



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Monitoreo de Calidad del Agua Río Negro

Informe 2019

Abril 2020



Área de Información Planificación y Calidad Ambiental
Gerenta: Marisol Mallo

División Evaluación de Calidad Ambiental – DECA
Director: Luis Reolón

Dpto. Seguimiento de Componentes del Ambiente
Jefa de Dpto.: Magdalena Hill

Análisis y Redacción del Informe
Guillermo Cervetto

Responsable del Programa de Monitoreo
Javier Martínez

Otros técnicos participantes

Alejandro Cendón
Javier Martínez
Guillermo Cervetto
Mario Acosta
Martín Pacheco
Facundo Lepillanca

Revisión
Magdalena Hill / Luis Reolón

Análisis de Laboratorio:
División Laboratorio Ambiental
DINAMA
Jefa Laboratorio: Natalia Barboza

INDICE

1. Introducción	1
1.1. Objetivo del reporte	1
2. Aspectos metodológicos	1
2.1. Plan de trabajo.....	1
2.2. Objetivo general	1
2.3. Frecuencia de muestreo	2
2.4. Sitios de muestreo	2
2.5. Variables determinadas.....	5
2.6. Índices de Calidad de Agua	6
2.7. Actividades	8
2.8. Análisis de datos	9
3. RESULTADOS	10
3.1. Comparación con estándares de calidad	10
3.2. Calidad de agua.....	12
3.2.1. Variables medidas <i>in situ</i>	12
3.2.1.1. Conductividad	12
3.2.1.2. Temperatura.....	13
3.2.1.3. Oxígeno Disuelto (OD).....	14
3.2.1.4. pH.....	15
3.2.1.5. Transparencia	16
3.2.1.6. Turbidez.....	17
3.2.2. Resultados analíticos	19
3.2.2.1. Alcalinidad	19
3.2.2.2. Nutrientes.....	20
3.2.2.2.1. Nitratos (NO ₃).....	20
3.2.2.2.2. Nitritos (NO ₂)	21
3.2.2.2.3. Nitrógeno Amoniacal (NH ₄).....	22
3.2.2.2.4. Amonio Libre (NH ₃).....	23
3.2.2.2.5. Nitrógeno Total (NT).....	24
3.2.2.2.6. Fósforo Reactivo (PO ₄).....	27
3.2.2.2.7. Fósforo Total (PT)	28
3.2.2.3. Iones mayoritarios	29
3.2.2.3.1. Ca.....	29
3.2.2.3.2. Mg	30
3.2.2.3.3. Na	31
3.2.2.3.4. K	32
3.2.2.3.5. RAS	33
3.2.2.4. Sólidos	34
3.2.2.4.1. Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	34
3.2.2.4.2. Sólidos Totales (ST).....	35
3.2.2.5. Variables biológicas.....	36

3.2.2.5.1. Clorofila α	36
3.2.2.5.2. Feofitina α	37
3.2.2.5.3. Coliformes termotolerantes (ColiTermo).....	38
3.2.2.6. DBO ₅	40
3.2.2.7. Sustancias fenólicas	41
3.2.2.8. AOX	42
3.2.2.9. Cianuro y Arsénico	42
3.2.2.10. Metales pesados	42
3.2.2.10.1. Cd, Hg, Ni, Pb, Cr, Zn	42
3.2.2.10.2. Fe	43
3.2.2.11. Plaguicidas	44
3.2.3. Índices de Calidad de Agua	45
3.2.3.1. Índice de Estado Trófico (IET)	45
3.2.3.2. Índice de Calidad de Agua (IQA)	47
4. SINTESIS	49
5. BIBLIOGRAFIA.....	50

Fig. 1. Distribución de las 15 estaciones de muestreo seleccionadas para el monitoreo del río Negro..	2
Fig. 2. Cuenca del río Negro.	4
Fig. 3. Variables consideradas en el monitoreo del río Negro.	11
Fig. 4. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	12
Fig. 5. Variación espacial y temporal de la Conductividad en el río Negro durante 2019.	13
Fig. 6. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	13
Fig. 7. Variación espacial y temporal de la Temperatura en el río Negro durante 2019.	14
Fig. 8. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	14
Fig. 9. Variación espacial y temporal del Oxígeno Disuelto en el río Negro durante 2019.	15
Fig. 10. Variación espacial y temporal del pH del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	16
Fig. 11. Variación espacial y temporal del pH en el río Negro durante 2019.	16
Fig. 12. Variación espacial y temporal de la Transparencia del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	17
Fig. 13. Variación espacial y temporal de la Transparencia en el río Negro durante 2019.	17
Fig. 14. Variación espacial y temporal de la Turbidez del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	18
Fig. 15. Variación espacial y temporal de la Turbidez en el río Negro durante 2019.	18
Fig. 16. Variación espacial y temporal de la Alcalinidad del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	19
Fig. 17. Variación espacial y temporal de la Alcalinidad en el río Negro durante 2019.	19
Fig. 18. Variación espacial y temporal de los Nitratos del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	20
Fig. 19. Variación espacial y temporal de los Nitratos en el río Negro durante 2019.	21
Fig. 20. Variación espacial y temporal de los Nitritos del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	21
Fig. 21. Variación espacial y temporal de los Nitritos en el río Negro durante 2019.	22
Fig. 22. Variación espacial y temporal del Nitrógeno amoniacal del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	22
Fig. 23. Variación espacial y temporal del Nitrógeno amoniacal en el río Negro durante 2019.	23
Fig. 24. Variación espacial y temporal del Amonio libre del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	23
Fig. 25. Variación espacial y temporal del Amonio libre en el río Negro durante 2019.	24
Fig. 26. Variación espacial y temporal del Nitrógeno total del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	24
Fig. 27. Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total en el río Negro durante 2019.	25
Fig. 28. Proporción de los diferentes componentes del Nitrógeno Total en el río Negro en 2019.	26
Fig. 29. Variación espacial y temporal de los Fosfatos del agua a lo largo del río Negro en las	

4 campañas de monitoreo del año 2019.	27
Fig. 30. Variación espacial y temporal de los Fosfatos en el río Negro durante 2018	27
Fig. 31. Variación espacial y temporal del Fósforo Total del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	28
Fig. 32. Variación espacial y temporal del Fósforo Total en el río Negro durante 2019.....	28
Fig. 33. Variación espacial y temporal del Calcio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	29
Fig. 34. Variación espacial y temporal del Calcio en el río Negro durante 2019	29
Fig. 35. Variación espacial y temporal del Magnesio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	30
Fig. 36. Variación espacial y temporal del Magnesio en el río Negro durante 2019.	30
Fig. 37. Variación espacial y temporal del Sodio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019	31
Fig. 38. Variación espacial y temporal del Sodio en el río Negro durante 2019.	31
Fig. 39. Variación espacial y temporal del Potasio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	32
Fig. 40. Variación espacial y temporal del Potasio en el río Negro durante 2019.	32
Fig. 41. Variación espacial y temporal de la RAS del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	33
Fig. 42. Variación espacial y temporal de la RAS en el río Negro durante 2019.	33
Fig. 43. Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendedos Totales del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019	34
Fig. 44. Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendedos Totales en el río Negro durante 2019.	34
Fig. 45. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales (ST, STF y STV) en el río Negro durante 2019.	35
Fig. 46. Variación espacial y temporal de la Clorofila <i>a</i> del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	36
Fig. 47. Variación espacial y temporal de la Clorofila <i>a</i> en el río Negro durante 2019.	37
Fig. 48. Variación espacial y temporal de la Feofitina <i>a</i> del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	37
Fig. 49. Variación espacial y temporal de los Coliformes Termotolerantes en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019	39
Fig. 50. Variación espacial y temporal de los Coliformes Termotolerantes en el río Negro durante 2019.	39
Fig. 51. Variación espacial y temporal de la DBO ₅ en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	40
Fig. 52. Variación espacial y temporal de la DBO ₅ en el río Negro durante 2019.	40
Fig. 53. Variación espacial y temporal de las Sustancias Fenólicas en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.....	41
Fig. 54. Variación espacial y temporal de las Sustancia Fenólicas en el río Negro durante 2019.	41
Fig. 55. Variación espacial y temporal del Hierro en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019.	43
Fig. 56. Variación espacial y temporal del Hierro en el río Negro durante 2019.	44

Fig. 57. Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019	45
Fig. 58. Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019 y comparación con los años anteriores.	45
Fig. 59. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Estado Trófico (IET) durante 2019.....	46
Fig. 60. Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019.....	47
Fig. 61. Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019 y comparación con los años anteriores.	47
Fig. 62. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Calidad de Agua (IQA) durante 2019.....	48
Fig. A1. Intensidad y dirección del viento durante los 30 días previos a cada campaña de muestreo. .	59
Fig. A2. Registros de precipitación en la cuenca del río Negro durante los 30 días previos a cada campaña.	61
Fig. A3. Precipitación y viento predominante durante la misma, en los 30 días previos a cada campaña de muestreo.	62

Tabla I. Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo.....	3
Tabla II. Variables analizadas en las muestras de agua del Programa de Monitoreo del Río Negro.	5
Tabla III. Fitosanitarios analizados en las muestras de agua del Programa de Monitoreo del Río Negro.	6
Tabla IV. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según las concentraciones de fósforo total.	7
Tabla V: Parámetros de calidad de agua del IQA y peso respectivo	8
Tabla VI. Escala cromática asociada a las categorías de calidad del agua del IQA	8
Tabla VII: Cálculos utilizados para representar los valores numéricos de los resultados yuxtapuestos a los límites de la técnica.	9
Tabla VIII. Relación Clo/Feo para las distintas estaciones del río Negro en los diferentes meses muestreados en 2019.....	38
Tabla IX. Límite de detección, límite de cuantificación y valor estándar para algunos de los metales monitoreados en el río Negro.	43
Tabla AI. Valores de variables meteorológicas en la estación meteorológica de Melo	59

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado sinóptico de los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento de cada variable con respecto a su valor estándar (o guía), en el curso principal del río Negro durante 2019.	51
Anexo 2. Resultado sinóptico de los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento de los plaguicidas analizados con respecto a su valor estándar (o guía), en el curso principal del río Negro durante 2019.	52
Anexo 3. Registros de variables hidrológicas en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.....	53
Anexo 4. Registros de diferentes variables en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.....	54
Anexo 5. Registros de diferentes variables en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019	55
Anexo 6. Registros de metales pesados (Cd, Cr, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn) y otros tóxicos (CN y As) en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.	56
Anexo 7. Registros de plaguicidas en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.....	57
Anexo 8. Registros de plaguicidas en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019	58
Anexo 9. Meteorología y Pluviometría	59

AGRADECIMIENTOS

Este informe fue escrito en la singular situación laboral -generada por la pandemia del Coronavirus 19- de ser desarrollado en mi hogar, durante la cuarentena obligatoria.

Más allá de los agradecimientos que surgen espontáneamente en un informe "común", a los colegas que recorren el país muestreando los más importantes cursos de agua, y de los que, en la oficina siempre están dispuestos a pegar un empujón, cuando la subida se nos hace empinada, en esta rara y novedosa situación cabe un agradecimiento distinto... y novedoso.

El grupo humano del Departamento Seguimiento de Componentes del Ambiente mostró una cohesión absoluta en esta particular situación, manteniéndose -asombrosamente- unido a pesar de las distancias; todos trabajando para todos, todos a disposición permanente de quien pudiera necesitar algo!

Entonces, para todos los compañeros del Departamento, un enorme gracias!! (sin tapujos ni tapabocas).

1. INTRODUCCION

El río Negro es un curso de agua internacional y su cuenca hidrográfica incluye parte de los territorios de Brasil y Uruguay. Nace en el Nudo de Santa Tecla, en el estado de Rio Grande do Sul (Brasil), cerca de la ciudad de Bagé. Su longitud total es de 850 Km, 700 de ellos en territorio uruguayo, cruzándolo íntegramente en dirección general Este - Oeste. Su cuenca ocupa una superficie de 70.714 km², mayormente en territorio uruguayo (sólo 3.000 km², aproximadamente 4%, se encuentran en territorio brasileño). El caudal medio del río, medido en el puerto de la ciudad de Mercedes es de 1321 m³.s⁻¹ (con un mínimo de 120 m³.s⁻¹ (1989 y 1990) y un máximo de 3961 m³.s⁻¹ (2010)), según datos extraídos de la Dirección Nacional de Hidrografía (DNH). El lecho del río presenta un desnivel de 140 m entre nacientes y desembocadura. La pendiente en su curso superior es de 0,29 % pero en el curso medio baja a 0,17 % hasta Paso de los Toros.

La incorporación del Programa de Estudio del río Negro al Programa Nacional de Evaluación de Calidad de Agua, en 2009, ha permitido iniciar el relevamiento de este cuerpo de agua que recibe los aportes de la cuenca hidrográfica de mayor extensión del país. Este programa implementó un monitoreo del curso de agua que incluye aspectos relacionados a la cantidad y a la calidad del agua. La información generada en este programa (entre 2009 y 2013) representa una línea de base de las condiciones del río, y ha sido presentada por Cervetto & Balero (2014) en un informe que describe las fluctuaciones espacio-temporales de 33 variables.

La información mostrada en esta presentación de resultados corresponde a la continuación de este monitoreo y en ella se detallan los datos colectados durante 2019. En este año se realizaron las cuatro campañas previstas, realizándose en los meses de enero, marzo, junio y octubre. Los resultados obtenidos se comparan con los estándares de calidad y con los datos obtenidos precedentemente.

1.1. Objetivo del Reporte

El propósito de este reporte de datos es analizar y evaluar los datos provenientes del monitoreo realizado en aguas del río Negro, obtenidos en el correr del año 2019.

De esta forma se evalúan los potenciales cambios producidos en dicho curso de agua por efecto de las presiones antrópicas.

2. ASPECTOS METODOLOGICOS

2.1. Plan de Trabajo

La metodología de trabajo utilizada se basa en el Programa internacional del Sistema Global de Monitoreo Ambiental (GEMS/Agua, 1994), adaptándose a las capacidades nacionales disponibles (recursos humanos, equipos, materiales, técnicas, etc.).

2.2. Objetivo general

Conocer el estado de calidad del agua, en el tramo del río Negro dentro de las fronteras del país. Esto ayudará a evaluar -a corto y mediano plazo- los cambios en el sistema frente a los posibles impactos producidos en su cuenca, de modo de poder gestionarla más eficientemente.

2.3. Frecuencia de muestreo

Este Plan de monitoreo prevé la realización de campañas trimestrales, a los efectos de cumplir con los objetivos previstos, en función de las capacidades nacionales, y teniendo en cuenta que la variación en la calidad del agua puede ser cíclica o aleatoria, especialmente en los ríos.

2.4. Sitios de muestreo

La ubicación exacta de las estaciones monitoreadas se presenta en la Tabla I y en las figuras 1 y 2. La colecta de muestras se realiza, según las características de la estación, desde la costa, desde puentes o desde embarcaciones.

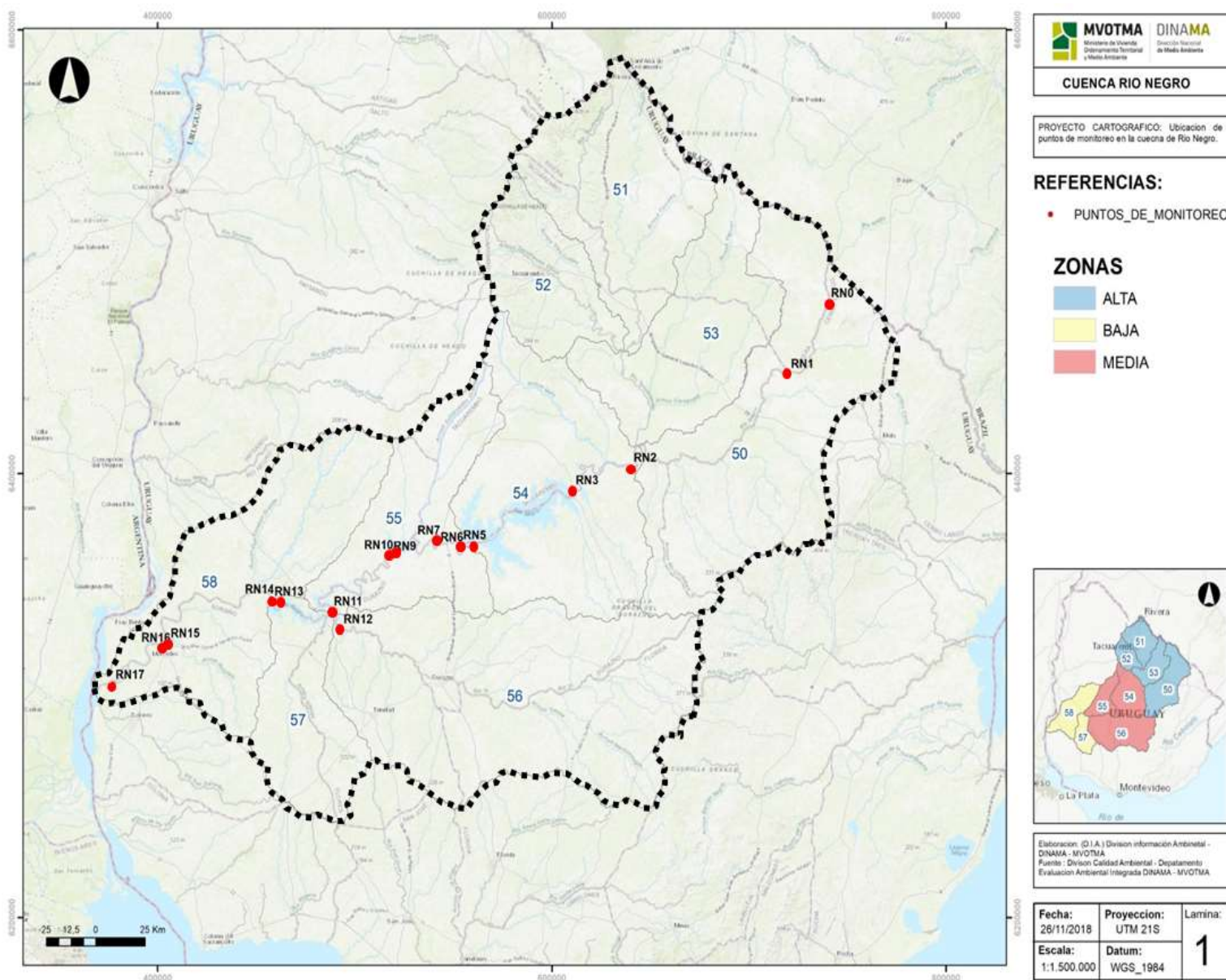


Fig. 1. Distribución de las 15 estaciones de muestreo seleccionadas para el monitoreo del río Negro.

Tabla I. Identificación, ubicación y características de las estaciones de muestreo.

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
RN0	31°49'09.19"S	54°27'35.60"O	Máximo acercamiento posible a la frontera con Brasil
RN1	31°58'57.56"S	54°32'48.73"O	Río Negro y ruta 44. Primer puente sobre el río.
RN2	32°24'30.99"S	55°29'08.44"O	Balsa abajo desembocadura de Río Tacuarembó. Acceso por camino a la estación del Km 329 (AFE). Define las características de la calidad del agua aportada por el río Tacuarembó.
RN3	32°36'58.06"S	55°50'49.09"O	Entrada a embalse de Rincón del Bonete, frente a la ciudad de San Gregorio de Polanco. Primer punto donde el río se embalsa.
RN5	32°49'12.49"S	56°25'27.44"O	Salida del embalse de Rincón del Bonete, aguas arriba de la represa. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo.
RN6	32°48'28.89"S	56°29'46.22"O	Aguas abajo de la represa del Rincón del Bonete. El río se encausa nuevamente. Cercana a Paso de los Toros.
RN7	32°49'15.49"S	56°30'47.52"O	Aguas abajo de Paso de los Toros. Evalúa la influencia de la ciudad.
RN9	32°52'36.54"S	56°47'49.80"O	Aguas arriba de la represa de Baygorria. Define la calidad del agua del embalse. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo. Se realiza monitores de sedimentos.
RN10	32°52'18.02"S	56°48'42.78"O	Aguas abajo de represa de Baygorria. El río se encausa nuevamente.
RN11	33°05'52.76"S	57°07'38.52"O	Entrada a represa de Palmar. El río se embalsa.
RN12	33°10'14.68"S	57°04'23.74"O	Río Yi, próximo a los tres puentes en Ruta 3. Evalúa los aportes del río Yi. Se realiza monitoreo de sedimentos.
RN13	33°03'56.21"S	57°27'19.74"O	Aguas arriba de represa de Palmar. Evalúa la calidad del agua del lago de Palmar. La columna de agua se monitorea en superficie y fondo. Se realiza monitores de sedimentos.
RN14	33°02'58.91"S	57°27'13.14"O	Aguas abajo de represa de Palmar.
RN15	33°11'03.86"S	58°01'50.49"O	Aguas arriba de Mercedes. Evalúa la calidad de agua antes de la ciudad de Mercedes.
RN16	33°13'55.56"S	58°03'55.76"O	Aguas abajo de Mercedes. Evalúa la calidad después de la ciudad de Mercedes. Se realiza monitores de sedimentos.
RN17	33°23'02.92"S	58°20'23.09"O	Desembocadura río Negro, frente a villa Soriano. Último punto previo a la desembocadura en el río Uruguay. Se realiza monitores de sedimentos.

