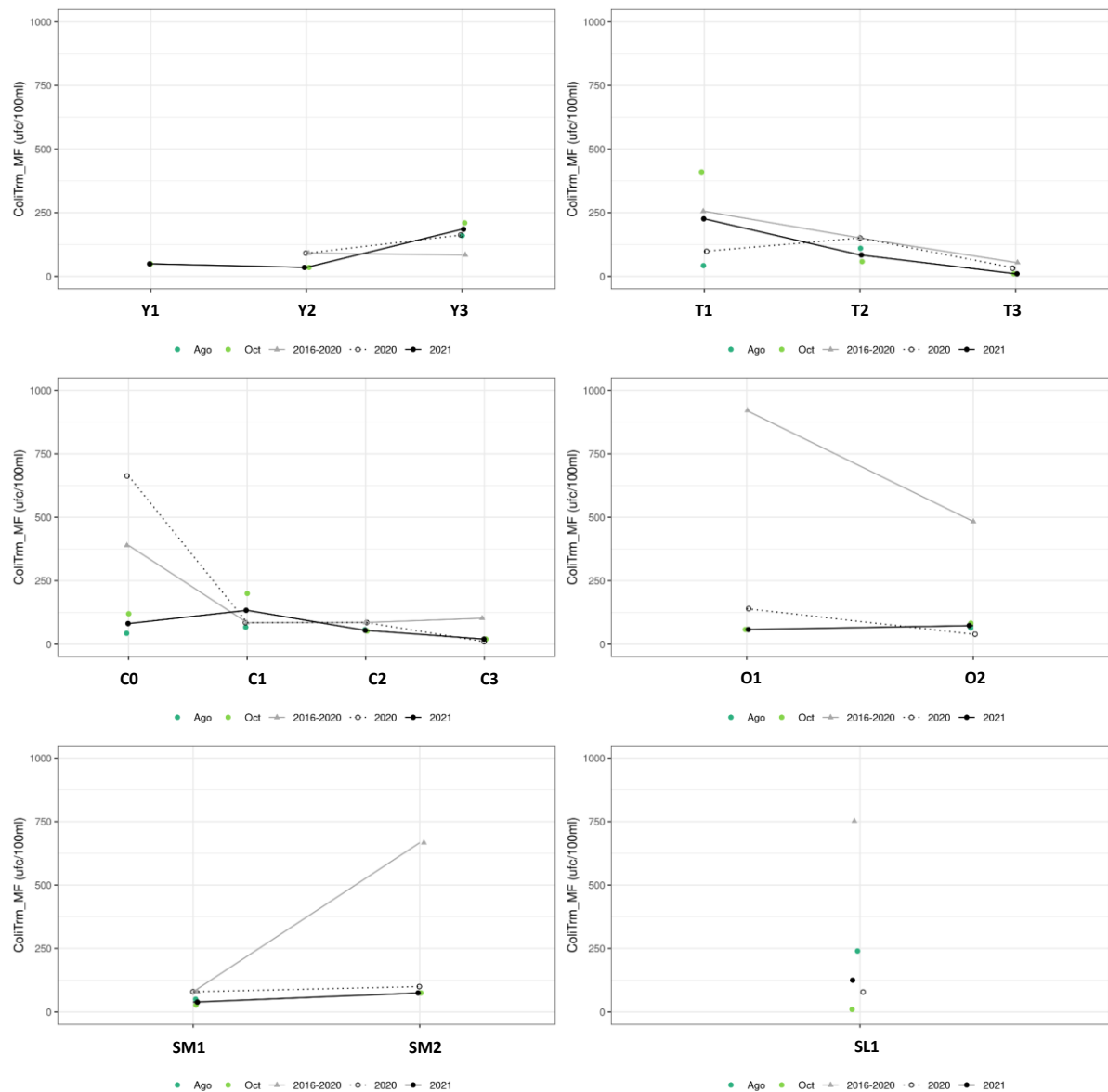


Figura 28. Variación espacial y temporal de los Coli Termo del agua en las subcuencas de la Laguna Merín en las 2 campañas de monitoreo del año 2021. 2021 = promedio de los Coli Termo para el año 2021. 2020 = promedio de los Coli Termo para el año 2020. 2016-2020 = Promedio de los Coli Termo para el quinquenio precedente.

Tabla 26. Estadísticas básicas de Coli Termo. Ubicación y fecha de valores cuantificables máximo y mínimo de la variable en el ciclo anual. Valor del estándar o valor guía (STD) del decreto 253 y modificativos, cantidad de valores que no cumplen, % de cumplimiento e incumplimiento en relación a ese valor.