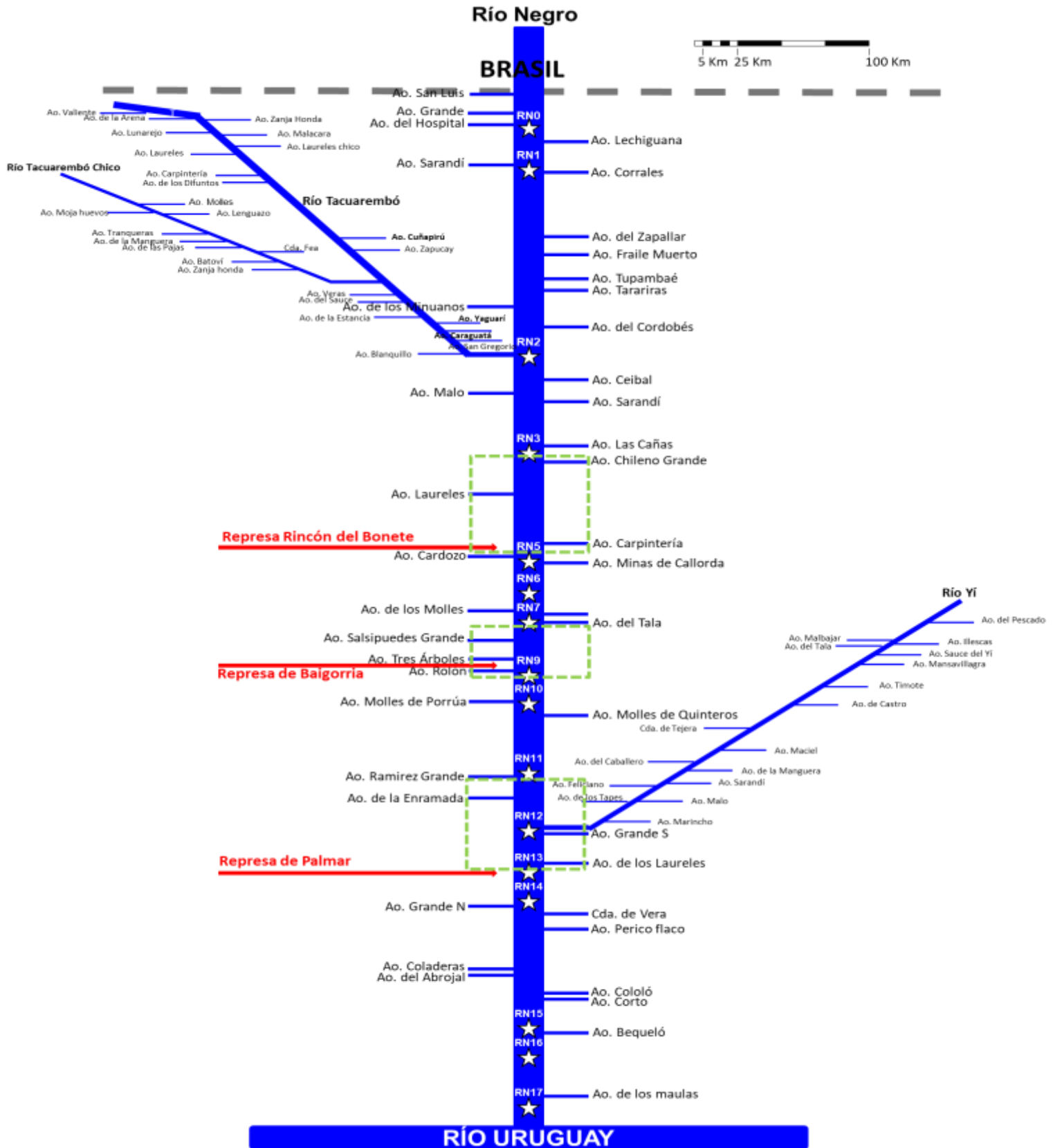


Fig. 2. Cuenca del río Negro. En verde se representa la extensión aproximada del embalse de cada represa

2.5. Variables determinadas

Se analizan algunas variables ambientales y otras que implican aportes antropogénicos, al igual que en la etapa anterior. En las tres primeras campañas se analizaron en total 52 variables, estando 30 de ellas reguladas directa o indirectamente por el decreto 253 y sus modificaciones propuestas. En la última campaña del año (octubre), se agregó un nuevo paquete de plaguicidas, compuesto por 27 nuevas variables, con lo que el total de variables consideradas en esta cuenca, a partir de octubre 2019 es de 79 (Fig. 3; Tablas II y III). Los AOX, por no estar contemplados en la legislación nacional, son contrastados con las normas establecidas en la República Federal de Alemania (LAWA, 1998).

Tabla II. Variables analizadas en las muestras de agua del Programa de Monitoreo del Río Negro. Parámetro, abreviatura, unidad y diferentes estándares. Los valores guía recuadrados en rojo (sugeridos por el grupo GESTA Agua) son los utilizados en este reporte, por ser considerados más adecuados que el valor original del decreto 253.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec. 253/79	GESTA 2014	MTA	OTROS
Características fisicoquímicas	Oxígeno disuelto	OD	mg/l	≥ 5			
	Porcentaje de Saturación de oxígeno	% OD	%				
	Potencial de hidrógeno	pH	--	6,5 - 8,5			
	Conductividad	Cond	μS/cm				
	Temperatura	Tem	°C				
	Transparencia		cm				
	Turbiedad	Turb	NTU	50			
	Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l				
	Sólidos Suspendidos Fijos	SSF	mg/l				
	Sólidos Suspendidos Volátiles	SSV	mg/l				
	Compuestos halogenados adsorbible	AOX	μg/l				< 25*
	DBO ₅	DBO ₅	mg/l	≤ 10			
	Alcalinidad	AlcT	mg/l				
	Sustancias fenólicas	SustF	μg/l	≤ 200	≤ 5		
	Iones mayoritarios	Ca	mg/l				
		Mg	mg/l				
		Na	mg/l				
		K	mg/l				
	Cianuro total	CNT	μg/l		≤ 20		
	Arsénico	As	μg/l	≤ 5			
Metales pesados	Cd	μg/l	≤ 1	≤ 0,1			
	Cr total	μg/l	≤ 50	≤ 10			
	Fe	μg/l					
	Hg	μg/l	≤ 0,2	≤ 0,1			
	Ni	μg/l	≤ 20				
	Pb	μg/l	≤ 30	≤ 3			
	Zn	μg/l	≤ 30				
Nutrientes	Nitratos	NO ₃	mg/l	≤ 10	≤ 5		
	Nitritos	NO ₂	mg/l		≤ 0,1		
	Nitrógeno Total	NT	mg/l			< 1	
	Nitrógeno amoniacal	NH ₄	mg/l			< 0,5	
	Amonio libre	NH ₃	μg/l	≤ 20			
	Fósforo reactivo soluble	PO ₄	μg/l			< 35	
	Fósforo Total	PT	μg/l	≤ 25	≤ 70		
Biológicas	Clorofila a	Clo a	μg/l			< 30	
	Feofitina a	Feo a	μg/l				
	Coliformes termotolerantes	ColiT	UFC/100ml	≤ 2000			

* República Federal de Alemania

Tabla III. Fitosanitarios analizados en las muestras de agua del Programa de Monitoreo del Río Negro. Parámetro, abreviatura, unidad y estándar.

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Dec. 253/79	GESTA 2014	MTA	OTROS
Fitosanitarios	Ácido amino-metil-fosfónico	AMPA	µg/l				
	Alaclor	Alclr	µg/l		< 20		
	Aldrin	Ald	µg/l		N.D.		
	Alfa cipermetrina	α Cpr	µg/l				
	Atrazina	Atr	µg/l		≤ 1,8		
	Atrazina desisopropil		µg/l				
	Atrazina desetil		µg/l				
	Azoxiesterobina	Azbtba	µg/l				
	Clordano (Trans)	Clr_t	µg/l				
	Clordano (Cis)	Clr_c	µg/l				
	Clorpirifos		µg/l				
	Clorpirifos Metil		µg/l				
	Diazinon		µg/l				
	Diclorodifenildicloroetano forma o,p' (metabolito de DDT)	opDDD	µg/l				
	Diclorodifenildicloroetileno forma o,p' (metabolito de DDT)	opDDE	µg/l				
	Diclorodifeniltricloroetano forma o,p' (metabolito de DDT)	opDDT	µg/l				
	Diclorodifenildicloroetano forma p,p' (metabolito de DDT)	ppDDD	µg/l				
	Diclorodifenildicloroetileno forma p,p' (metabolito de DDT)	ppDDE	µg/l			sumados ≤ 0,001	
	Diclorodifeniltricloroetano forma p,p' (metabolito de DDT)	ppDDT	µg/l				
	Dieldrin	Dld	µg/l			N.D.	
	Diuron		µg/l				
	Endosulfan α	Endoα	µg/l				
	Endosulfan β	Endoβ	µg/l			sumados ≤ 0,02	
	Endosulfan SO ₄	EndoSO ₄	µg/l				
	Endrin	End	µg/l				
	Etil paration	Et_Par	µg/l				
	Etión	Etn	µg/l				
	Fipronil	Fpn	µg/l				
	Fluroxipir meptil		µg/l				
	Glifosato	Glf	µg/l			≤ 0,65	
	Heptacloro	HptCl	µg/l			≤ 0,01	
	Heptacloro epoxido	HptClEpx	µg/l				
	Hexaclorobenceno		µg/l				
	Lindano	Lnd	µg/l			≤ 0,01	
Malatión	Mltn	µg/l					
Metil paration	MtlPrt	µg/l					
Metoxiclor	MtCl	µg/l			≤ 0,03		
Simazina	Smzn	µg/l					
Trifloxiesterobina		µg/l					
Trifluralina	Trf	µg/l					

2.6. Índices de Calidad de Agua

Los Índices de Calidad de Agua se generaron como una herramienta para comparar ríos en diferentes lugares (nacional o internacionalmente) y se basan en la utilización de ciertos elementos básicos en función de los usos del agua. Definen la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Pueden ser utilizados para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de la posibilidad de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo.

La finalidad del Índice de Estado Trófico (IET) es clasificar los cuerpos de agua en diferentes grados de trofia, o sea, clasifica la calidad del agua según el enriquecimiento de nutrientes y su efecto sobre el crecimiento excesivo de plantas acuáticas. En este caso, los resultados del índice, calculados a partir de los valores de fósforo total, deben ser entendidos como una medida del potencial de eutrofización, ya que este nutriente es el principal causante de este proceso. Para el cálculo de este índice se utiliza la fórmula de Lamparelli (2004):

$$10^* (6 - ((0.42 - 0.36 * (\ln(PT) \ln(2)))))) - 20$$

Para el caso de las estaciones de embalse se utiliza la fórmula:

$$10^* (6 - ((-0,27637 * \ln.PT + 1,329766) / \ln 2))$$

El IET presenta la escala de calidad del agua en función de la concentración de varias –posibles- variables (PT; transparencia o concentración de clorofila *a*). Entre todas, se seleccionó el fósforo total como la variable más explicativa. En la tabla IV se presentan las diferentes categorías de trofia del agua en función de la concentración de PT.

Tabla IV. Valoración del estado trófico de ríos a partir del IET, elaborado según las concentraciones de fósforo total.

Nivel trófico	Fósforo total (mg/L)	IET
Ultraoligotrófico	$\leq 0,013$	≤ 47
Oligotrófico	$0,013 < PT \leq 0,035$	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$0,035 < PT \leq 0,137$	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$0,137 < PT \leq 0,296$	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$0,296 < PT \leq 0,640$	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$> 0,640$	> 67

El Índice de Calidad de Agua (IQA) fue desarrollado por CETESB (Brasil), siendo una modificación del Water Quality Index (WQI) desarrollado por la NSF (EEUU), aunque los parámetros y las ponderaciones tienen leves variaciones. Las variables utilizadas para el cálculo del IQA son 8: pH, % saturación de oxígeno, DBO₅, turbidez, fósforo total, nitrógeno total, sólidos totales y coliformes termotolerantes. La fórmula utilizada por Quintans (2015) para el cálculo de este índice es la siguiente:

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

Donde:

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 V).

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

Tabla V: 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
Sólidos totales	0,08

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

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

Las condiciones climáticas fueron relevadas a partir de la estación del Servicio de Información Meteorológica OGIMET, estación Melo, con el fin de complementar con la situación climática en los días de campaña y los precedentes. Se trabajó sobre los promedios de los registros diarios de cada variable presentada durante los 30 días previos a cada salida de muestreo (el día del inicio de muestreo y los 29 días precedentes). Asimismo, los datos de precipitación en la cuenca del río Negro fueron extraídos de la página del INUMET (Anexo 9).

2.7. Actividades

Durante 2019 se realizaron los 4 muestreos planificados, correspondientes a los meses de enero, marzo, junio y octubre. Durante las cuatro campañas desarrolladas el río tuvo un caudal mayor a lo normal; en particular en la campaña de enero.

2.8. Análisis de 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 VII.

Tabla VII: 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 Tasa de absorción de sodio (RAS) fue calculada mediante la fórmula:

$$RAS = \frac{Na \cdot 0.04348}{\sqrt{\frac{Ca \cdot 0.0499 + Mg \cdot 0.08224}{2}}}$$

La concentración de amoníaco libre se obtuvo a través de la fórmula:

$$NH_3 = \frac{NH_4}{1 + 10^{-0.467 + \frac{2887.9}{TEMP + 273.15} - pH}}$$

El nitrógeno orgánico fue determinado a partir de la fórmula:

$$N_{org} = +Nt - NO_3 - NO_2 - NH_4$$

3. RESULTADOS

En este capítulo presentaremos los resultados correspondientes a calidad del agua superficial obtenidos en el marco del *Plan de monitoreo del río Negro* durante el año 2019. Las campañas de muestreo de DINAMA se llevaron a cabo por personal técnico de la DCA, en 16 sitios ubicados en el curso principal del río.

Se dispone de datos provenientes de 4 muestreos de agua para el período de estudio.

Los datos obtenidos se comparan con:

- Los estándares de calidad de agua.
- Los datos registrados durante los monitoreos de años precedentes (Cervetto, 2018; Cervetto, 2019; Cervetto & Balero 2016).

Esto se realiza con el fin de verificar la calidad del agua y cuantificar cualquier cambio espacial o temporal que pudiese haber surgido.

3.1. Comparación con estándares de calidad

Los estándares de calidad de agua que se aplican para la evaluación son los establecidos para Clase 3, en el Decreto 253/79 y modificativos que reglamenta el Código de Aguas del Uruguay. Para las variables no contempladas en estas normativas se recurre al Borrador de Trabajo GESTA Agua (2008) y la Mesa Técnica del Agua (MTA) (2017).

Se analizó en forma directa los resultados de 77 variables y mediante cálculo las concentraciones de otras dos variables (NH₃ y RAS). De estas 79 variables, analizadas en este curso de agua, 18 se encuentran reguladas en la legislación nacional, en el Decreto 253/979 y modificativos. De las restantes, 24 marcan un valor estándar (aun no validado) en el Borrador de Trabajo GESTA Agua (2008) y 4 por la MTA. Para otra variable (AOX), al no haber legislación nacional, se utiliza el valor establecido en la República Federal de Alemania, como valor de referencia.

Al comparar los datos registrados durante el periodo comprendido en el reporte, con los estándares establecidos en el Decreto 253/79 y los valores sugeridos por los grupos de estudio resulta que -en el caso de 33 de estas variables- se cumplen los criterios de calidad para el 100% de los registros. Se detecta incumplimiento del decreto en las variables:

- OD: 1 valor por debajo del estándar (≥ 5 mg/l) (RNO en enero), en un total de 61 mediciones (Anexo 1).
- pH: 14 valores por debajo del estándar ($8.5 \leq 6.5$) y 1 valor por encima, en 61 medidas (Anexo 1).
- Turbidez: 5 valores sobrepasan el estándar fijado (50 NTU) en estaciones de la cuenca alta (RNO y, RN1) en 56 mediciones consideradas.
- Coliformes Termotolerantes: 1 valor supera el estándar establecido de 2000 UFC/100ml (RN2 en enero) en 54 muestras.
- NH₄: 1 valor supera el estándar sugerido por la MTA (0.5 mg/l), en la estación RN9 en junio, sobre un total de 61 muestras.
- NT: 26 de las 61 muestras tomadas superan el estándar sugerido por la MTA (1 mg/l).
- PO₄: El 80 % de los resultados obtenidos de PO₄ (49/61) superan el estándar propuesto por la MTA (35 µg/l).
- Pt: 42/61 muestras (69%) superan el estándar propuesto por el grupo GESTA Agua (70 µg/l), mientras que si consideramos el estándar fijado por el decreto 253 (25 µg/l) el incumplimiento alcanza al 100 % de las muestras.
- Sustancias Fenólicas: 4 valores sobrepasan el estándar fijado en el decreto 253 (RN0 en enero y octubre, RN9 en junio y RN3 en octubre), en 61 medidas realizadas.
- AOX: 3 muestras superan el valor guía tomado de la República Federal Alemana (25 µg/l); en RN15 en junio y RN0 y RN3 en octubre.
- As: El arsénico supero el estándar del decreto 253 (5 µg/l) en una oportunidad, en la estación RN14 en la campaña de junio.
- Cd: El cadmio superó el estándar fijado (0.1 µg/l) en 4 oportunidades (RN2, RN7, RN11 y RN14 en junio).

- Ni: El níquel superó el estándar (20 µg/l) en una oportunidad (RN12 en enero).
- Pb: Se cuantificaron 5 valores que superan el estándar marcado por el decreto 253 (3 µg/l).
- Zn: Una muestra de Zn incumple con el estándar marcado en el decreto 253 (30 µg/l), en la estación RN0 en junio.

En resumen, de las 46 variables consideradas en el decreto 253 y modificativos, 14 de ellas han incumplido con este valor de referencia al menos en una ocasión durante 2019. De estas, algunas representan fenómenos puntuales, sin riesgo directo para el ecosistema, mientras que otras muestran un incumplimiento crónico que marca la necesidad de poner atención sobre ellas.

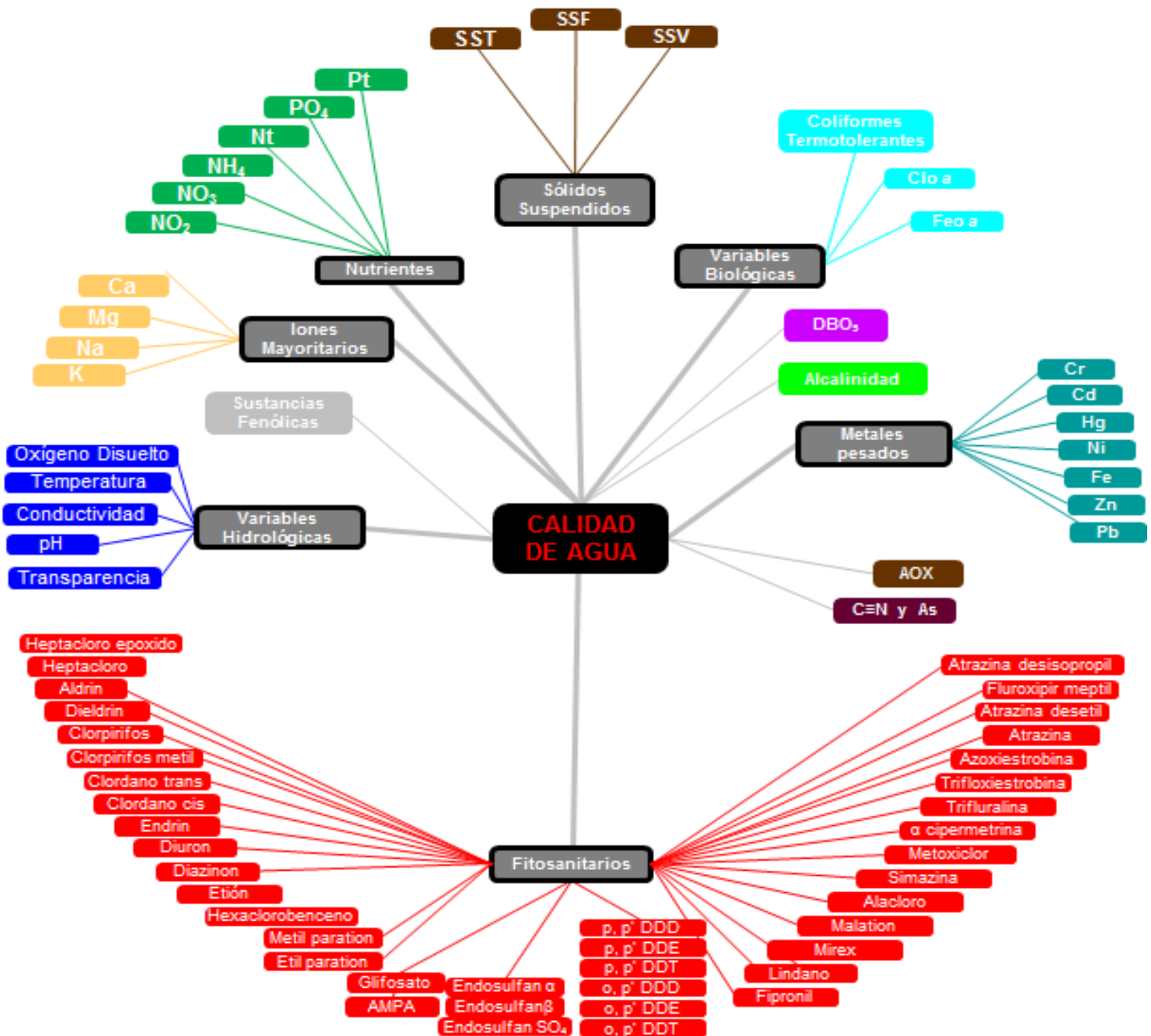


Fig. 3. Variables consideradas en el monitoreo del río Negro.

3.2. Calidad de agua

En muchas de las variables analizadas la calidad del agua surge del contraste contra estándares definidos por la legislación. Este estándar será incorporado en los gráficos como una línea roja cuando se trata del estándar fijado en el Decreto 253/79 y modificativos y una línea verde punteada si es un valor sugerido, aún no homologado (grupo GESTA Agua y MTA). Se destaca que en algunas variables (NO₃, NO₂...) la línea roja no se incluye debido a que los resultados están lejos del estándar fijado.

3.2.1. Variables medidas *in situ*

3.2.1.1. Conductividad

La conductividad del río Negro durante 2019 varió entre una concentración mínima de 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (RN13 en junio) y una máxima de 138 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (RNO en junio), con un promedio de 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una mediana de 78 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La variación de la conductividad muestra estabilidad a lo largo del tiempo (Fig. 4), siendo similares las curvas de variación entre 2019 y 2018 aunque, a excepción de dos estaciones, siempre con valores superiores durante 2018. Los resultados obtenidos en 2019, comparados contra la variación en el quinquenio precedente muestran mayor similitud, con promedios cercanos en casi todas las estaciones de muestreo; indicando que el año 2018 se caracterizó por tener una conductividad más alta que lo normal (Cervetto, 2019). Los promedios de conductividad calculados para los tres períodos son de 82 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el 2019, 99 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el 2018 y 83 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el quinquenio 2014-2018.

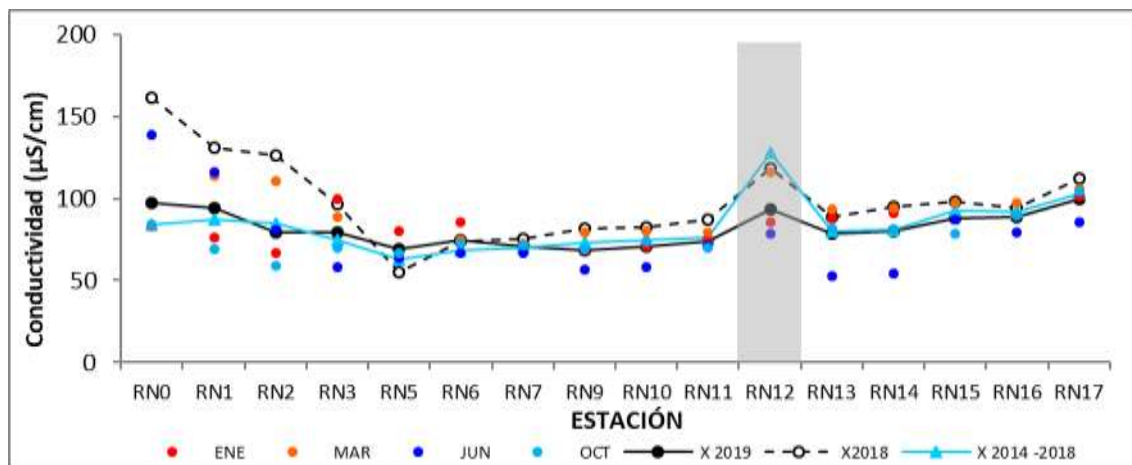


Fig. 4. Variación espacial y temporal de la Conductividad del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Conductividad para el año 2019. X2018 = promedio de Conductividad para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Conductividad para el quinquenio precedente.

Desde el punto de vista espacial, la conductividad se caracterizó por su estabilidad en la cuenca media, donde tanto los promedios como los rangos de variación son similares en las estaciones del curso principal. En la cuenca alta los promedios son superiores, y el rango de variación es más amplio que en el resto del curso principal. En líneas generales se observa una leve tendencia al aumento desde la cabecera hacia la desembocadura, tendencia contraria a la registrada durante 2018. Si bien la distribución de concentración es similar en ambos años, las más altas concentraciones observadas en la cuenca alta son menores durante

2019, lo que revierte a la tendencia histórica del aumento a lo largo del curso. Se destaca la –clásica– diferencia en RN12, con promedio y rango de variación superiores, lo que muestra la “marca” de agua del río Yí (Fig. 5). En líneas generales, la conductividad es más elevada en la cuenca alta, observándose un descenso de concentración hacia la cuenca media, donde permanece estable. Luego del aporte de aguas con mayor conductividad, producido en la estación RN12, se observa un aumento paulatino de la conductividad hacia la desembocadura.

Temporalmente, la conductividad muestra promedios similares en las cuatro campañas realizadas, observándose un rango de variación más acotado en el mes de enero.

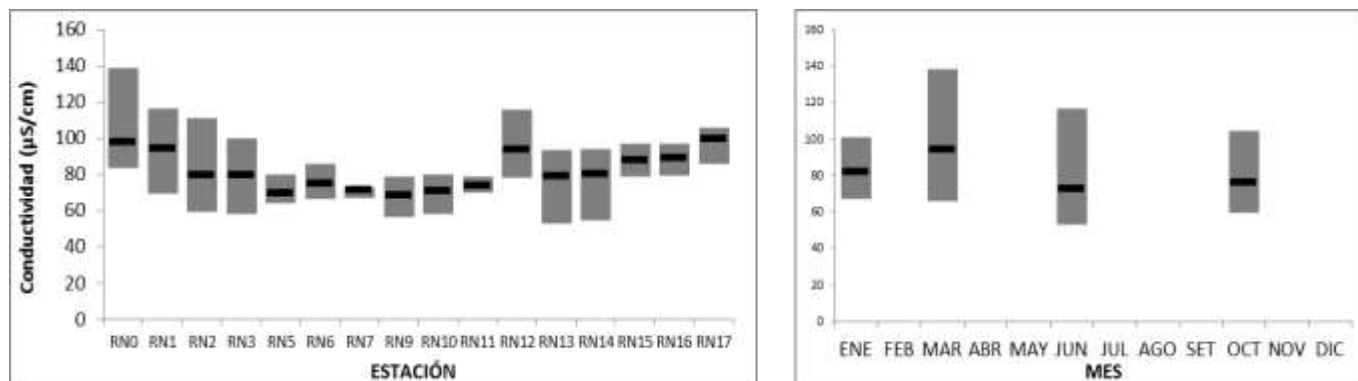


Fig. 5. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Conductividad (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.1.2. Temperatura

La temperatura fluctuó entre un mínimo de 12.3 °C (RN15 en junio) y un máximo de 28.4 °C (RN3 en marzo), con un promedio de 20.4 °C y una mediana de 21.7 °C.

La temperatura del agua del río Negro muestra estabilidad espacio-temporal, siendo los perfiles de las curvas de variación muy similares entre sí. Las temperaturas registradas son muy similares entre 2019 y 2018, a excepción de la cuenca baja donde, en 2019, se observa un descenso de la temperatura con respecto al año precedente y en RN5, también con temperatura más baja en 2019. Estas diferencias generan promedios anuales de 20.7 °C en 2018 y 20.3 °C en 2019. En el quinquenio precedente la temperatura fue ligeramente inferior en las cuencas alta y media y levemente superior en la cuenca baja, siendo el promedio del quinquenio de 19.2 °C.

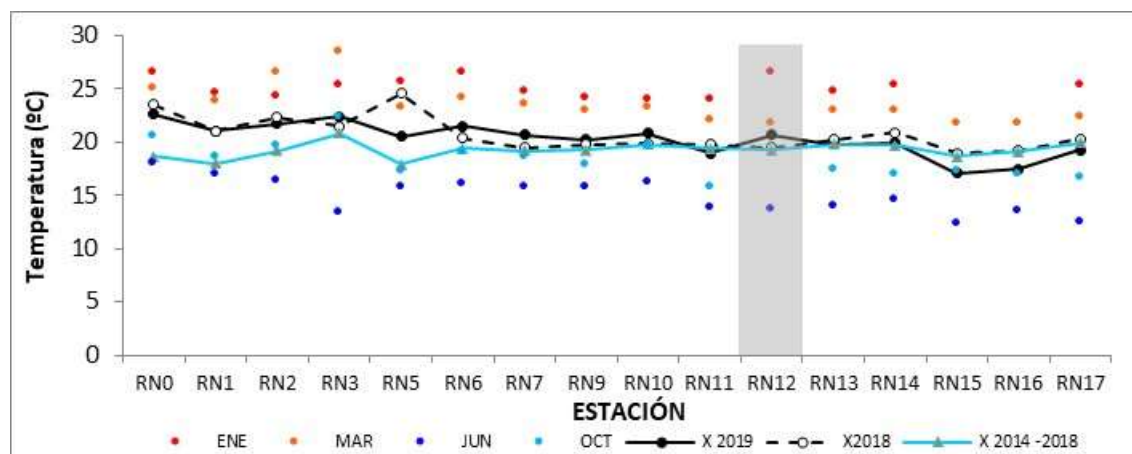


Fig. 6. Variación espacial y temporal de la Temperatura del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Temperatura para el año 2019. X2018 = promedio de Temperatura para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Temperatura para el quinquenio precedente.

La distribución espacial de la temperatura es uniforme a lo largo del eje del río, sólo destacándose un promedio de temperatura más alto en la estación RN5 (Fig. 7), que refleja el calentamiento del espejo de agua del lago de Rincón del Bonete. La tendencia general es al descenso de la temperatura desde las nacientes hacia la desembocadura.

Desde el punto de vista temporal, como es esperable, la temperatura muestra una marcada estacionalidad, con máximo en enero y mínimo en junio (Fig. 7).

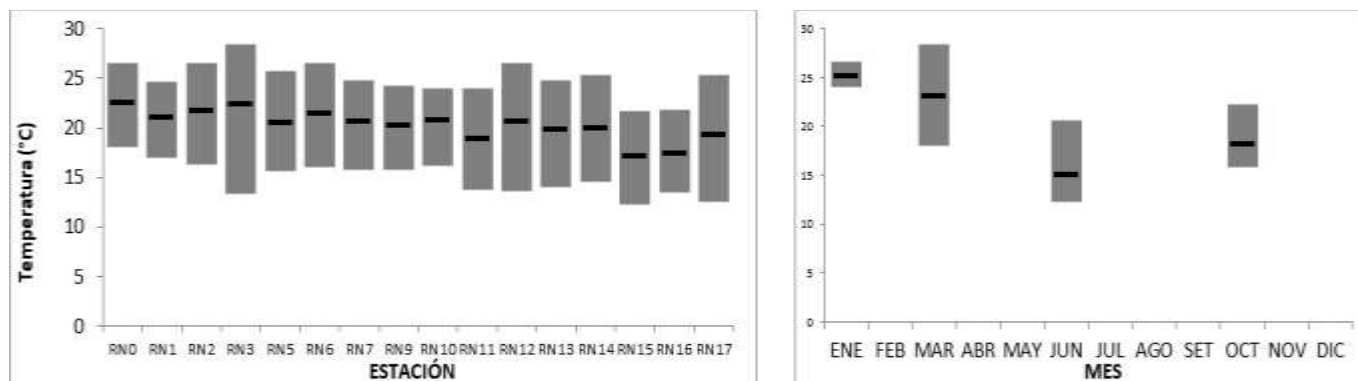


Fig. 7. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Temperatura (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.1.3. Oxígeno Disuelto (OD)

La concentración de OD en las aguas del río Negro durante 2019 varió entre un mínimo de 4.5 mg/l (RN0 en enero) y un máximo de 12.2 mg/l (RN3 en junio), con un promedio de 8.2 mg/l y una mediana de 8.22 mg/l.

El OD muestra estabilidad interanual, con curvas similares en 2019 y 2018, aunque siempre con mayores concentraciones durante 2018 (Fig. 8), sobre todo en la cuenca baja, donde se observan las mayores diferencias interanuales aunque con promedios anuales de 8.2 mg/l en 2019 y 9.2 mg/l en 2018. Las concentraciones en el quinquenio previo son intermedias, generando un promedio de 8.6 mg/l.

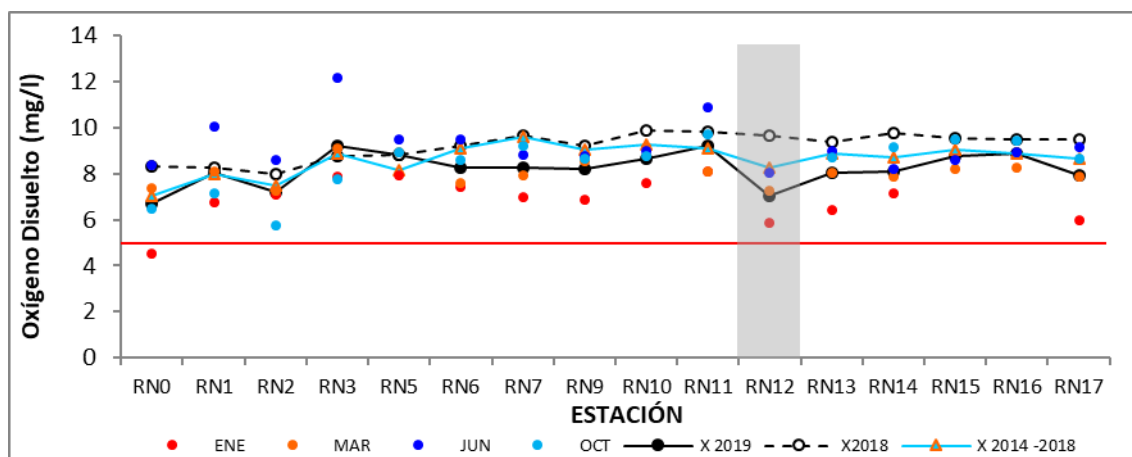


Fig. 8. Variación espacial y temporal del Oxígeno Disuelto del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Oxígeno Disuelto para el año 2019. X2018 = promedio de Oxígeno Disuelto para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Oxígeno Disuelto para el quinquenio precedente. La línea roja marca el valor estipulado en el decreto 253.

A diferencia de lo encontrado en años previos, se observa una leve tendencia a la disminución de la concentración de OD desde las nacientes hacia la desembocadura. Más allá de esa tendencia, los menores promedios se registran en la cuenca alta, registrándose los más altos en la cuenca media.

Los promedios son similares en todas las estaciones, habiendo una diferencia máxima de 2.5 mg/l entre promedios extremos (Fig. 9).

Temporalmente tampoco se aprecia una diferencia clara entre campañas. Los promedios son levemente superiores en las campañas de meses fríos.

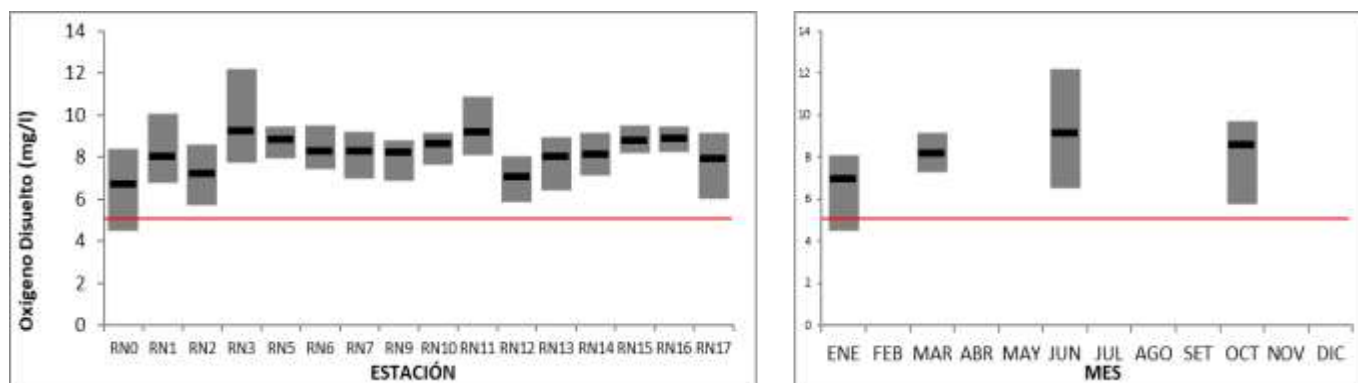


Fig. 9. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Oxígeno Disuelto (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

De las 61 muestras tomadas en el ciclo anual el OD incumple con el estándar fijado en el decreto 253 (≤ 5 mg/l) en una ocasión (RN0 en enero), alcanzando, de esta forma un 98 % de cumplimiento de la norma.

3.2.1.4. pH

Los valores de pH fluctuaron entre un mínimo de 5.44 (RN1 en junio) y un máximo de 8.57 (RN1 en octubre), con un promedio de 6.89 y una mediana de 6.95.

Las concentraciones de pH durante 2019 muestran un descenso con respecto a años anteriores. Los valores registrados durante 2018 son siempre más elevados que los de 2019. Los valores del lustro precedente, por su parte, son más elevadas en las cuencas media y baja (Fig. 10). Los promedios anuales calculados muestran este descenso de concentración, siendo de 6.9 en 2019, 7.4 en 2018 y 7.2 en el quinquenio precedente.

La distribución de la concentración de pH en la cuenca del río negro muestra comportamiento diferente en dos porciones: entre la estación RN1 y la RN10, un promedio de concentración similar y más elevado que en la segunda porción del río (estaciones RN11 a RN17), que también tienen un promedio similar entre ellas, pero inferior al de la primera porción. La estación RN0 tiene un promedio similar al de la segunda porción del río, manteniendo lo observado en años precedentes, de tener una concentración inferior a la de RN1 (aproximadamente 35 Km aguas abajo). En líneas generales, durante 2019 se observa una tendencia a la disminución de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura.

De las 61 mediciones de pH realizadas en el ciclo anual, 15 de ellas no cumplen con el estándar fijado por el decreto 253 (6.5 a 8.5), alcanzando, de esta forma, el 75% de incumplimiento. De estas, 14 de ellas no alcanzan el umbral inferior del estándar, y una sola supera el límite superior del mismo estándar (Anexo 1). Se destaca la notoria reducción en la concentración de pH durante 2019. Esta reducción afecta todo el curso principal del río (aunque, principalmente, en la segunda porción del río) y todo el ciclo anual (registrándose valores bajos en las cuatro campañas).

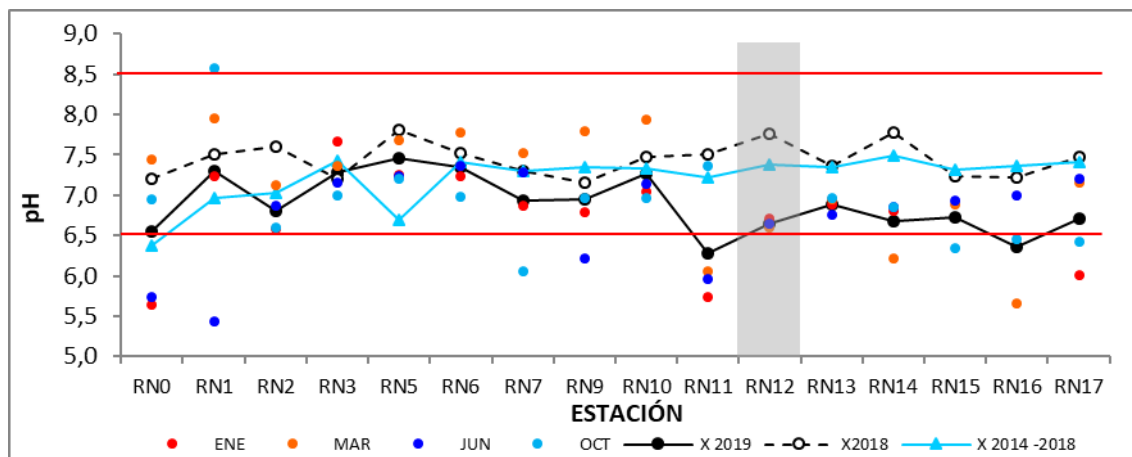


Fig. 10. Variación espacial y temporal del pH del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de pH para el año 2019. X2018 = promedio de pH para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de pH para el quinquenio precedente. Las líneas rojas marcan los valores estipulados en el decreto 253

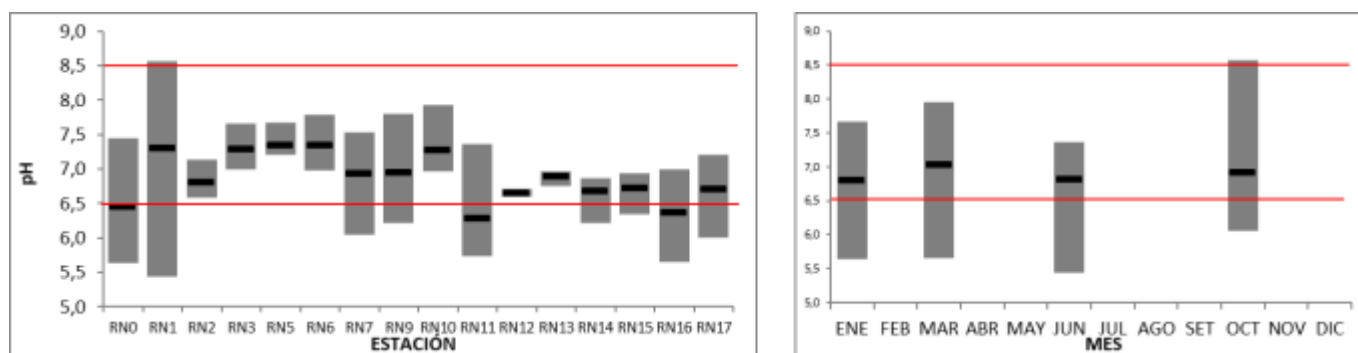


Fig. 11. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del pH (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.1.5. Transparencia

A consecuencia de las condiciones puntuales durante cada muestreo (ubicación de la estación, corriente, incidencia solar...) que pueden impedir la utilización del disco de Secchi, la transparencia sólo pudo ser medida en 16 oportunidades en todo el ciclo anual. En éstas 16 mediciones, se verificó una transparencia mínima de 40 cm (RN9 en junio) y una máxima de 110 cm (RN5 en enero), con un promedio de 69 cm y una mediana de 65 cm.

La distribución de los valores de transparencia es similar en 2019 y 2018, con valores siempre superiores durante 2018 (Fig. 12), diferencia que se refleja en los promedios anuales, de 48 cm en 2019 y 61 cm en 2018. En el quinquenio precedente se observan valores cercanos, con valores promediadamente similares que en 2019. El promedio quinquenal calculado, de 50 cm, exagera esas diferencias porque suma mediciones en las estaciones RN0 y RN1, que presentan valores muy bajos de transparencia.