	Río Yaguarón	Río Tacuarí	Río Cebollatí	Río Olimar Grande	Río San Luís	A° San Miguel
n	4	5	7	3	2	3
Cuantificables	4	4	7	3	1	3
Unidad: UFC/100mL						
MIN	35	42	20	58	240	27
MAX	210	410	200	83	240	75
PROM	114	126	80	68		51
MEDIANA	105	58	57	64		50
MIN > Estación - Mes	Y2 - 10	T1 - 8	C3 - 10	O1 - 10		SM1 - 10
MAX > Estación - Mes	Y3 - 10	T1 - 10	C1 - 10	O2 - 10		SM2 - 10
STD	2000	2000	2000	2000	2000	2000
No cumplen STD (n)						
No cumple - Cumple (%)	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100

3.5. AOX

Los valores registrados de AOX se encuentran por debajo del límite de detección y cuantificación en su gran mayoría, exceptuando en el punto O2 en octubre, presentando un valor de 22 µg/L el cuál no supera el límite propuesto por la República Federal de Alemania.

3.6. Fitosanitarios

La gran mayoría de los orgánicos analizados presentaron valores por debajo del límite de la técnica (Anexo 4). En la tabla 27 se observan los casos para los cuales los orgánicos presentaron resultados por encima del límite de la técnica. Para algunos de los fitosanitarios se debe afinar la sensibilidad del análisis, ya que el límite de la técnica es muy cercano al valor estándar establecido; e incluso, en algunos casos (Clorpirifos, Endosulfan α , β y SO4) el límite de la técnica es superior al estándar (Anexo 4).

Tabla 27. Resultados de orgánicos que presentan valores cuantificables en las diferentes campañas realizadas durante el 2021.

periodo		Oct-21	Ago-21	Oct-21	Oct-21	Oct-21	Ago-21	Oct-21
Código punto		C3	O2	O2	SM2	T3	Y3	Y3
Parámetros orgánicos	Ends_SO4 (µg/L)		0.022				0.062	
	Atrazina desetil (µg/L)	0.0047	0.0026	0.0042	0.0057	0.011	0.0064	0.046
	Atrazina desisopropil (µg/L)					0.013	0.005	0.029
	Aztbna (µg/L)				0.0096	0.0052	0.0085	0.004
	Fpn (µg/L)		0.0053				0.011	
	Ciproconazol (µg/L)				0.011	0.0057	0.014	0.0044
	Cltp (µg/L)	0.003			0.011	0.0043	0.016	0.0061
	Tebuconazol (µg/L)				0.0087	0.005	0.013	0.0053
	Tiametoxam (µg/L)	0.0029				0.0028	0.0092	0.0028
	Metoxifenocida (µg/L)						0.0089	
	Haloxifop_metil (µg/L)	0.005	0.0051					
	Metolacoloro (µg/L)	0.096	0.0026	0.087	0.0076	0.0045	0.0047	0.01
	Clomazone (µg/L)	0.017		0.014	0.064	0.018		0.017
	Imazalil (µg/L)	0,0040				0,0037		
	Triciclazol (µg/L)				0,0037	0,0032		0,0029

4. INCUMPLIMIENTOS

Se comparan los datos registrados durante el período comprendido en el reporte, con los estándares establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos, las propuestas del grupo GESTA Agua y de la Mesa Técnica del Agua. De estas comparaciones resulta que se cumplen los criterios de calidad para el 100% de las muestras de las siguientes variables: Coliformes Termotolerantes, NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a*, AOX y los orgánicos analizados.

Se detecta incumplimiento del decreto en 5 variables:

- pH supera el límite establecido por el Dec. 253/79 en dos ocasiones, en Y1 y SM2 en el mes de octubre.
- Turbidez supera el límite establecido por el Dec. 253/79 en 8 ocasiones en agosto en los puntos C0, C1, C2, O2, SM1, T2 e Y3.
- NT (12/24 valores sobrepasan el límite propuesto por la Mesa Técnica del Agua (1 mg/l)).
- PO₄ (19/24 valores superan el valor guía (35 µg/L), propuesto por la Mesa Técnica del Agua).
- PT (46/46 valores exceden el estándar utilizado (70 µg/L), propuesto por el grupo GESTA Agua).