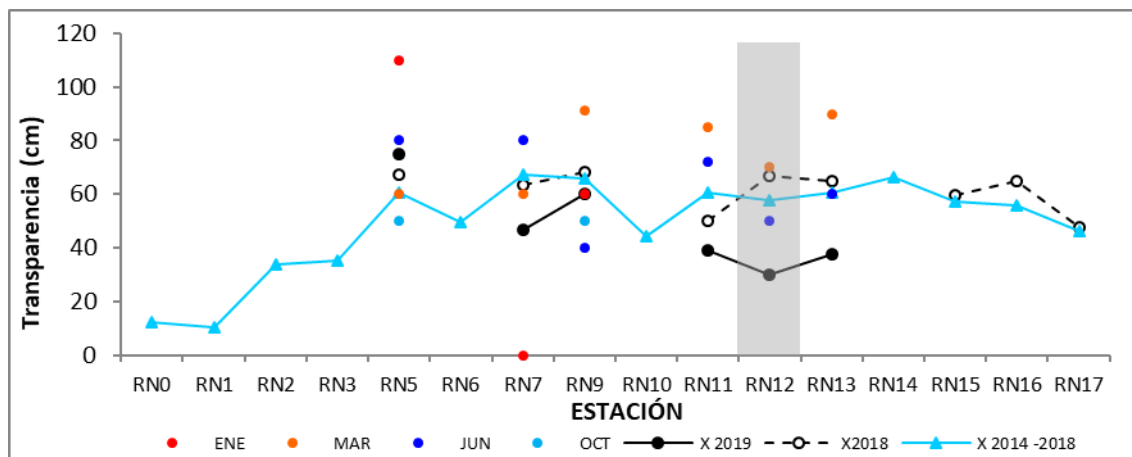


Fig. 12. Variación espacial y temporal de la Transparencia del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Transparencia para el año 2019. X2018 = promedio de Transparencia para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Transparencia para el quinquenio precedente.

Durante 2019, en las estaciones RN0 a RN3 no se realizaron mediciones de transparencia en ninguna de las campañas. En las estaciones medidas, los promedios fueron similares, con una diferencia menor a los 20 cm entre los promedios extremos. En líneas generales se observa una leve tendencia a la disminución de la transparencia desde las nacientes hacia la desembocadura (Fig. 13) como ya se observara en años precedentes.

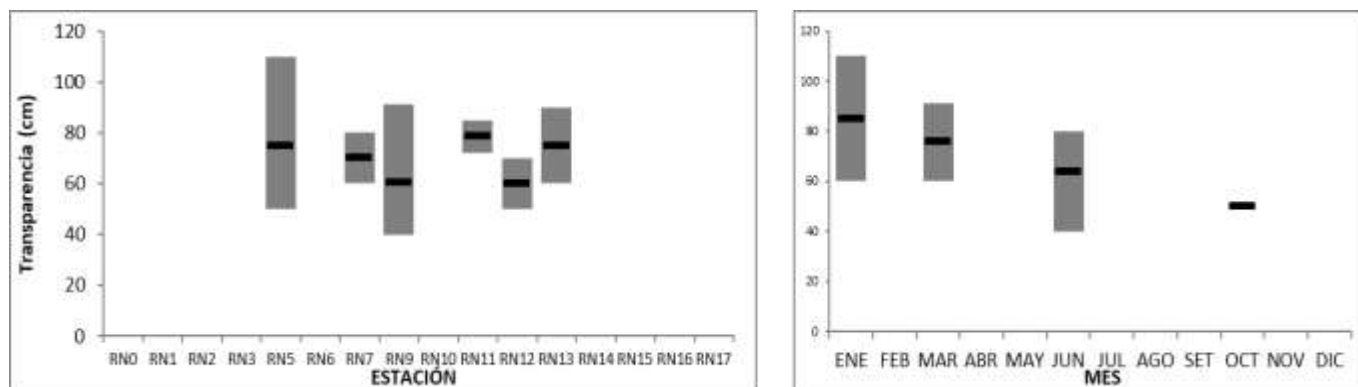


Fig. 13. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Transparencia (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.1.6. Turbidez

La turbidez se ubicó en valores entre un mínimo de 11 NTU (RN5 en enero) y un máximo de 70 NTU (RN1 en enero), con un promedio de 25 NTU y una mediana de 21 NTU.

La distribución de la turbidez es similar en 2019 y 2018, con curvas de distribución casi idénticas, aunque con valores más altos durante 2018 (Fig. 14), diferencia demostrada en los promedios anuales, de 35 NTU en 2018 y 24 NTU en 2019. La turbidez comenzó a medirse a partir de 2018, por lo que no hay datos del quinquenio previo para comparar.

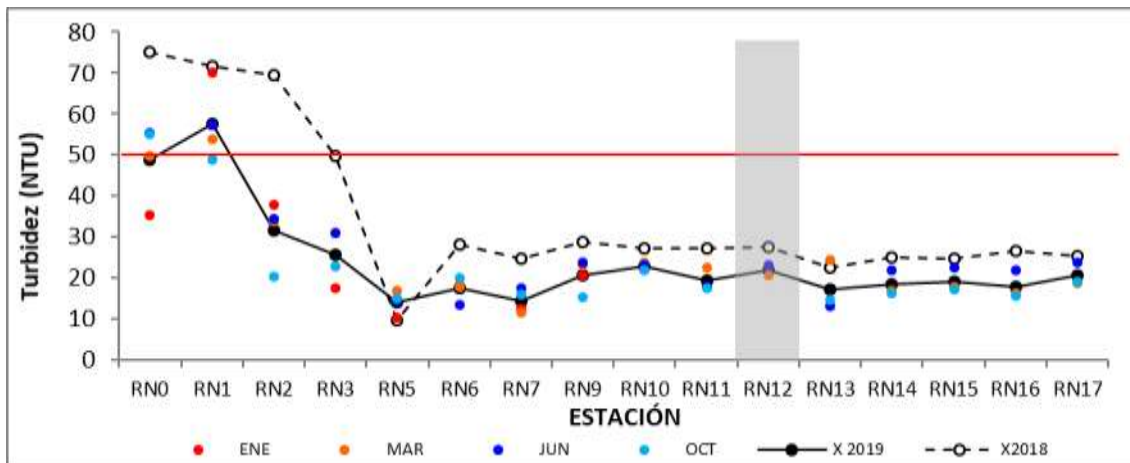


Fig. 14. Variación espacial y temporal de la Turbidez del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Turbidez para el año 2019. X2018 = promedio de Turbidez para el año 2018. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto 253.

La distribución espacial de la turbidez en el curso principal del río Negro muestra una fuerte tendencia a disminuir los valores hacia la desembocadura (Fig. 15). Esta tendencia proviene de altas concentraciones en la cuenca alta y un brusco descenso hacia la cuenca media y luego estabilización hacia la desembocadura. En 2019, al igual que en 2018 la menor concentración se registró en la estación RN5 y, a partir de ese punto homogeneidad en todo el curso principal del río, con promedios muy cercanos y rangos de variación muy acotados.

No se detecta ningún ciclo determinado de variación temporal, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas.

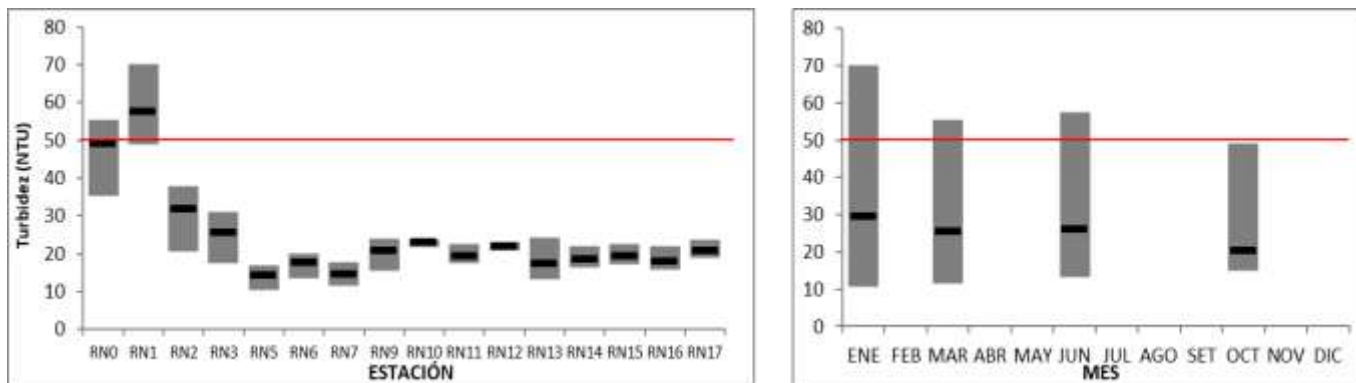


Fig. 15. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Turbidez (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

De las 56 muestras tomadas en el ciclo anual 5 de ellas superaron el estándar fijado en el decreto 253 (50 NTU), con lo cual, el 9% de las muestras tomadas incumple con dicho estándar (Anexo 1).

3.2.2. Resultados analíticos

3.2.2.1. Alcalinidad

La alcalinidad total de las aguas del curso principal del río Negro durante 2019 varió entre una concentración mínima de 18 mg/l (RN1 en enero) y una máxima de 55 mg/l (RN12 y RN17 en marzo), con un promedio de 36 mg/l y una mediana de 35 mg/l.

Con valores inferiores durante 2019 con respecto a 2018, la distribución de las concentraciones de alcalinidad es semejante en ambos años, mostrando ambas curvas de perfil muy similares (Fig. 16). Esos valores ligeramente superiores en 2018 se reflejan en promedios anuales de 35 mg/l en 2019 y 42 mg/l en 2018. El comportamiento en el lustro precedente es similar (sin considerar un fuerte pico de concentración observado en RN6). A pesar de ese pico. El promedio calculado para el lustro es de 46 mg/l.

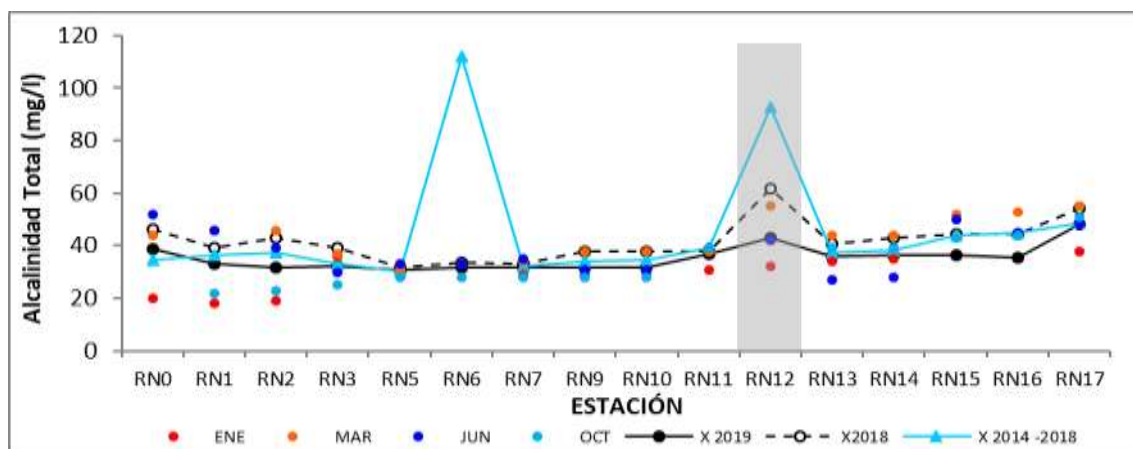


Fig. 16. Variación espacial y temporal de la Alcalinidad del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Alcalinidad para el año 2019. X2018 = promedio de Alcalinidad para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Alcalinidad para el quinquenio precedente.

La concentración de alcalinidad muestra una clara tendencia al aumento a lo largo del eje principal del río. Si bien esa es la tendencia general, las concentraciones de alcalinidad son homogéneas en las cuencas alta y media y se produce un aumento de concentración en la cuenca baja. En la cuenca alta se aprecian los rangos de variación más amplios.

Temporalmente no se observa un ciclo de variación de alcalinidad en el ciclo anual. Los promedios y rangos de variación son similares en las cuatro campañas.

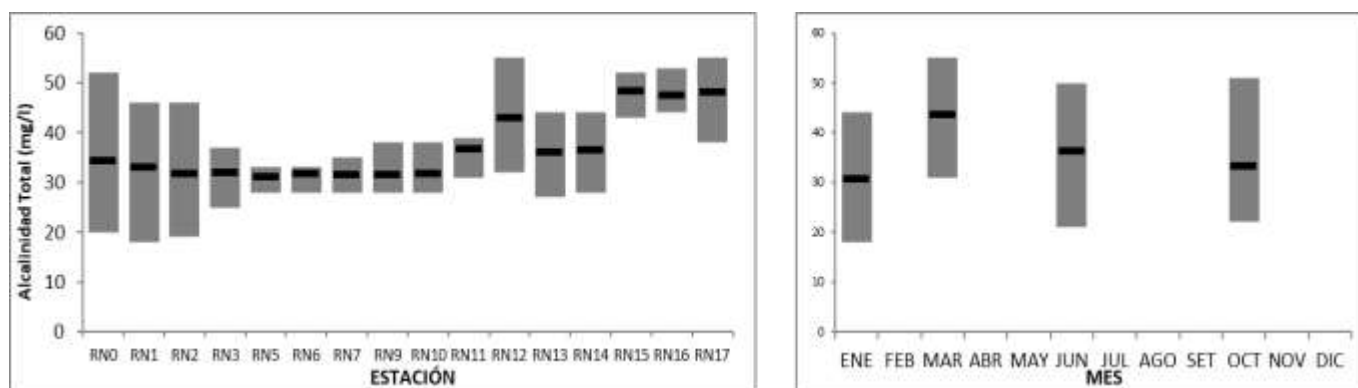


Fig. 17. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Alcalinidad (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.2. Nutrientes

3.2.2.2.1. Nitratos (NO_3^-)

Los NO_3^- se ubicaron en valores entre un mínimo de 0.06 mg/l (RN11 en enero) y un máximo de 0.85 mg/l (RN0 en junio), con un promedio de 0.17 mg/l y una mediana de 0.15 mg/l.

La concentración interanual de NO_3^- es homogénea, siendo la de 2019 inferior a la registrada durante 2018 en las cuencas media y baja, pero superior en la cuenca alta (Fig. 18). A pesar de esas diferencias las curvas tienen un perfil casi idéntico, a excepción de la estación RN3, en la cual hay un comportamiento inverso en ambos años. Los promedios calculados demuestran la estabilidad de los NO_3^- , siendo de 0.16 mg/l en 2019 y 0.22 mg/l en 2018. El comportamiento de los NO_3^- durante el lustro previo refuerza el concepto de estabilidad interanual, con valores y un perfil muy similares a los anuales (valores intermedios entre los de 2019 y 2018), siendo el promedio calculado para el lustro, de 0.19 mg/l.

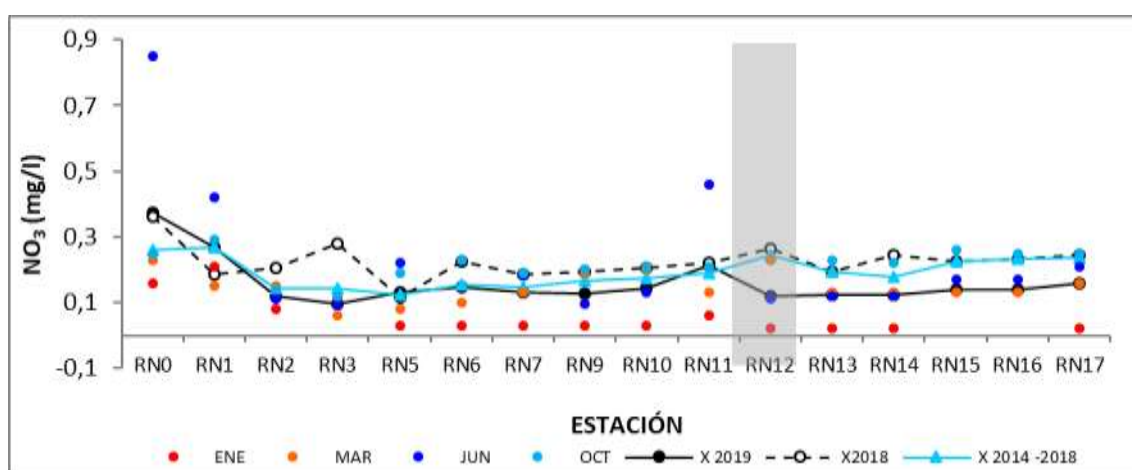


Fig. 18. Variación espacial y temporal de los Nitratos del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de los Nitratos para el año 2019. X2018 = promedio de los Nitratos para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de los Nitratos para el quinquenio precedente.

La distribución espacial de la concentración de NO_3^- en el curso principal del río Negro durante 2019 muestra una tendencia a la disminución desde la cabecera hacia la desembocadura, situación inversa a la observada durante 2018. Se detectan las mayores concentraciones en la cuenca alta (RN0 y RN1) y una estabilización a partir de RN2 hasta RN17. Sólo la estación RN11 escapa a esta homogeneidad, presentando un promedio y un rango de variación mayores al resto de las estaciones.

La variación temporal de la concentración de NO_3^- en el ciclo anual no revela un patrón definido, registrándose promedios de concentración similares en las cuatro campañas realizadas; sólo observándose un rango de variación más amplio en la campaña de marzo.

Los NO_3^- cumplen en el 100 % de las medidas ($n = 61$) con el valor estándar fijado en el decreto 253 (≥ 5 mg/l), siendo el valor máximo registrado en el río Negro casi 5 veces inferior a ese estándar (Anexo 1).

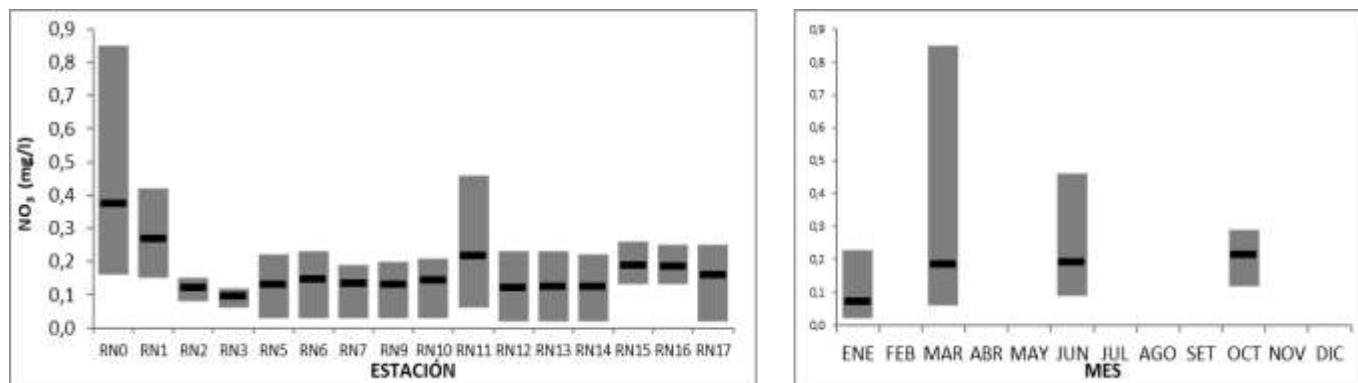


Fig. 19. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Nitratos (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.2.2. Nitritos (NO_2^-)

El 61 % de las muestras de NO_2^- analizadas (37/61) no superaron los límites de la técnica. Entre los valores cuantificados, las concentraciones de NO_2^- fluctuaron entre una concentración mínima de 0.002 mg/l (RN6 y RN10 en octubre) y una máxima de 0.012 mg/l (RN14 en enero), con un promedio de 0.004 mg/l y una mediana de 0.003 mg/l.

A excepción de las estaciones RN14 y RN17, los valores detectados de nitritos fueron siempre inferiores en 2019 que en 2018 (Fig. 20). Estas diferencias son más notorias en la primera porción del río, y generan promedios anuales de 0.0035 mg/l para 2019 y 0.0062 mg/l para 2018. Las diferencias de distribución con el quinquenio anterior muestran: menor concentración en 2019 en la cuenca alta, concentraciones semejantes en la cuenca media y mayores en la cuenca baja, El promedio del quinquenio es inferior al del año analizado, alcanzando 0.0026 mg/l.

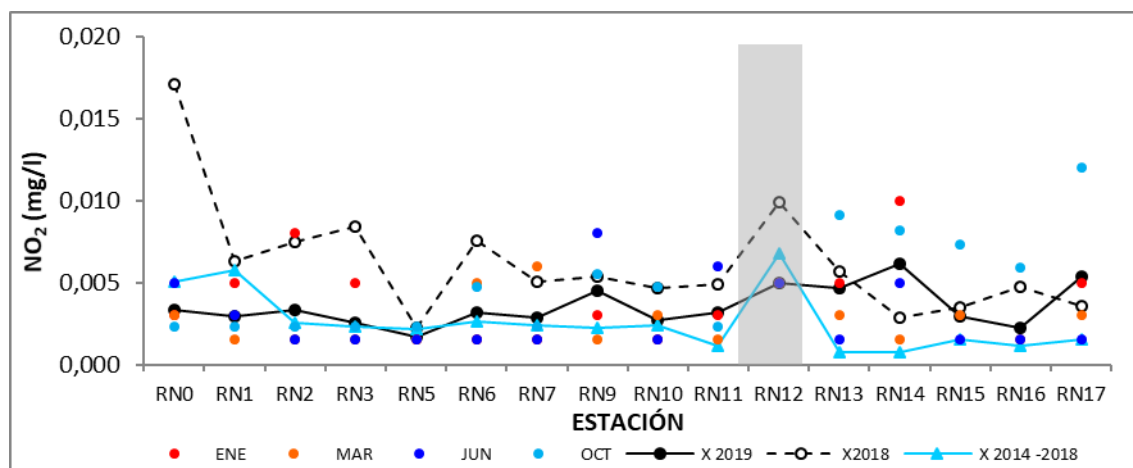


Fig. 20. Variación espacial y temporal de los Nitritos del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de los Nitritos para el año 2019. X2018 = promedio de los Nitritos para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de los Nitritos para el quinquenio precedente.

La distribución espacial de la concentración de NO_2^- en el río Negro durante 2019 muestra una tendencia al aumento en el sentido del río. Valores mayormente no cuantificables en las cuencas alta y media y cuantificables en la cuenca baja (Fig. 21).

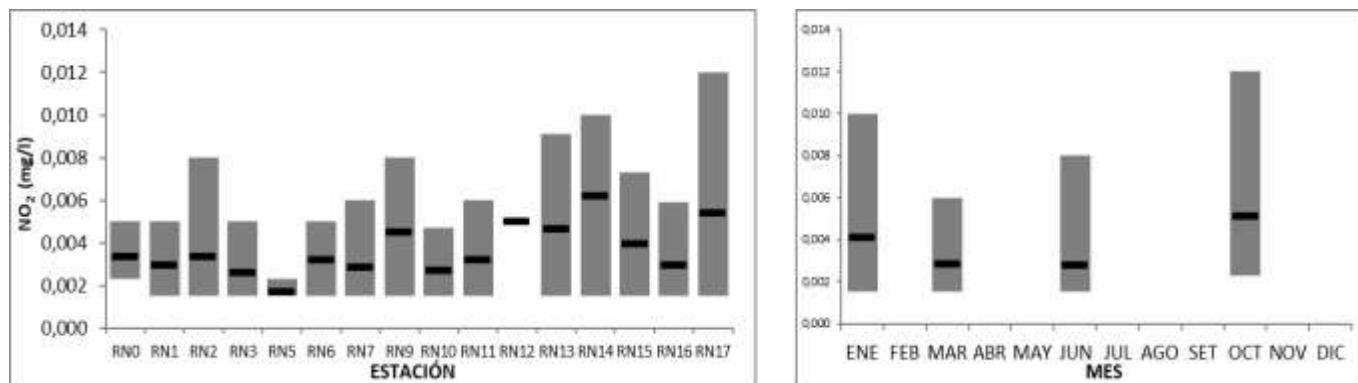


Fig. 21. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Nitritos (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Los nitritos no son considerados en el decreto 253; sin embargo, el grupo GESTA Agua propone una concentración estándar de $\leq 0,1$ mg/l.

Los bajos valores observados de NO_2^- durante 2019 derivan en un 100% de cumplimiento del valor de referencia postulado (Anexo 1).

3.2.2.2.3. Nitrógeno Amoniacal (NH_4^+)

Los valores registrados de NH_4^+ se encontraron entre un mínimo de 0.017 mg/l (RN5 en junio) y un máximo de 0.530 mg/l (RN9 en junio), con un promedio de 0.074 mg/l y una mediana de 0.057 mg/l.

La comparación de las curvas de concentración de NH_4^+ en 2019, 2018 y el lustro precedente, revela homogeneidad interanual de esta variable. Los tres perfiles tienen aspecto muy similar y los valores de la variable en cada año son muy cercanos. A pesar de estas cercanías, los valores obtenidos en 2019 son siempre más elevados a partir de la estación RN6. Más allá de la homogeneidad de los resultados, se aprecia un leve incremento de la concentración de NH_4^+ con el correr del tiempo. Este leve aumento es marcado por los promedios calculados; de 0.072 mg/l en 2019, 0.057 mg/l en 2018 y 0.047 mg/l en el quinquenio previo.

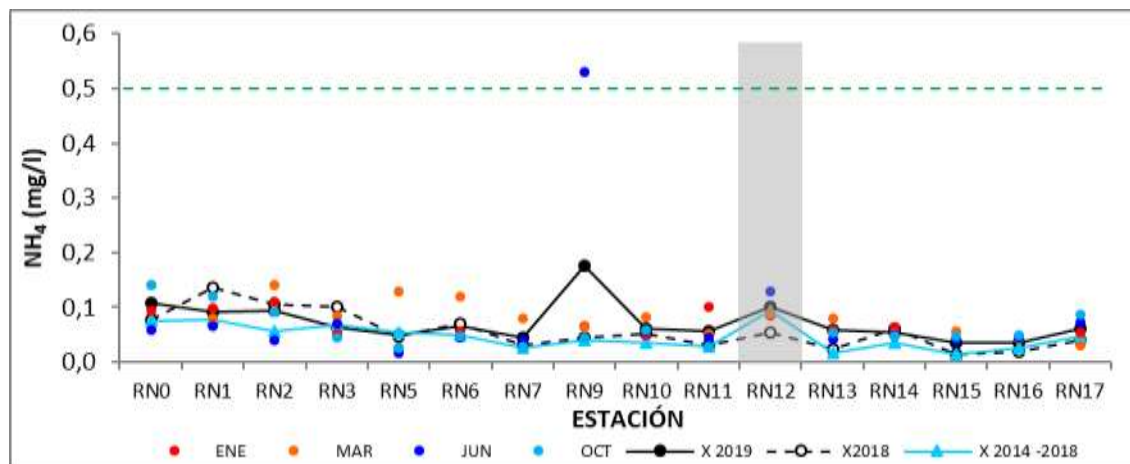


Fig. 22. Variación espacial y temporal del Nitrógeno amoniacal del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Nitrógeno amoniacal para el año 2019. X2018 = promedio de Nitrógeno amoniacal para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Nitrógeno amoniacal para el quinquenio precedente. La línea verde punteada marca el valor guía propuesto por la MTA.

La distribución espacial de la concentración de NH_4^+ en el curso principal del río Negro muestra una tendencia a la disminución hacia la desembocadura. Tanto los promedios como los rangos de variación son similares en todas las estaciones de la cuenca, a excepción de la estación RN9, que en la campaña de junio presentó un pico de concentración que quintuplica las concentraciones promedio del resto de la cuenca (Fig. 23).

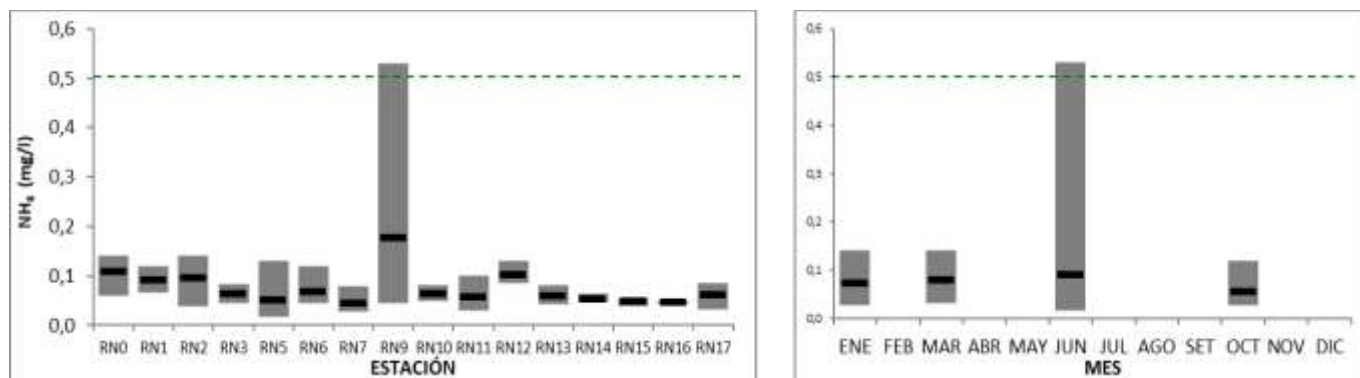


Fig. 23. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Nitrógeno amoniacal (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

El decreto 253 no prevé un estándar para el nitrógeno amoniacal, pero la MTA propone un valor guía de 0.5 mg/l para esta variable. Considerando este valor, en una ocasión se registró un valor que lo supera, alcanzando entonces un incumplimiento del 2% (Anexo 1).

3.2.2.2.4. Amonio Libre (NH_3)

El amonio libre calculado para las aguas del río Negro durante 2019 mostro valores situados entre un mínimo de 6×10^{-6} mg/l (RN1 en junio, valor influido por un pH excepcionalmente bajo) y un máximo de 0.0145 mg/l (RN1 en octubre), con un promedio de 0.0007 mg/l y una mediana de 0.0002 mg/l.

Las concentraciones promedio de NH_3 calculadas para 2019 son generalmente inferiores a las calculadas para 2018; sólo en tres estaciones fue más elevada en 2019: RN1, RN7 y RN15 (Fig. 24). Esas mayores concentraciones se reflejan en los promedios anuales, de 0.0009 mg/l en 2019 y 0.0019 mg/l en 2018. El lustro anterior muestra valores más elevados en la cuenca media e inferiores en las cabeceras, resultando en un promedio anual de 0.0007 mg/l.

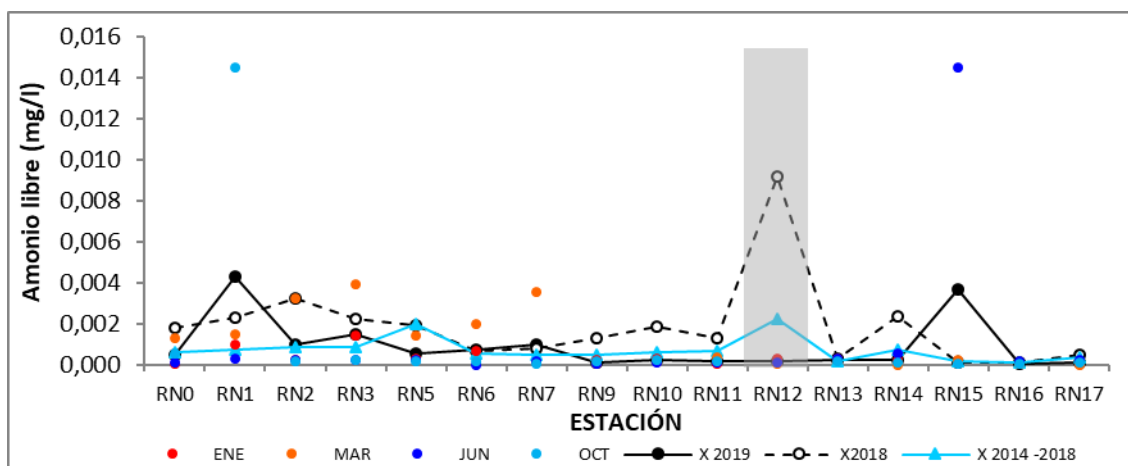


Fig. 24. Variación espacial y temporal del Amonio libre del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Amonio libre para el año 2019. X2018 = promedio Amonio libre para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Amonio libre para el quinquenio precedente.

La distribución espacial del NH_3 revela mayores concentraciones en la cuenca alta y la primera porción de la cuenca media, lo que marca una tendencia a la disminución de concentración hacia la desembocadura, al igual que en 2018. Se destaca un fuerte pico en RN15, que no se observara en 2018. Este pico no muestra influencia sobre la estación de aguas abajo.

La variación temporal en las cuatro campañas no muestran un patrón determinado. Los promedios son similares en las diferentes campañas, y en dos de éstas se destacan los dos fuertes picos observados.

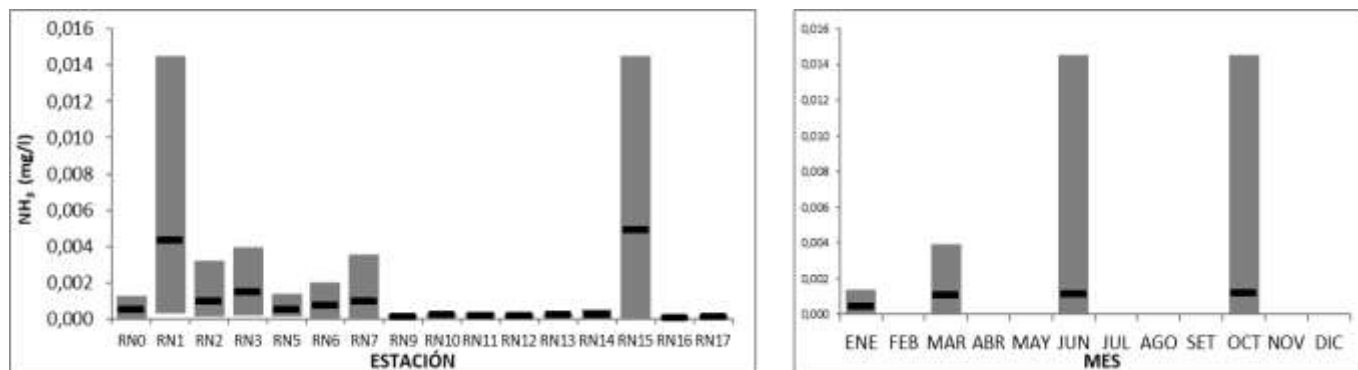


Fig. 25. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Amonio libre (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Todos los valores calculados para esta variable se encuentran por debajo del estándar establecido por el decreto 253 ($< 0,02 \text{ mg/l}$), por lo que, el amonio libre cumple en un 100 % con la normativa.

3.2.2.2.5. Nitrógeno Total (NT)

Las concentraciones de NT fluctuaron entre un mínimo de $0,44 \text{ mg/l}$ (RN1 en enero) y un máximo de $2,81 \text{ mg/l}$ (RN0 en junio), con un promedio de $1,10 \text{ mg/l}$ y una mediana de $0,83 \text{ mg/l}$.

En las cuencas alta y media, las concentraciones de NT en 2019 fueron siempre superiores a las de 2018, mientras que en la cuenca baja fueron inferiores (Fig. 26).

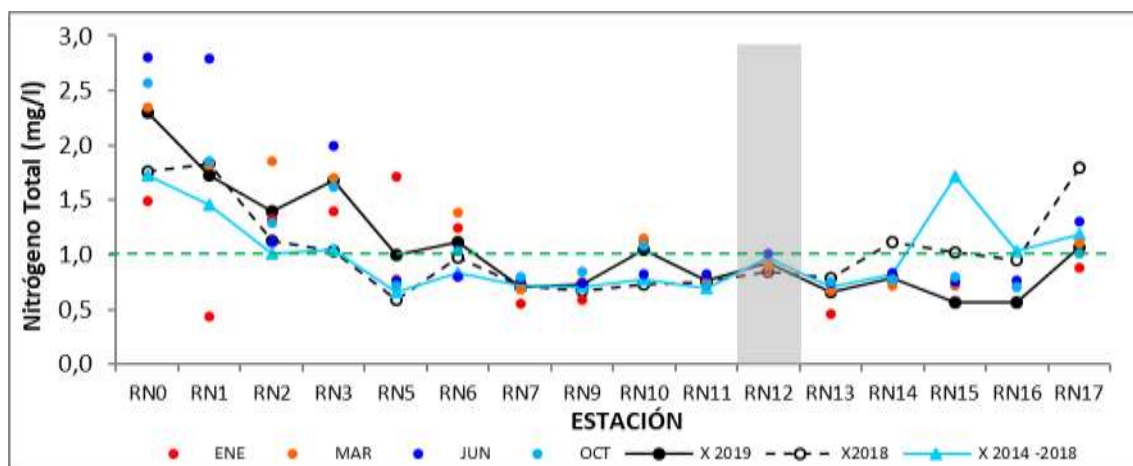


Fig. 26 Variación espacial y temporal del Nitrógeno total del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Nitrógeno total para el año 2019. X2018 = promedio de Nitrógeno total para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Nitrógeno total para el quinquenio precedente. La línea verde marca el valor guía propuesto por la MTA.

La misma variación se aprecia con respecto a los valores del quinquenio previo: valores más elevados en las cuencas alta y media e inferiores en la cuenca baja durante 2019. La sucesión de promedios calculados podría estar mostrando un aumento de la concentración de NT en el cuerpo principal del río Negro. Estos promedios fueron de 1.06 mg/l para 2019, 1.04 mg/l en 2018 y 1.00 en el quinquenio 2014-2018.

El NT muestra una fuerte tendencia a la disminución de su concentración en el sentido del curso del río. En la cuenca alta se registran altas concentraciones y, a partir de la cuenca media, la concentración se estabiliza. Lo mismo sucede con los rangos de variación, amplios en la cuenca alta y reducidos a partir de la cuenca media.

La concentración de NT es uniforme durante el ciclo anual, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas.

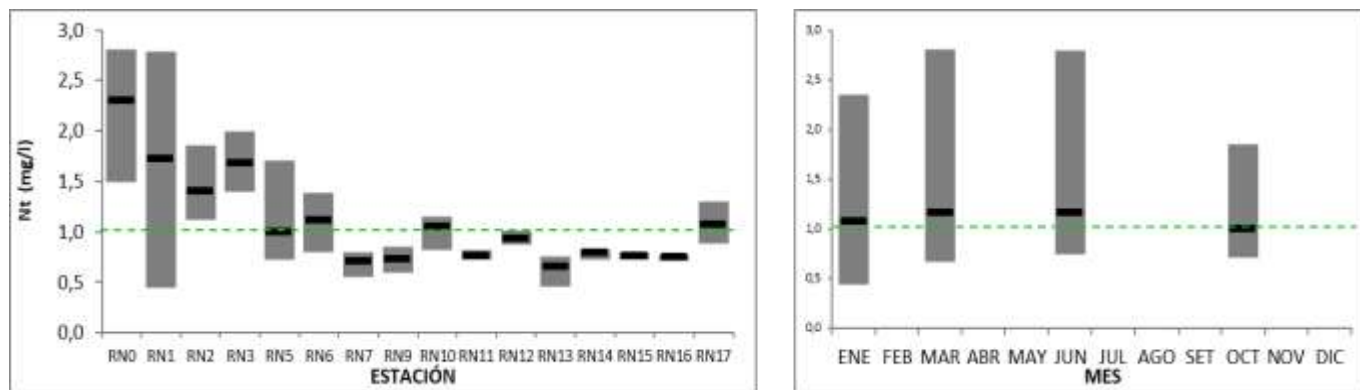


Fig. 27. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Nitrógeno Total (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

De las 61 muestras analizadas durante 2019, 26 de ellas superaron el valor guía propuesto por la MTA, alcanzando un 43 % de incumplimiento.

En la figura 28 se presentan las proporciones de los diferentes componentes del NT en cada campaña y en el promedio anual. Se observa estabilidad de las proporciones relativas, situándose el nitrógeno orgánico (Norg) aproximadamente entre el 70 y el 85%, los NO_3^- entre el 15 y el 30% y los NO_2^- por debajo del 1%, mientras que la fracción NH_3 es mínima en la proporción total. Tanto el NH_3 como el Norg son calculados y no medidos en forma directa.

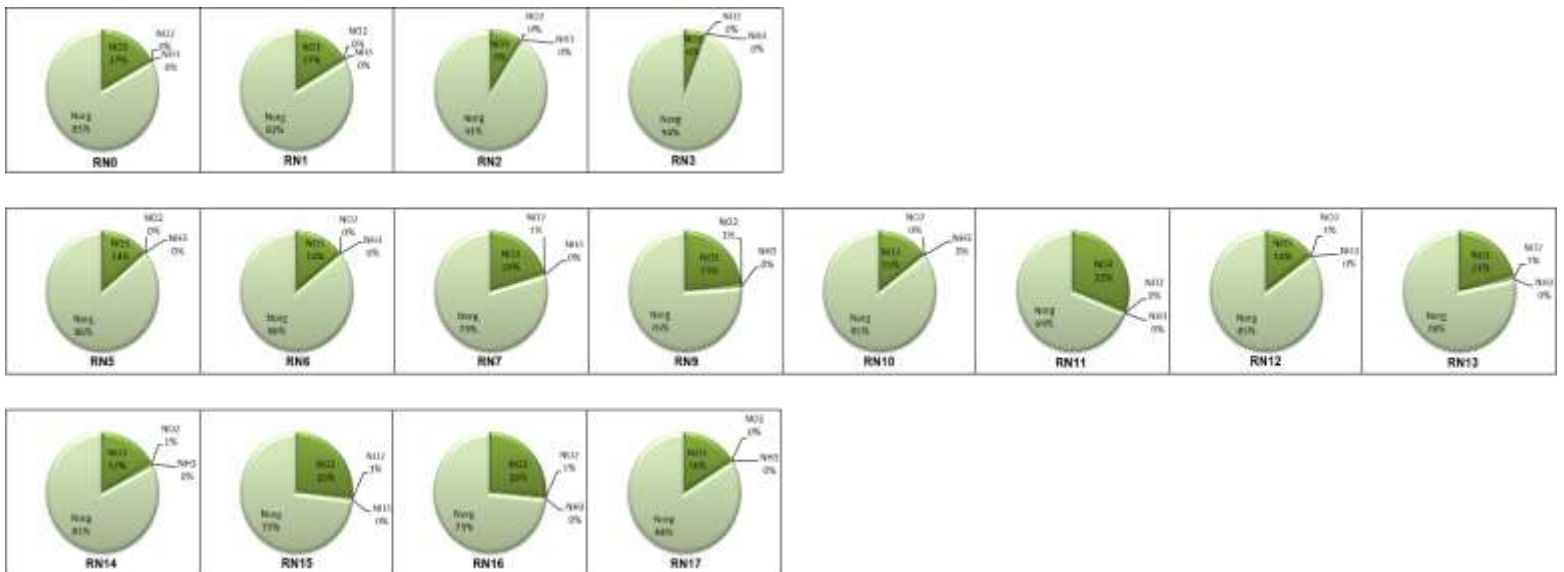
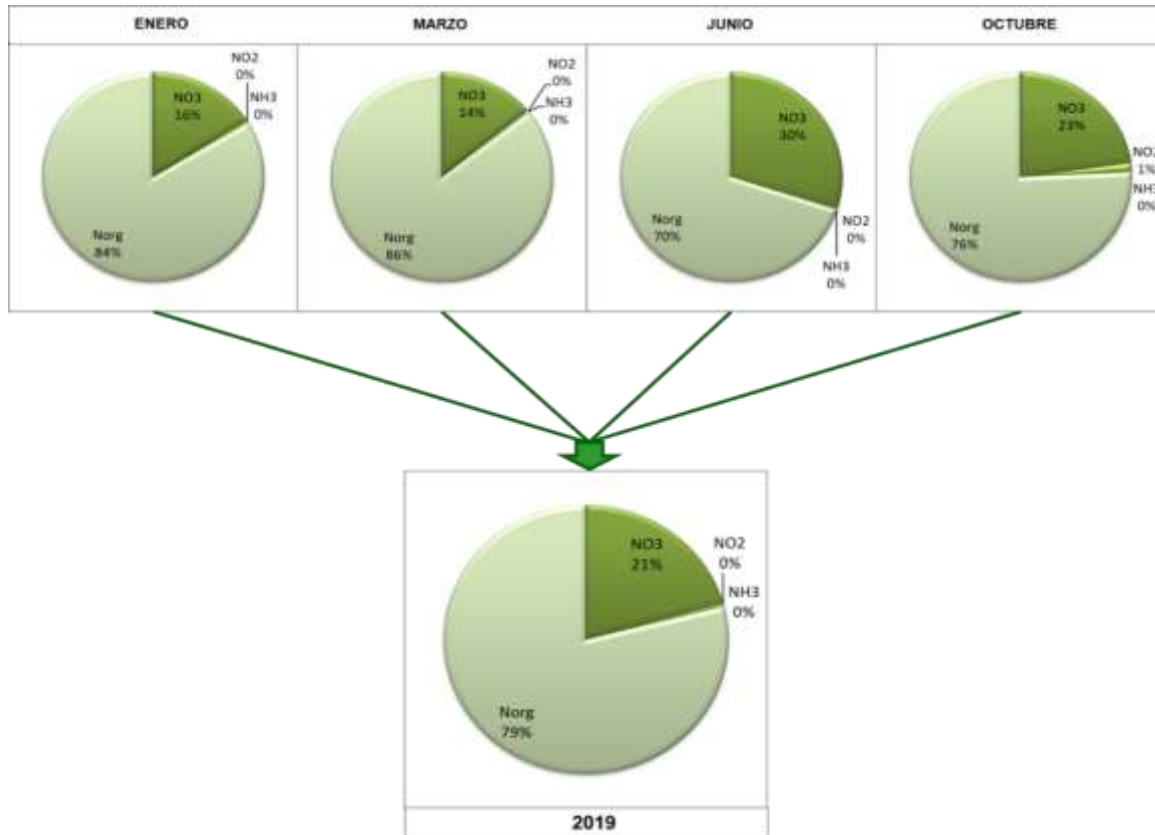


Fig. 28. Superior: Proporción de los diferentes componentes del Nitrógeno Total en cada campaña en el río Negro en 2019. Inferior: Proporción de los diferentes componentes del Nitrógeno Total en cada estación del río Negro durante 2019. Línea superior: cuenca alta, Línea media: cuenca media y línea inferior: cuenca baja NH₃ y Norg, valores calculados.