5. SÍNTESIS

Esta síntesis es realizada en base a las 2 campañas de muestreos realizados en el año de las 4 planificadas que no se pudieron realizar dada la emergencia sanitaria por COVID – 19 durante el año, por esta razón es que para este informe no se reportan los índices de calidad de agua ni el de estado trófico (IQA e IET respectivamente).

En el sector norte de la hemicuenca que involucra las desembocaduras de los ríos Yaguarón y Tacuarí, se observa el fuerte incumplimiento de las variables NT, PT, PO₄. La turbidez se encuentra por encima del límite para el mes de agosto en ambas estaciones y el pH en la cuenca alta del Yaguarón en el mes de octubre.

El sector medio recibe la descarga del río Cebollatí (con el río Olimar Grande incluido). El Olimar Grande presenta un incumplimiento total del PT y el PO₄, mientras que el Cebollatí presenta incumplimientos total de PT y parcial de PO₄. El NT solo se incumple en una ocasión en el río Cebollatí en el punto aguas arriba de la Charqueada en el mes de agosto. La turbidez en el Cebollatí y el Olimar se presenta por encima del límite para la cuenca alta y media en el mes de agosto.

En el sector sur, el río San Luis y el arroyo San Miguel descargan un caudal inferior en la laguna. El San Miguel presenta incumplimiento total para el NT, además presenta incumplimientos parciales en las variables PT y PO₄. El San Luis, por su parte presenta un incumplimiento total en tres variables NT, PT y PO₄. La turbidez en agosto presenta valores altos para las estaciones monitoreadas. El pH se observa por encima del límite en octubre en una estación del San Miguel.

Cabe destacar que se cumplen los criterios de calidad para el 100% de las muestras de las siguientes variables: Coli Termo, NO₃, NO₂, NH₄, NH₃, clorofila *a*, AOX y los orgánicos analizados.

Los orgánicos presentan valores que en líneas generales no superan el límite de la técnica, aunque en algunos casos el límite de la técnica es muy cercano al valor estándar establecido o incluso es superior al estándar.

En resumen, no se observan riesgos para el estado de la cuenca dado sus concentraciones bajas, aunque en algunos casos para afirmar esto hay que afinar los límites analíticos de las técnicas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achkar, M.; Domínguez, A. & F. Pesce (2012) Cuenca de la Laguna Merín. Aportes para la discusión ciudadana. Amigos de la tierra (ed): 30pp
- Beltrame, L. F. S. & Tucci, C. E. M. (Organizadores) (1998) Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas-IPH/UFRGS. Vol. 1. 128p.
- CCME (2010) Canadian Environmental Quality Guidelines Canadian Council of Ministers of the Environment. <https://ccme.ca/en>
- FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS), 2021. Relatório da qualidade da água superficial do estado do Rio Grande do Sul. 87pp
- GEMS/Agua (1994). Guía operativa. 3a Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.
- Grupos de Estandarización (GESTA) Agua (2014). Propuesta de modificación del Decreto 253/79 "Normas reglamentarias para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas". MVOTMA, DINAMA.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2019). Estadísticas y resumen de la zafra 18-19. Base de datos empresas arroceras. Último acceso: 11/9/2021, <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/programas-nacionales-de-investigaci%C3%B3n/Programa-Nacional-de-Investigacion-en-Produccion-de-Arroz/informes-de-zafra>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) (2021). Evaluación tecnológica y productiva de la zafra de arroz 2021. Última consulta 10/11/2021 <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/programas-nacionales-de-investigaci%C3%B3n/Programa-Nacional-de-Investigacion-en-Produccion-de-Arroz/informes-de-zafra>
- Lamparelli M.C (2004). Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. USP/ Departamento de Ecologia. Tesis PhD, Universidade de São Paulo, 235 pp.
- LAWA (1998). LAWA-Verfahren zur "Chemischen Gewässerklassifikation" [LAWA procedure for "chemical classification of bodies of water"], 1998
- Mesa Técnica del Agua (2017). Documento técnico N° 1. Establecimiento de niveles guía de indicadores de estado trófico en cuerpos de agua superficiales. Inf. Tec.: 48 pp.
- MA (2021). Evolución de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2016-2020. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>
- MA (2021). Región hidrográfica de la Laguna Merín. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/region-hidrografica-laguna-merin>
- MVOTMA (2017). Plan Nacional de Aguas. MVOTMA – DINAGUA: 326 pp.
- MVOTMA (2017). Informe de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2014-2016. MVOTMA-DINAMA. 76 pp. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>
- MVOTMA (2019). Informe de la calidad de agua en la cuenca de la Laguna Merín período 2018 MVOTMA-DINAMA. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/calidad-ambiental>