3.2.2.2.6. Fósforo Reactivo (PO_4^{\equiv})

El PO_4^{\equiv} se encontró en altas concentraciones, fluctuando entre una mínima de 9 $\mu\text{g/l}$ (RN10 en enero) y una máxima de 120 $\mu\text{g/l}$ en dos oportunidades (RN17 en enero y RN12 en junio), con un promedio de 59 $\mu\text{g/l}$ y una mediana de 56 $\mu\text{g/l}$.

La distribución interanual del PO_4^{\equiv} entre 2019 y 2018 muestra concentraciones inferiores en las cuencas alta y media durante 2019, y concentraciones superiores en la cuenca baja (Fig. 29). En ambos años se produce un ingreso de PO_4^{\equiv} por el río Yí (RN12) que aumenta la concentración de PO_4^{\equiv} en la porción final del río. Los promedios de concentración de PO_4^{\equiv} calculados para ambos años son de 58 $\mu\text{g/l}$ en 2019 y de 63 $\mu\text{g/l}$ en 2018. Con respecto al quinquenio previo, durante 2019 se observan valores más elevados en todo el cuerpo principal del río, excepto en la estación RN0. El promedio de concentración del quinquenio fue de 51 $\mu\text{g/l}$.

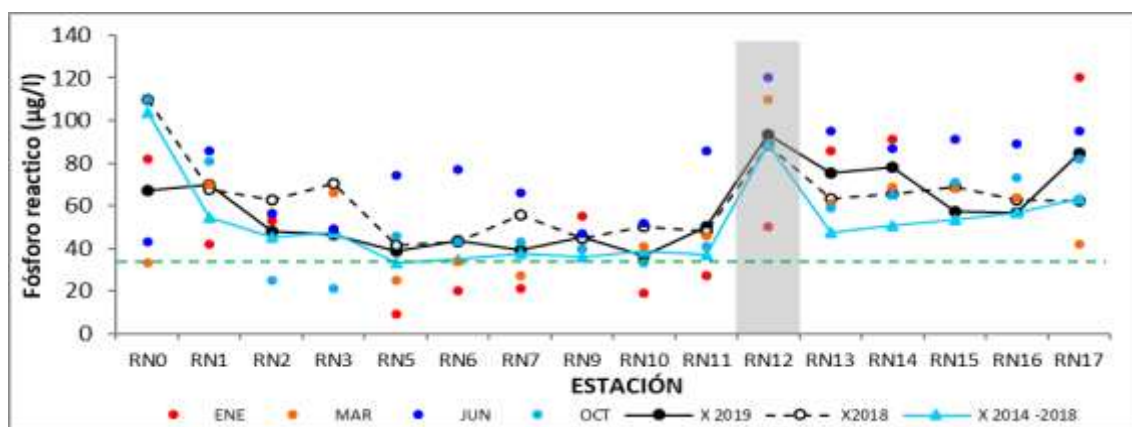


Fig. 29. Variación espacial y temporal de los Fosfatos del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de los Fosfatos para el año 2019. X2018 = promedio de los Fosfatos para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de los Fosfatos para el quinquenio precedente. La línea verde marca el valor guía propuesto por la MTA.

La distribución general del PO_4^{\equiv} muestra una alta concentración en la cuenca alta, que se diluye hacia la cuenca media, donde recibe otro fuerte aporte en RN12 (proveniente del río Yí) que se mantiene en altos valores hasta la desembocadura (Fig. 30). Más allá de esta distribución escalonada, la tendencia (a lo largo de todo el curso) es al aumento hacia la desembocadura.

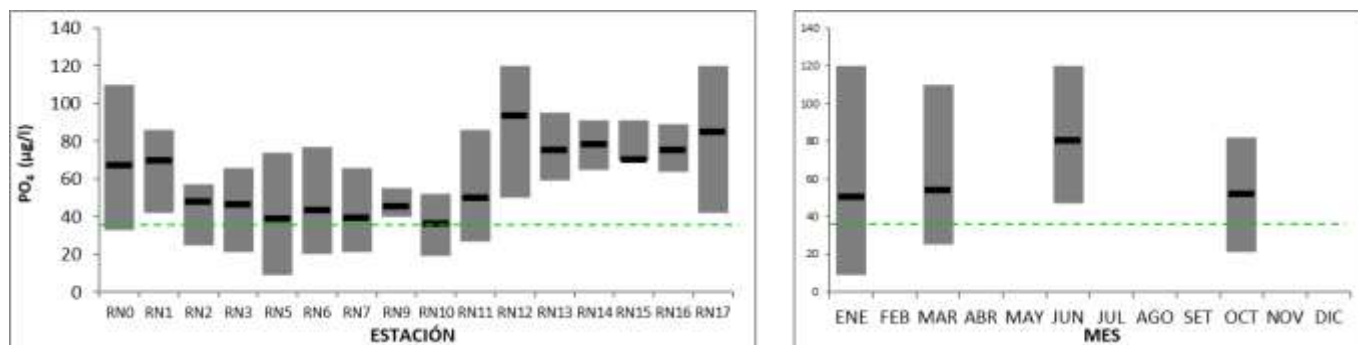


Fig. 30. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Fosfatos (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2018

Si bien los fosfatos no son considerados en el decreto 253/79 y modificativos, la MTA les adjudica un valor guía de 35 $\mu\text{g/l}$. En 49 ocasiones ($n = 61$), los fosfatos superaron ese valor guía, alcanzando un 80% de incumplimiento (Anexo 1)

3.2.2.2.7. Fósforo Total (PT)

Las concentraciones de PT variaron entre un mínimo de 46 $\mu\text{g/l}$ (RN9 y RN10 en marzo) y un máximo de 220 $\mu\text{g/l}$ (RN0 en junio), con un promedio de 114 $\mu\text{g/l}$ y una mediana de 94 $\mu\text{g/l}$.

Durante 2019 las concentraciones de PT son siempre inferiores a las registradas durante 2018 a excepción de tres estaciones: RN12, RN13 y RN17, mientras que las concentraciones del quinquenio precedente son siempre inferiores a las de 2019 (Fig. 31). Estas diferencias generan promedios de 111 $\mu\text{g/l}$ (2019), 121 $\mu\text{g/l}$ (2018) y 88 $\mu\text{g/l}$ (quinquenio 2014-2018).

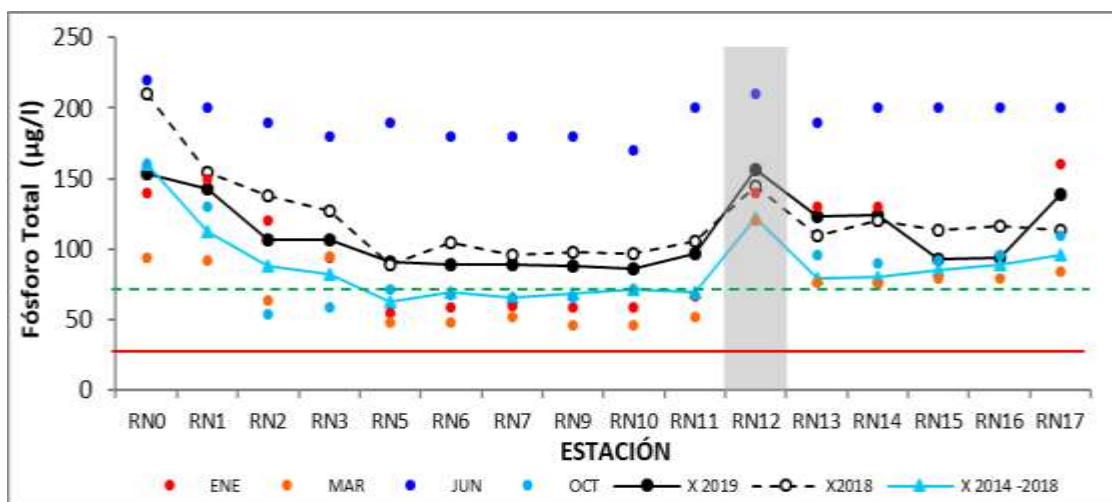


Fig. 31. Variación espacial y temporal del Fósforo Total del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio del Fósforo Total para el año 2019. X2018 = promedio del Fósforo Total para el año 2018. X2014-2018 = Promedio del Fósforo Total para el quinquenio precedente. La línea roja marca el valor estipulado en el decreto 253; la verde el valor sugerido por GESTA Agua.

La distribución general muestra una alta concentración en la cuenca alta, que se diluye hacia la cuenca media y recibe otro fuerte aporte en RN12 (proveniente del río Yí) que se mantiene en altos valores hasta la desembocadura (Fig. 32). Al igual que el PO_4^{3-} , a pesar de esa distribución escalonada, la tendencia general es al aumento de concentración hacia la desembocadura. En las 3 porciones detalladas, los promedios y rangos de variación para cada estación son muy similares.

La variación de concentración en el ciclo anual muestra homogeneidad de promedios en tres de las cuatro campañas realizadas y un notorio incremento de concentración durante la campaña de junio, el cual no tiene explicación directa, más allá de un fuerte ingreso en el período previo a esa campaña y la posterior dilución.

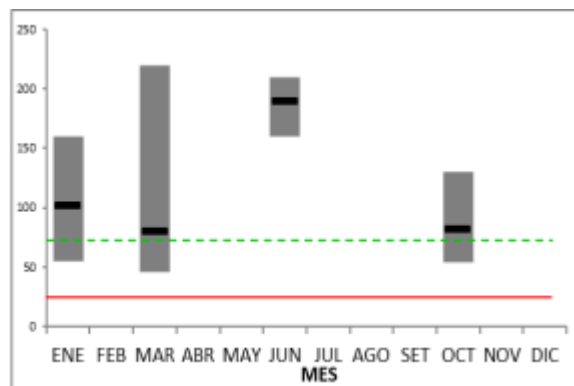
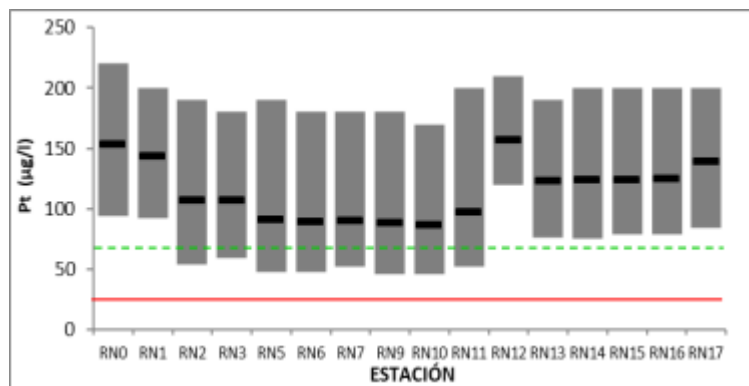


Fig. 32. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Fósforo Total (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Las concentraciones de PT son siempre muy elevadas en todo el curso principal del río. El decreto 253 marca un estándar de 25 $\mu\text{g/l}$ para esta variable, el cual es –ampliamente- superado en el 100 % de las muestras analizadas. El grupo GESTA Agua plantea un valor guía más realista, de 70 $\mu\text{g/l}$. Este valor sugerido es superado en 42/61 muestras, lo que significaría un incumplimiento del 69%.

3.2.2.3. Iones mayoritarios

3.2.2.3.1. Ca

El Ca en aguas del río Negro se ubicó en valores entre un mínimo de 5.0 mg/l (RNO en enero) y un máximo de 13.0 mg/l (RNO y RN15 en junio), con un promedio de 8.7 mg/l y una mediana de 8.2 mg/l.

Las concentraciones promedio del año 2019 son siempre inferiores a las de 2018, excepto en la estación RN7 (Fig. 33). El comportamiento es diferente en ambos años, mientras que en 2019 las concentraciones se distribuyen uniformemente en el curso principal, durante 2018 se producen concentraciones más altas en las cuencas alta y baja. Estas diferencias de concentración redundan en promedios anuales de 8 mg/l en 2019 y 11 mg/l en 2018. La curva representativa del lustro precedente muestra un perfil muy similar al de 2019, aunque siempre con valores más elevados, arrojando un promedio de 10 mg/l para ese período.

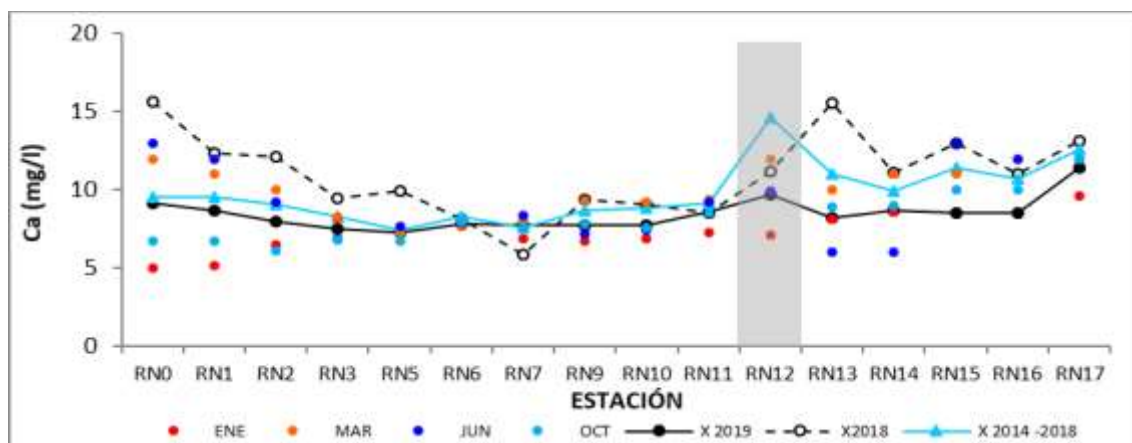


Fig. 33. Variación espacial y temporal del Calcio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Calcio para el año 2019. X2018 = promedio de Calcio para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Calcio para el quinquenio precedente.

La distribución espacial del Ca muestra una tendencia al aumento hacia la desembocadura. A pesar de esta tendencia, las concentraciones más bajas se registran en la cuenca media, con concentraciones más altas en ambas cabeceras. Los rangos de concentración son más amplios en la cuenca alta.

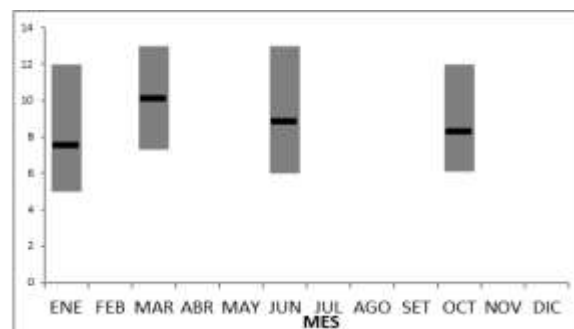
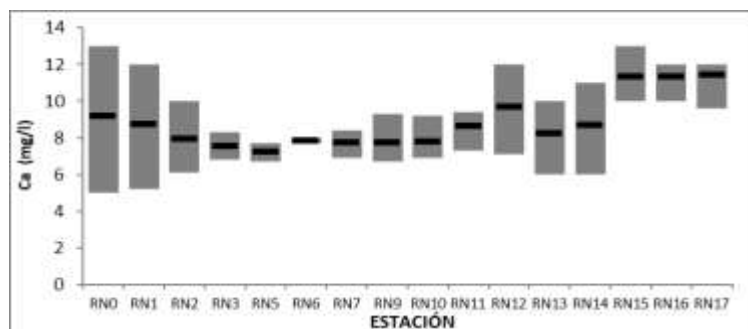


Fig. 34. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Calcio (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019

La variación temporal muestra homogeneidad en todo el ciclo anual, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas.

3.2.2.3.2. Mg

El Mg varió entre una concentración mínima cuantificada de 1.4 mg/l (RN13 y RN14 en junio) y una máxima de 3.6 mg/l (RN12 en marzo), con un promedio de 2.3 mg/l y una mediana de 2.4 mg/l.

Durante 2019 los valores observados son siempre inferiores a los de 2018 (Fig. 35). El perfil de los gráficos es similar, pero en 2018 se miden valores más altos y las fluctuaciones son más marcadas. Esa fuerte diferencia interanual de concentración se refleja en los promedios, de 2.3 mg/l en 2019 y 3.1 mg/l en 2018. Las fluctuaciones en el quinquenio anterior muestran una variación similar, aunque con valores intermedios entre los de ambos años. En concreto, todos los valores del quinquenio son más elevados que los registrados durante 2019. El promedio de concentración durante ese quinquenio fue de 2.8 mg/l.

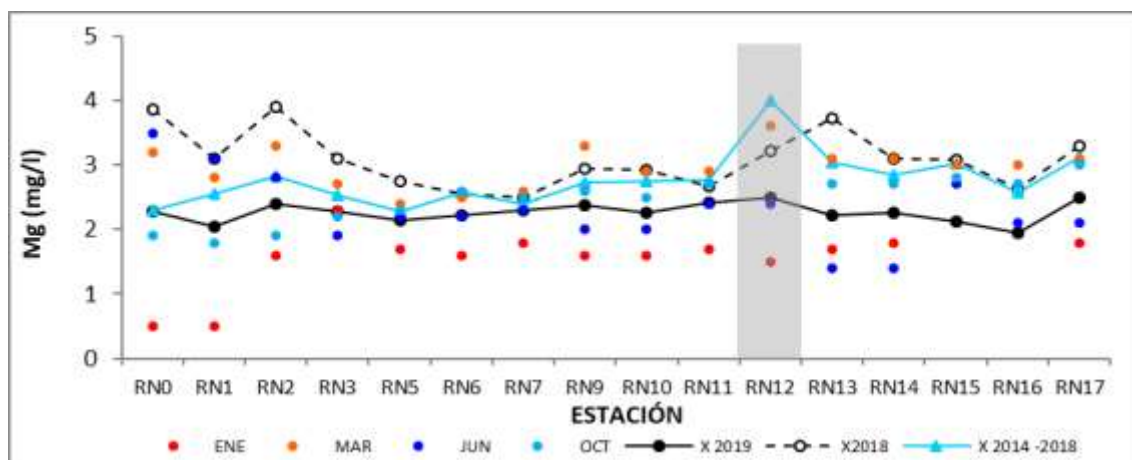


Fig.35. Variación espacial y temporal del Magnesio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Magnesio para el año 2019. X2018 = promedio de Magnesio para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Magnesio para el quinquenio precedente.

La concentración de Mg tiene una leve tendencia al aumento hacia la desembocadura (Fig. 36), a pesar de haber estabilidad en las concentraciones. La diferencia máxima entre promedios es de 0.7 mg/l, pero los más elevados se ven en la cuenca baja. Los rangos de variación más amplios se producen en la cuenca alta, mientras que los más reducidos se dan en la cuenca baja.

No se observa un patrón de variación temporal definido, salvo un menor promedio y mayor rango de variación en las aguas más calientes.