- Quintans F. (2015) Propuesta de aplicación de índices de calidad de agua y mapas de vulnerabilidad ambiental para las cuencas del país. Caso Santa Lucía. Informe de Consultoría Proyecto PNUD
- PROBIDES (2002) Bases para un Plan de Manejo de la Laguna Merin. Documentos de Trabajo – N° 40, PROBIDES, Reserva de Biosfera Bañados del Este. UE/PNUD/GEF, Rocha, Uruguay
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. Elsevier Academic Press. Third Edition, 1006pp.

ANEXO

Anexo 1. : Variables muestreadas in situ en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.

periodo	Punto	Cond (μ S/cm)	OD (mg/L)	pH (sin unid)	SatO (%)	Tem (°C)	Transp (cm)	Turb (NTU)
Ago-21	C0	158,3	11,7	7,96	98,2	10,2		55,9
Oct-21	C0	218,5	9,05	7,95	101,5	20,9		27
Ago-21	C1	111,9	10,9	7,92	96,1	10		67,3
Oct-21	C1	138	8,35	8,41	91,9	20,1		31,1
Ago-21	C2	99,8	10,6	7,95	94,6	10,4		75
Oct-21	C2	148,7	8,06	8,01	87,3	19	55	19,1
Oct-21	C3	133,9	7,96	8,46	86	19,5	65	16,4
Oct-21	O1	113,7	8,36	7,64	89,6	18,8		30
Ago-21	O2	95,8	10,64	7,75	95,6	10,6		64
Oct-21	O2	111,5	8,39	7,86	91,5	19,8		29,1
Ago-21	SL1	76,6	10,79	7,7	98,1	11,2		77
Oct-21	SL1	113,5	7,56	8,34	87,8	22,6		45,1
Ago-21	SM1	124,8	9,84	7,54	89,8	11,7		156
Oct-21	SM1	124,1	6,83	8,32	76,7	18,1	50	27,6
Oct-21	SM2	105,2	5,95	8,9	63,8	18,8	50	31,6
Ago-21	T1	136	9,42	7,9	85,4	11,2		46,1
Oct-21	T1	193,8	6,94	8,38	75,8	20,2		14,3
Ago-21	T2	96	10,69	8,12	96,9	11,2		61
Oct-21	T2	160,3	8,73	7,73	96,6	20,7		20,3
Oct-21	T3	113	7,4	8,06	83,4	20,5	70	
Oct-21	Y1	108,2	8,25	8,62	92,1	20,8	45	35,7
Oct-21	Y2	108,4	8,25	8,3	92,1	20,8	40	32,8
Ago-21	Y3	88,1	10,84	7,95	100,1	11,9		99,4
Oct-21	Y3	119,8	8,02	7,72	92,3	22	40	25,8

Anexo 2. Nutrientes y Sólidos muestreados en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.