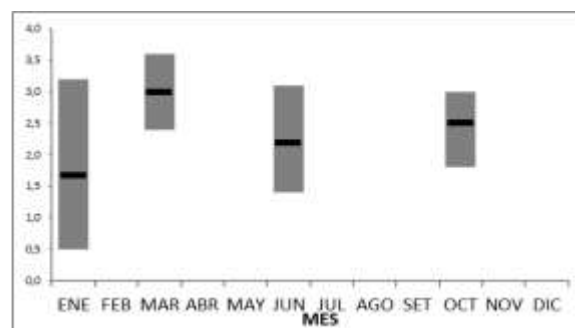
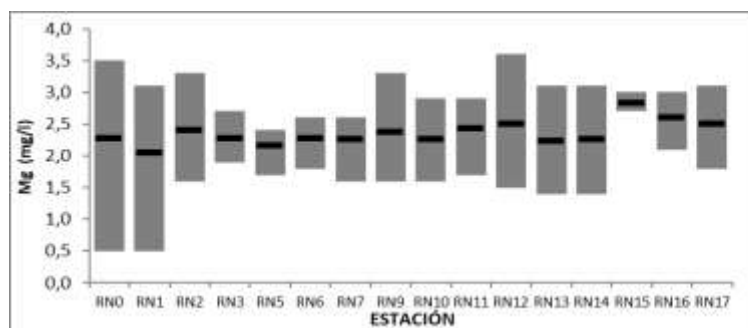


Fig. 36. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Magnesio (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.3.3. Na

Las concentraciones de Na en las aguas del río Negro durante 2019 fluctuaron entre un valor mínimo de 2.2 mg/l (RN9 en enero) y un máximo de 16.0 mg/l (RN1 en junio), con un promedio de 5.2 mg/l y una mediana de 4.5 mg/l.

La distribución de la concentración de Na muestra homogeneidad espacial e interanual (Fig. 37). Los valores registrados muestran que en 2018 las concentraciones siempre fueron mayores que en 2019. Si bien se observan en todo el curso del río, estas mayores concentraciones son bien notorias en la cuenca alta, mientras que en las cuencas media y baja son diferencias leves. Las concentraciones medias calculadas para el lustro anterior son muy similares, ubicándose los valores entre los de 2019 y 2018. Los promedios calculados fueron 5.1 mg/l en 2019, 6.0 mg/l en 2018 y 5.5 mg/l en el lustro precedente.

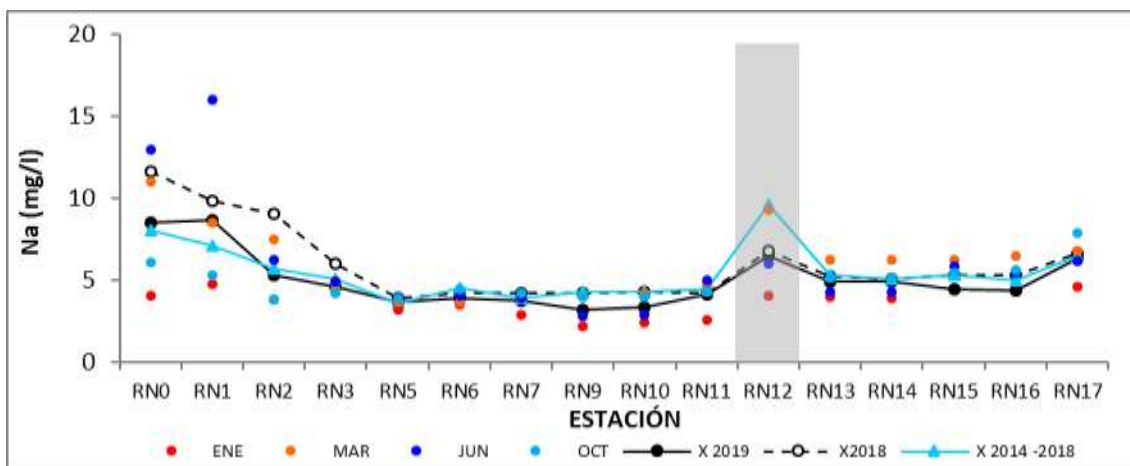


Fig. 37. Variación espacial y temporal del Sodio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Sodio para el año 2019. X2018 = promedio de Sodio para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Sodio para el quinquenio precedente.

Al igual que en años precedentes, el sodio muestra una tendencia a la reducción de la concentración hacia la desembocadura, Se observa el ingreso desde Brasil de un agua con alta concentración de Na, la que se va diluyendo en la cuenca media. Se observa un ingreso de agua con concentración de Na más elevada, proveniente del río Yí que eleva la concentración de Na en la porción final del río.

No se aprecia ningún patrón de variación en el ciclo anual, con promedios similares en las cuatro campañas y rango de variación un poco mayor sólo en la campaña de junio.

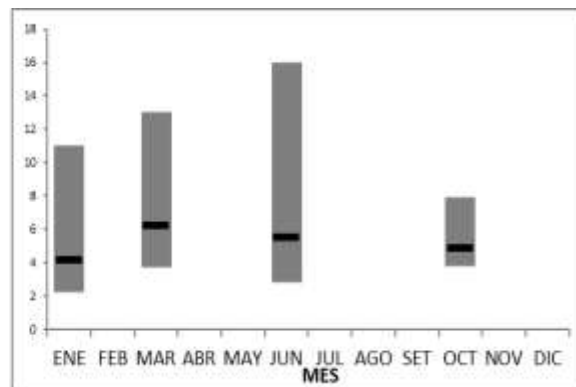
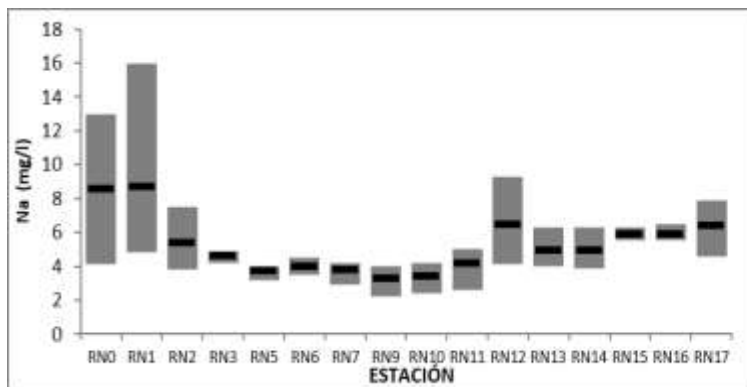


Fig. 38. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Sodio (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.3.4. K

Las concentraciones de K en el río Negro fluctuaron entre un mínimo de 1.5 mg/l (RN5 a RN9 en marzo) y un máximo de 4.5 mg/l (RN1 en junio), con un promedio de 2.2 mg/l y una mediana de 2.0 mg/l.

La distribución de la concentración de K muestra homogeneidad, tanto a nivel espacial como interanual (Fig. 39). Las concentraciones durante 2019 son levemente más bajas que durante 2018, esencialmente en la cuenca alta, mientras que los promedios del quinquenio precedente son inferiores en la cuenca alta y superiores en la cuenca media. Los promedios calculados para los tres casos fueron 2.1 mg/l en 2019 y 2.2 mg/l para 2018 y para el quinquenio 2014-2018.

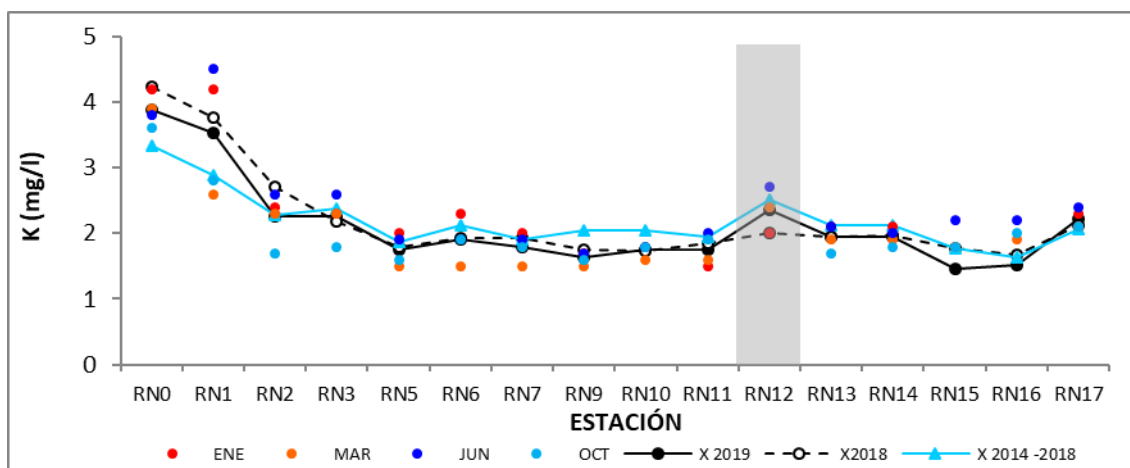


Fig. 39. Variación espacial y temporal del Potasio del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Potasio para el año 2019. X2018 = promedio de Potasio para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Potasio para el quinquenio precedente.

La distribución espacial del K en el curso principal del río Negro muestra una fuerte tendencia a la disminución de la concentración desde las nacientes hacia la desembocadura. La fuerte concentración detectada en la cuenca alta se diluye drásticamente al ingreso en el lago del Rincón del Bonete y se mantiene uniforme hasta recibir el aporte del río Yí (RN12), donde aumenta la concentración. Temporalmente no es posible discernir ningún patrón de variación anual, habiendo homogeneidad de promedios y rangos de variación en todas las campañas.

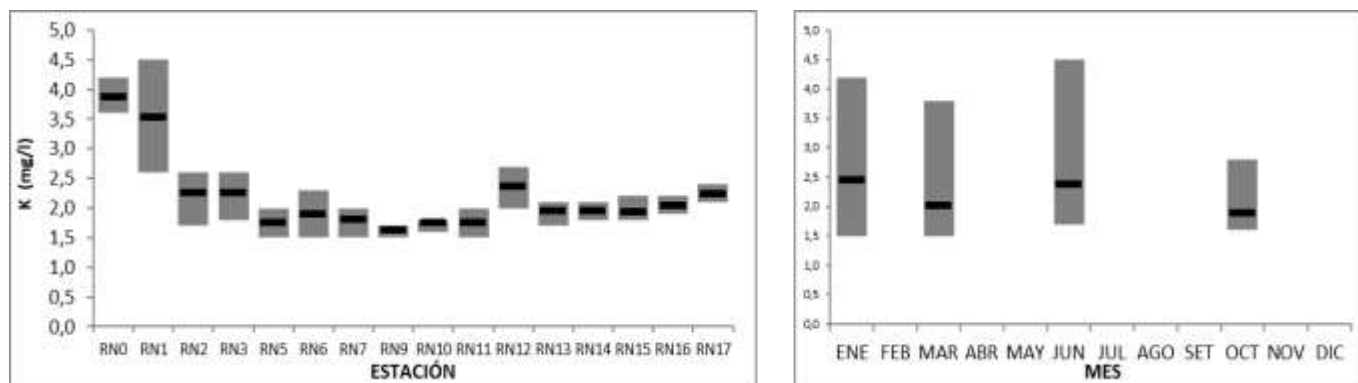


Fig. 40. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Potasio (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.3.5. RAS

Los valores de RAS (Relación de Adsorción de Sodio) en el curso principal del río Negro mostraron un mínimo de 0.20 (RN9 en enero) y un máximo de 1.06 (RN1 en junio), con un promedio de 0.40 y una mediana de 0.36.

Los valores de RAS muestran una gran homogeneidad interanual (Fig. 41). Los perfiles de los tres ciclos considerados son muy similares entre sí, mostrando una ínfima variación tanto espacial como interanual. En 2019 se observan los mayores valores en las cuencas alta y baja, y mínimos en la cuenca media. Los promedios calculados para los tres casos son 0.40 en 2019, 0.42 en 2018 y 0.41 en el quinquenio precedente.

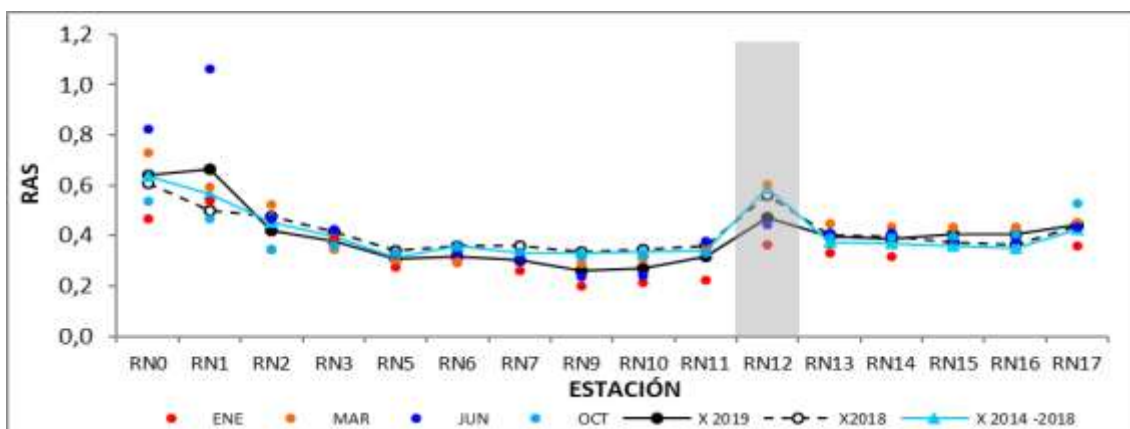


Fig. 41. Variación espacial y temporal de la RAS del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de RAS para el año 2019. X2018 = promedio de RAS para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de RAS para el quinquenio precedente.

Los valores de la RAS muestran una clara tendencia a la reducción hacia la desembocadura (Fig. 42). Se observan los más altos valores de RAS en la cuenca alta, la que se van diluyendo en la cuenca media. Se observa un ingreso de agua con una RAS más elevada, proveniente del río Yí que eleva los valores de RAS en la porción final del río.

No se aprecia ningún patrón de variación en el ciclo anual, con promedios similares en las cuatro campañas y rango de variación un poco mayor sólo en la campaña de junio.

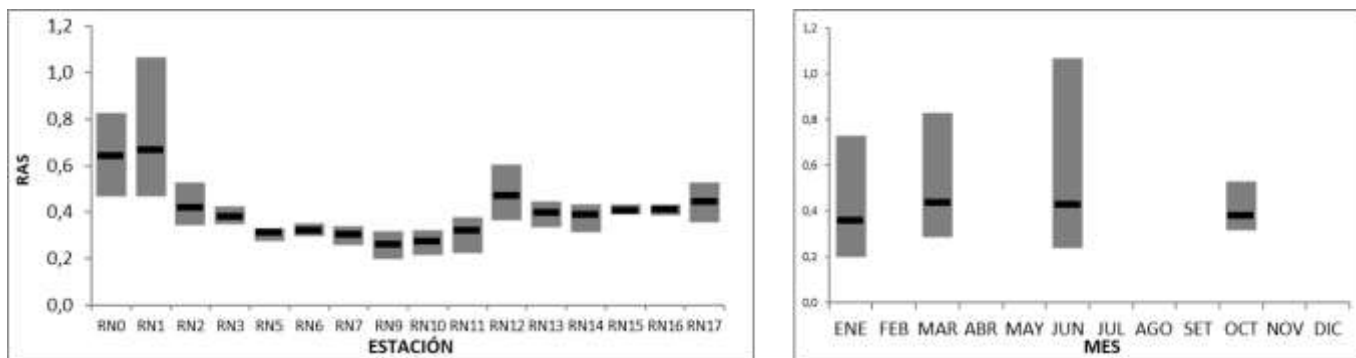


Fig. 42. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la RAS (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Como regla general, el agua que tiene una RAS por debajo de 3 es considerada como segura para el riego. El análisis de la RAS calculada para cada punto de muestreo revela que esta relación se mantiene dentro de estos valores.

3.2.2.4. Sólidos

3.2.2.4.1. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los SST fluctuaron en concentraciones entre una mínima de 5 mg/l en cuatro ocasiones (RN17 en enero, RN16 en marzo y RN15 y RN16 en octubre) y una máxima de 80 mg/l (RN1 en enero), con un promedio de 12 mg/l y una mediana de 5 mg/k.

La variación interanual de la concentración de SST en el río Negro es muy escasa (Fig. 43). Sólo en la cuenca alta se aprecia una diferencia de concentración con respecto a 2018, con concentraciones más elevadas en 2018, mientras que en las cuencas baja y media los resultados son muy similares. Con respecto al quinquenio previo, sólo se distingue una concentración inferior en RNO y homogeneidad en el resto del curso principal del río. Los promedios calculados son de 12 mg/l en 2019, 18 mg/l en 2018 y 13 mg/l en el lustro anterior,

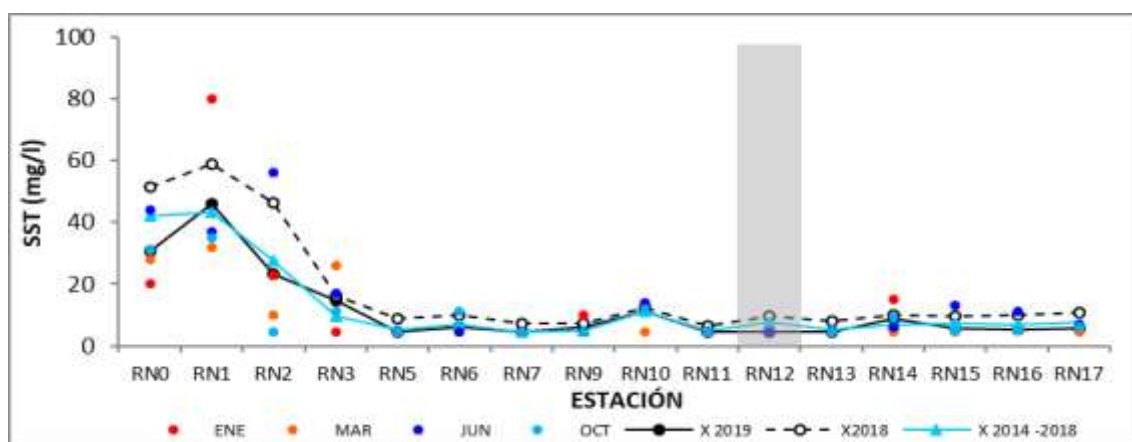


Fig. 43. Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendidos Totales del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de los SST para el año 2019. X2018 = promedio de los SST para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de los SST para el quinquenio precedente.

Como en años anteriores, los SST muestran una clara tendencia al descenso de concentración hacia la desembocadura (Fig. 44). Se observan fuertes concentraciones en la cuenca alta y homogeneidad espacial a partir de la cuenca media.

La variación temporal no muestra un patrón definido, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas,

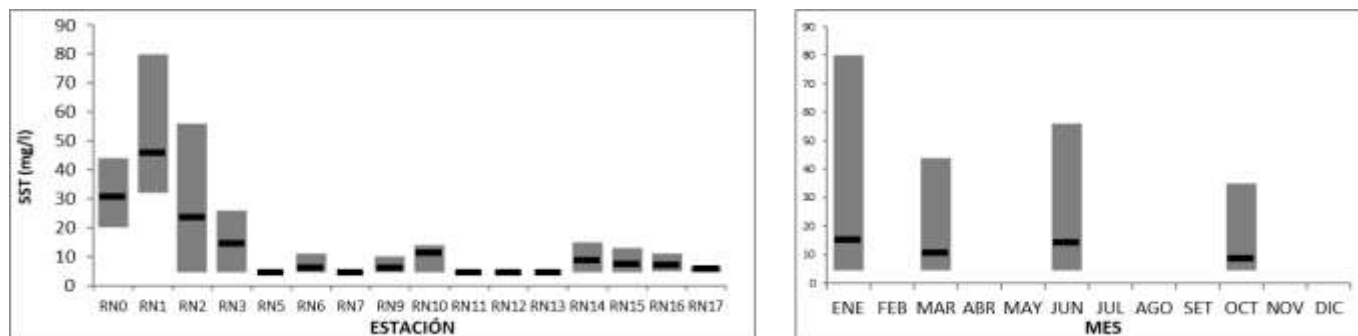


Fig. 44. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Sólidos Suspendedos Totales (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.4.2. Sólidos Totales (ST)

ST – Las concentraciones de ST variaron entre un mínimo de 70 mg/l (RN10 en junio) y un máximo de 230 mg/l (RN2 en junio), con un promedio de 116 mg/l y una mediana de 100 mg/l. Las concentraciones registradas durante 2019 fueron siempre inferiores a las de 2018 y del quinquenio previo (que tienen fluctuaciones muy similares entre sí). Esto se refleja en los promedios calculados, de 112 mg/l en 2019, 134 mg/l en 2018 y 132 mg/l en el quinquenio 2014-2018. Se presentan con altos valores en la cuenca alta y un descenso paulatino hasta la estación RN11 (Fig. 45). En la estación RN12 se produce un ingreso, proveniente de las aguas del río Yí que aumentan la concentración, seguido de un descenso progresivo hacia la estación RN17. La tendencia general es al descenso de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura. Presentan homogeneidad temporal durante 2019, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas.

STF – Los registros de STF se ubicaron entre un mínimo de 28 mg/l (RN7 en marzo) y un máximo de 160 mg/l (RN1 en octubre), con un promedio de 67 mg/l y una mediana de 60 mg/l. Al igual que en el caso de los ST, los valores observados durante 2019 son siempre inferiores a los de 2018 (que tiene valores similares al quinquenio precedente). Estas diferencias generan promedios de 65 mg/l en 2019, 90 mg/l en 2018 y 85 mg/l en el quinquenio precedente. La distribución espacial de los STF es similar a la de los ST; un fuerte descenso de concentración desde RNO hasta RN7 y a partir de ahí un leve aumento hacia la desembocadura (Fig. 45). También, la tendencia general es a la disminución de la concentración desde las nacientes hacia la desembocadura. Presentan homogeneidad temporal durante 2018, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas.