Periodo	Punto	SST (mg/L)	STT (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)	NH4 (mg NH4- N/L)	NH3 mg/l	PO4 (µg PO4- P/L)	PT (µg P/L)	NO3 (mg NO3- N/L)	NO2 (mg NO2- N/L)	NT (mg N/L)
Ago-21	C0	4.6	140	90	52	0.052	0.0009	11	65	0.11	0.0015	0.61
Oct-21	C0	17	190	110	74	0.037	0.0014	28	78	0.094	0.0015	0.84
Ago-21	C1	18	160	120	42	0.039	0.0006	25	75	0.08	0.0015	0.75
Oct-21	C1	20	170	98	70	0.06	0.0058	42	100	0.03	0.0015	0.9
Ago-21	C2	19	150	90	64	0.049	0.0008	38	89	0.084	0.0023	1.1
Oct-21	C2	14	150	76	74	0.029	0.0011	50	94	0.16	0.0015	0.75
Oct-21	C3	4.6	140	82	56	0.042	0.0043	47	87	0.13	0.0023	0.73
Oct-21	O1	14	140	86	50	0.054	0.0009	46	96	0.12	0.0015	0.72
Ago-21	O2	14	160	80	78	0.051	0.0006	45	100	0.18	0.0023	0.76
Oct-21	O2	17	170	94	74	0.044	0.0013	55	110	0.15	0.0023	0.98
Ago-21	SL1	19	140	82	56	0.056	0.0006	65	110	0.03	0.0023	1.44
Oct-21	SL1	19	160	72	86	0.13	0.0129	81	150	0.12	0.0023	1.63
Ago-21	SM1	44	250	110	140	0.032	0.0002	11	59	0.02	0.0023	1.55
Oct-21	SM1	12	140	82	60	0.033	0.0023	32	81	0.02	0.0015	1.19
Oct-21	SM2	11	160	78	84	0.048	0.0110	43	86	0.02	0.0015	1.8
Ago-21	T1	13	180	90	86	0.24	0.0038	140	170	0.65	0.016	1.95
Oct-21	T1	4.6	150	110	44	0.12	0.0110	120	190	0.97	0.037	2.24
Ago-21	T2	20	190	98	90	0.022	0.0006	48	110	0.19	0.0015	1.05
Oct-21	T2	12	140	90	48	0.052	0.0012	150	200	0.36	0.0023	1.22
Oct-21	T3	19	130	72	58	0.046	0.0022	240	250	0.13	0.0023	0.87
Oct-21	Y1	10	130	90	38	0.062	0.0096	52	100	0.26	0.0023	1.02
Oct-21	Y2	10	130	88	37	0.05	0.0040	49	100	0.22	0.0023	0.97
Ago-21	Y3	31	190	110	84	0.07	0.0013	71	120	0.14	0.0015	1.27
Oct-21	Y3	4.6	130	87	40	0.11	0.0027	52	100	0.22	0.0023	0.96
LD						0.0044		7.4	15	0.02	0.0015	0.08
LC						0.013		22	46	0.06	0.0046	0.21

Anexo 3. Variables biológicas muestreadas en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.

Periodo	Punto	Clo_a (µg/L)	Feo_a (µg/L)	ColiTrm_MF (ufc/100ml)
Ago-21	C0			43
Oct-21	C0			120
Ago-21	C1			67
Oct-21	C1			200
Ago-21	C2			57
Oct-21	C2			52
Oct-21	C3	1.45	1.9	20
Oct-21	O1			58
Ago-21	O2	1.45	1.9	64
Oct-21	O2	1.45	1.9	83
Ago-21	SL1			240
Oct-21	SL1			10
Ago-21	SM1			50
Oct-21	SM1			27
Oct-21	SM2	1.45	3.75	75
Ago-21	T1			42
Oct-21	T1			410
Ago-21	T2			110
Oct-21	T2			58
Oct-21	T3	2.9	1.9	10
Oct-21	Y1			49
Oct-21	Y2			35
Ago-21	Y3	1.45	1.9	160
Oct-21	Y3	0.7	1.9	210
LD		0.7	1.9	3
LC		2.2	5.6	20

Anexo 4. Parámetros orgánicos muestreados en la cuenca de la Laguna Merín durante 2021.

Código puntos	C3	O2	O2	SM2	T3	Y3	Y3
periodo	Oct-21	Ago-21	Oct-21	Oct-21	Oct-21	Ago-21	Oct-21
Glif (µg/L)	<LD	<LD	<LC	<LC	<LD	<LD	<LD
LD	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
LC	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Prp (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Smzn (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.2	0.0025	0.2	0.2	0.2	0.0025	0.2
ppDDD (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
ppDDE (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Ald (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Dld (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Ends_a (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Ends_b (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Ends_SO4 (µg/L)	<LC	0.022	<LC	<LC	<LC	0.062	<LC
LC	0.0025	0.0008	0.0025	0.0025	0.0025	0.0008	0.0025
End (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
HptCl (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
HptClEpx (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
HxClBnz (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Lnd (µg/L)	<LC	<0,002	<LC	<LC	<LC	<0,002	<LC
LC	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
MtCl (µg/L)	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
LC	0.004		0.004	0.004	0.004		0.004
Mrx (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Etn (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.0025	0.002	0.0025	0.0025	0.0025	0.002	0.0025
MtIPrt (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Atr (µg/L)	0.0037	<LC	0.0026	0.011	0.0026	0.0063	0.7
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
AMPA (µg/L)	<LD	<LD	<LC	<LC	<LD	<LD	<LC

Código puntos	C3	O2	O2	SM2	T3	Y3	Y3
periodo	Oct-21	Ago-21	Oct-21	Oct-21	Oct-21	Ago-21	Oct-21
LD	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
LC	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Clorpirifos (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Clr_c (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Clr_t (µg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Mltm (µg/L)	<LC		<LC	<LC	<LC		<LC
LC	0.0025		0.0025	0.0025	0.0025		0.0025
o,p'DDD (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
o,p'DDE (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
opDDT (µg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
LC	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
Alclr (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.0025	0.002	0.0025	0.0025	0.0025	0.002	0.0025
Atrazina desetil (µg/L)	0.0047	0.0026	0.0042	0.0057	0.011	0.0064	0.046
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Atrazina desisopropil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	0.013	0.005	0.029
LC	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Aztbna (µg/L)	<LC	<LC	<LC	0.0096	0.0052	0.0085	0.004
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Clorpirifos Metil (µg/L)	<LC	<0,004	<LC	<LC	<LC	<0,004	<LC
LC	0.0025	0.0008	0.0025	0.0025	0.0025	0.0008	0.0025
Dzn (µg/L)	<LC	<0,020	<LC	<LC	<LC	<0,020	<LC
LC	0.0025	0.004	0.0025	0.0025	0.0025	0.004	0.0025
Diuron (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Fpn (µg/L)	<LC	0.0053	<LC	<LC	<LC	0.011	<LC
LC	0.0025	0.0008	0.0025	0.0025	0.0025	0.0008	0.0025
Fluroxipir meptil (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.0025	0.008	0.0025	0.0025	0.0025	0.008	0.0025
Trifloxiestrobina (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.004	0.0025	0.0025	0.0025	0.004	0.0025
Bftna (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.0025	0.002	0.0025	0.0025	0.0025	0.002	0.0025
Ciproconazol (µg/L)	<LC	<LC	<LC	0.011	0.0057	0.014	0.0044
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Cltp (µg/L)	0.003	<LC	<LC	0.011	0.0043	0.016	0.0061
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Dmtna (µg/L)	<LC		<LC	<LC	<LC		<LC

Código puntos	C3	O2	O2	SM2	T3	Y3	Y3
periodo	Oct-21	Ago-21	Oct-21	Oct-21	Oct-21	Ago-21	Oct-21
LC	0.0025		0.0025	0.0025	0.0025		0.0025
Epoxiconazol (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
L_cltna (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Metidation (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Prm (µg/L)	<LC	<0,010	<LC	<LC	<LC	<0,010	<LC
LC	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Pirimifos_Metil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Tebuconazol (µg/L)	<LC	<LC	<LC	0.0087	0.005	0.013	0.0053
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Tiametoxam (µg/L)	0.0029	<LC	<LC	<LC	0.0028	0.0092	0.0028
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Metoxifenocida (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	0.0089	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Metalaxil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Piraclostrobin (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Propiconazol (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Triticonazol (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Terbacil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Pirimetanil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Picoxistrobin (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Linuron (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Kresoxim_metil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Isoxadifen_etil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Iprodione (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Haloxifop_metil (µg/L)	0.005	0.0051	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Protiiconazole (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025

Código puntos	C3	O2	O2	SM2	T3	Y3	Y3
periodo	Oct-21	Ago-21	Oct-21	Oct-21	Oct-21	Ago-21	Oct-21
Cihalofofop_butil (µg/L)	<LC		<LC	<LC	<LC		<LC
LC	0.005		0.005	0.005	0.005		0.005
Profenofos (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Procloraz (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Metolaclo (µg/L)	0.096	0.0026	0.087	0.0076	0.0045	0.0047	0.01
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Metribuzina (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Metiocarb (µg/L)	<LC		<LC	<LC	<LC		<LC
LC	0.0025		0.0025	0.0025	0.0025		0.0025
Carbofurano (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Carbaril (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Azinfos_metil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Ametrina (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Acetamiprid (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Captan (µg/L)	<LC		<LC	<LC	<LC		<LC
LC	0.002		0.002	0.002	0.002		0.002
Clomazone (µg/L)	0.017	<LC	0.014	0.064	0.018	<LC	0.017
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Malaoxon (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Imazalil (µg/L)	0,0040	<LC	<LC	<LC	0,0037	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Pyrazosulfuron_etil (µg/L)	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC
LC	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Triciclazol (µg/L)	<LC		<LC	0,0037	0,0032		0,0029
LC	0.0025		0.0025	0.0025	0.0025		0.0025
Trf (µg/L)		<LC					<LC
LC		0.008					0.008
Cpr (µg/L)		<0,010					<0,010
LC		0.002					0.002
Ciflutrina (µg/L)		<0,010					<0,010
LC		0.002					0.002