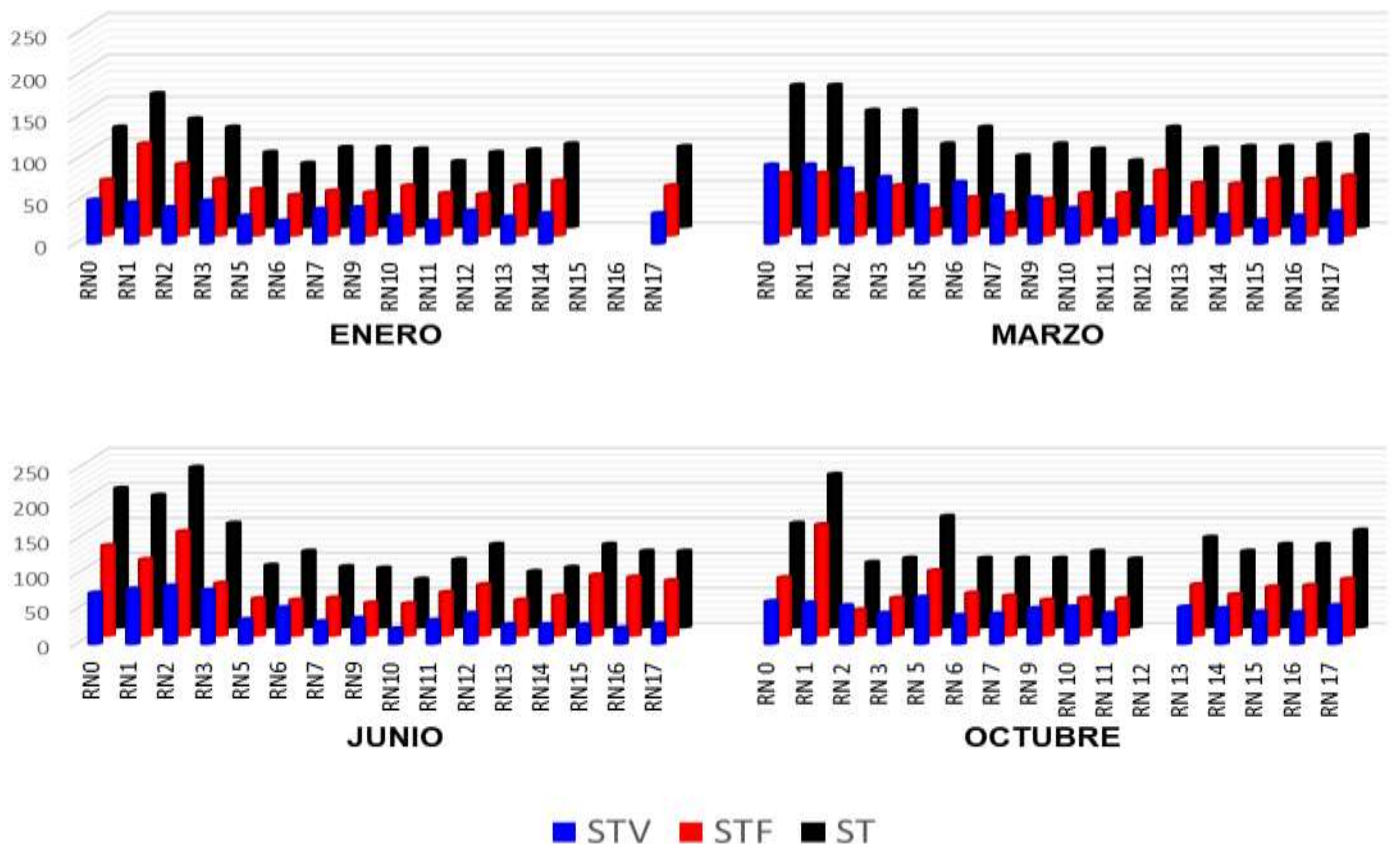


Fig. 45. Variación espacial y temporal de los Sólidos Totales (ST, STF y STV) en el río Negro durante 2019.

STV – Los STV fluctuaron entre un mínimo de 23 mg/l (RN10 en junio) y un máximo de 95 mg/l (RN0 y RN1 en marzo), con un promedio de 49 mg/l y una mediana de 44 mg/l. Muestran una evidente homogeneidad espacio-temporal, con una mínima variación interanual marcada por valores más altos en la primera mitad del río y más bajos en la segunda mitad, durante 2019. Los promedios anuales remarcan la estabilidad de esta variable, con 47 mg/l en 2019, 45 mg/l en 2018 y 47 mg/l en el quinquenio precedente. La distribución espacial de los STV es similar a la de los otros sólidos, aunque menos abrupta (Fig. 45). Las diferencias entre valores extremos son menores que en los ST y STF. Se mantiene la tendencia a la reducción de concentraciones desde las nacientes hacia la desembocadura. Tampoco muestran un ciclo de variación anual, con promedios y rangos de variación similares en las cuatro campañas realizadas.

3.2.2.5. Variables biológicas

3.2.2.5.1. Clorofila α

Las concentraciones de clorofila α en el río Negro se mantuvieron generalmente en valores bajos, ubicándose en guarismos entre un mínimo de 2.3 $\mu\text{g/l}$ (RN17 en marzo y RN0 en junio) y un máximo de 8.8 $\mu\text{g/l}$ (RN5 en enero), con un promedio de 2.1 $\mu\text{g/l}$ y una mediana de 1.4 $\mu\text{g/l}$.

Las concentraciones de clorofila observadas en 2019 son siempre inferiores a las registradas durante 2018, llegando, en algunas estaciones a valores que son tres veces inferiores (Fig. 46). Las concentraciones

durante 2019 son siempre La distribución espacial, el perfil de las curvas, es similar en ambos años, con picos en RN5, RN9, RN12 y RN17. La variación en el lustro precedente es muy cercana a la de 2019 (en la mayor parte de las estaciones, con mayores concentraciones), a excepción de la cuenca alta. Los promedios anuales confirman estas diferencias, siendo de 2.1 $\mu\text{g/l}$ en 2019, 73 $\mu\text{g/l}$ en 2018 y 3.1 $\mu\text{g/l}$ en el quinquenio 2014 - 2018.

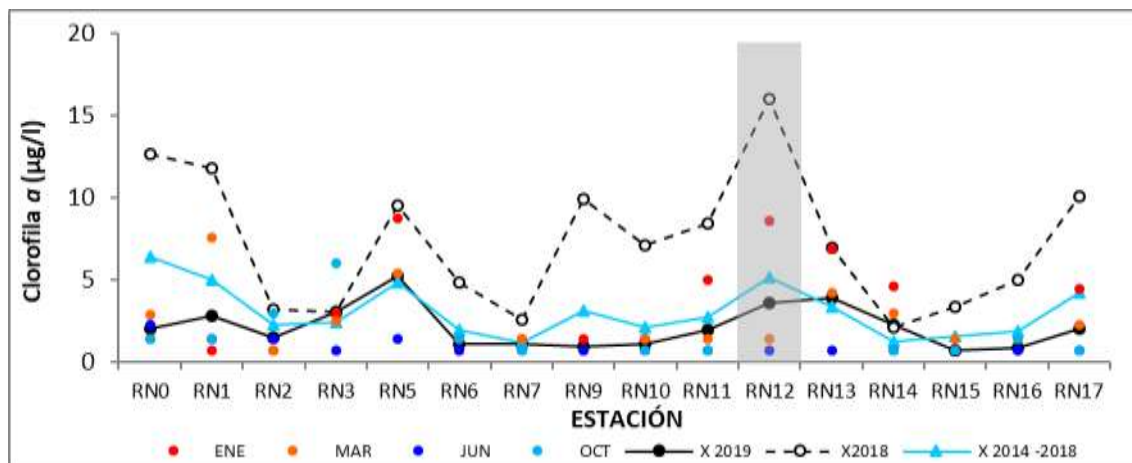


Fig. 46. Variación espacial y temporal de la Clorofila a del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de la Clorofila a para el año 2019. X2018 = promedio de la Clorofila a para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de la Clorofila a para el quinquenio precedente.

La distribución espacial de las concentraciones de clorofila presenta una tendencia general a la disminución desde las nacientes hacia la desembocadura, como ya se observara en años previos (Fig. 47). La distribución espacial de las concentraciones de clorofila es, groseramente, sinusoidal, con más altos valores y rangos de variación en las estaciones RN0 a RN5, valores y rangos de variación muy bajos entre RN6 y RN10, nuevamente valores y rangos altos entre RN11 y RN14, y bajos en la posición final. Dentro de esta distribución, se destaca el aporte del río Yí por intermedio de la estación RN12.

Se observan altas concentraciones en meses con óptimo de temperatura e insolación.

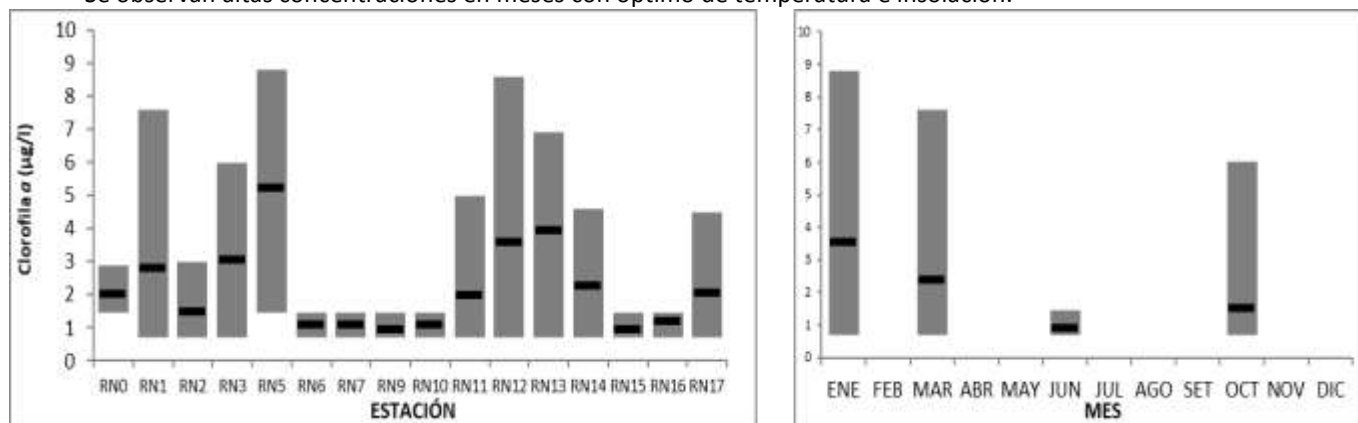


Fig. 47. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Clorofila a (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

La clorofila no está contemplada en el decreto 253; sin embargo, la MTA le asigna un valor guía de 30 $\mu\text{g/l}$. Considerando este valor, la clorofila cumple en el 100 % de las muestras analizadas (Anexo 1).

3.2.2.5.2. Feofitina α

La feofitina fue cuantificada en sólo 4 oportunidades en todo el ciclo anual. De estas, el mínimo cuantificado fue de 5.6 $\mu\text{g/l}$ (RN1 en enero) y el máximo de 16.0 $\mu\text{g/l}$ (RN5 en marzo), con un promedio de 2.6 $\mu\text{g/l}$ y una mediana de 1.9 $\mu\text{g/l}$.

Las únicas concentraciones cuantificables se producen en el primer tercio del río (Fig. 48) y el resto de la cuenca se mantiene estable en valores por debajo del límite de la técnica.

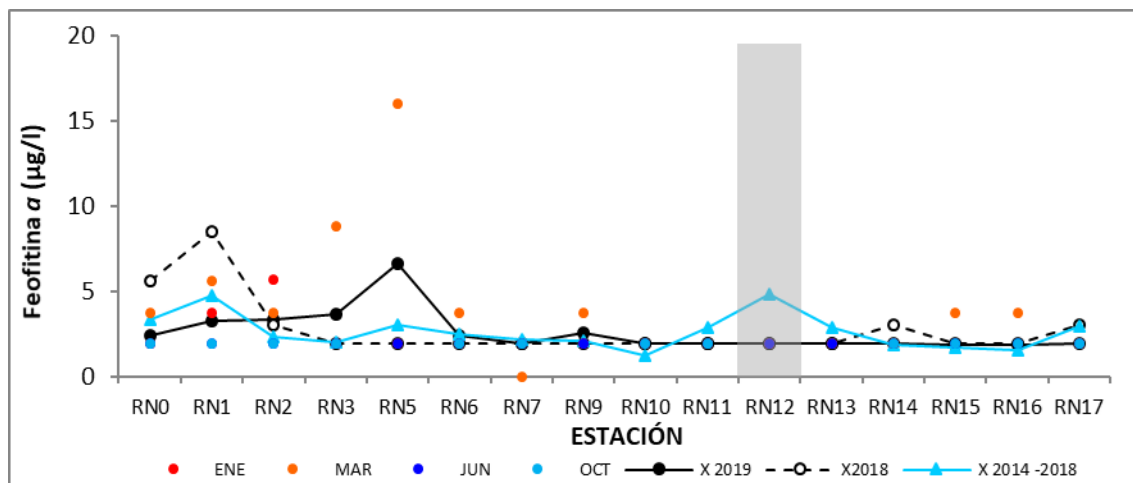


Fig. 48. Variación espacial y temporal de la Feofitina α del agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de la Feofitina α para el año 2019. X2018 = promedio de la Feofitina α para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de la Feofitina α para el quinquenio precedente.

Para conocer el estado fisiológico de la población algal en el momento del muestreo, se calcula la relación entre clorofila a y feofitina α . Esta relación provee una indicación aproximada de la cantidad de células vivas con respecto al material detrítico. Valores altos de esta relación (superiores a 1), implican una población más joven, en producción, mientras que valores bajos (inferiores a 1) representan una población senescente.

De los resultados presentados en la tabla VIII se desprende que el estado de la población algal fue aceptable durante el ciclo anual (en el momento de las cuatro campañas realizadas), mostrando en muchos casos valores cercanos a 1. A pesar de esto, sólo en la mitad de las estaciones se constataron relaciones clo/feo que indicaran que el fitoplancton se encontraba en desarrollo, primando sobre la fracción detrítica, siendo la estación más productiva RN13, ubicada en el lago de la represa de Palmar..

En particular esta producción se presentó en el mes más cálido muestreado (febrero), mientras que, en la campaña de setiembre, con aguas más frías se dio el menor crecimiento de la población fitoplanctónica.

Más allá de detectarse valores bajos de clorofila (mayormente en julio y setiembre), los aún más bajos valores de feofitina pueden favorecer los resultados de esta relación clo/feo.

Tabla VIII. Relación Clo/Feo para las distintas estaciones del río Negro (parte superior) en los diferentes meses muestreados en 2019 (parte inferior). Mínimo, máximo y promedio para cada caso.

	min	prom	max
RN0	0,76	0,88	1,21
RN1	0,19	0,77	1,36
RN2	0,12	0,66	1,58
RN3	0,28	1,35	3,16
RN5	0,34	1,91	4,63
RN6	0,19	0,52	0,76
RN7	0,37	0,57	0,76
RN9	0,19	0,44	0,76
RN10	0,37	0,57	0,76
RN11	0,37	1,03	2,63
RN12	0,37	1,89	4,53
RN13	0,37	2,07	3,63
RN14	0,37	1,18	2,42
RN15	0,37	0,37	0,39
RN16	0,37	0,51	0,76
RN17	0,37	1,08	2,37
Febrero	0,12	1,85	4,63
Mayo	0,19	0,76	2,21
Setiembre	0,37	0,50	1,21
Noviembre	0,37	0,83	3,16

3.2.2.5.3. Coliformes termotolerantes (ColiTermo)

Los Coliformes termotolerantes del río Negro –durante 2019- fluctuaron en densidades de entre una mínima de 40 UFC/100ml (RN12 en junio) y una máxima de 31 000 UFC/100ml (RN2 en enero), con un promedio de 656 UFC/100ml y una mediana de 105 UFC/100ml.

Existe una clara diferencia interanual de las densidades de Coliformes entre 2019 y 2018. Durante 2019 se observan densidades más altas en la cuenca media del río, y más bajas en las cuencas alta y baja (Fig. 49). La curva del quinquenio precedente concuerda mayormente con la del 2019. Los promedios anuales calculados son de 561 UFC/100ml para el 2019 (directamente influenciado por el pico máximo, de 31 000 UFC/100 ml), 226 UFC/100ml en 2018 y 283 UFC/100ml en el quinquenio precedente.

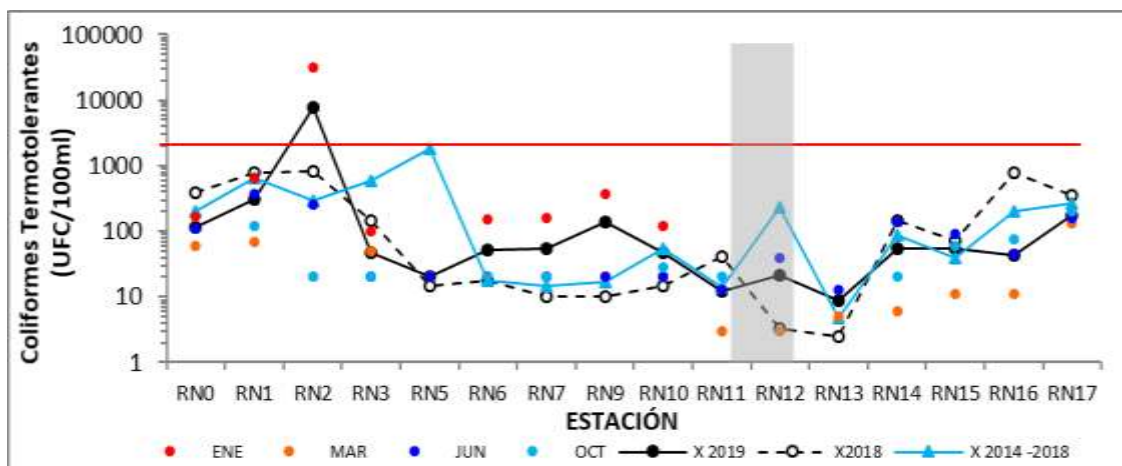


Fig. 49. Variación espacial y temporal de los Coliformes Termotolerantes en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Coliformes Termotolerantes a para el año 2019. X2018 = promedio de Coliformes Termotolerantes para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Coliformes Termotolerantes para el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto 253.

Las densidades de ColiTermo reportadas en el curso principal del río Negro durante 2019 son generalmente bajas y muestran una tendencia general a la disminución desde la cuenca alta hacia la desembocadura. Más allá de esta tendencia, al igual que en años precedentes, la distribución de densidades muestra valores más altos en las cabeceras e inferiores en la cuenca media (Fig. 50).

La distribución temporal de las densidades de ColiTermo es homogénea en tres de las campañas, registrándose promedios y rangos de variación similares; y un promedio y rango mayores en la campaña de febrero, en que se produjo el fuerte pico de abundancia.

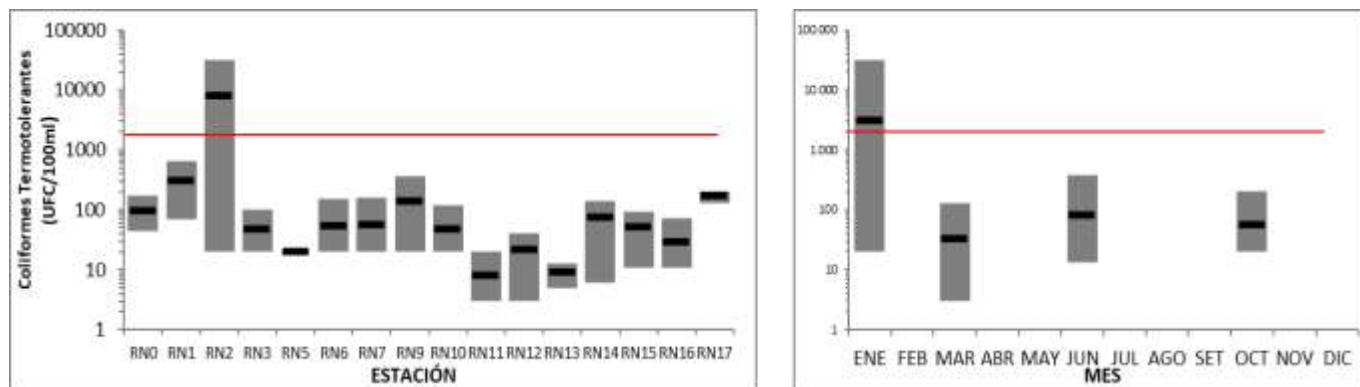


Fig. 50. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Coliformes Termotolerantes (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Las variaciones espaciales y temporales de las abundancias de ColiTermo se encuentran, durante la mayor parte del ciclo, muy por debajo del estándar marcado en el decreto 253 (2000 UFC/100ml). Este estándar se ve superado en sólo 1 ocasión (RN2 en enero), resultando en un incumplimiento de la norma en el 2 % de las muestras obtenidas (Anexo 1).

Si bien los valores de ColiTermo en el río Negro no alcanzan límites de riesgo, llaman la atención las más altas abundancias observadas en la parte alta de la cuenca.

3.2.2.6. DBO₅

La DBO₅ se mantuvo en valores promedialmente bajos, ubicándose entre una concentración mínima de 1.43 mg/l (RN17 en octubre) y una máxima de 7.60 mg/l (RN3 en junio), con un promedio de 1.68 mg/l y una mediana de 0.86 mg/l.

A excepción de las estaciones RN0 y RN3 el perfil de los gráficos de variación de la concentración de DBO₅ es muy similar en 2019 y 2018 (Fig. 51). Alternando valores en la cuenca alta, a partir de RN5 las concentraciones durante 2019 son siempre inferiores a las de 2018. El lustro anterior tiene un comportamiento similar, con concentraciones ubicadas –generalmente– entre las de 2019 y 2018. Los promedios calculados son de 1.6 mg/l en 2019, 2.1 mg/l en 201 y de 1.8 mg/l en el quinquenio precedente.

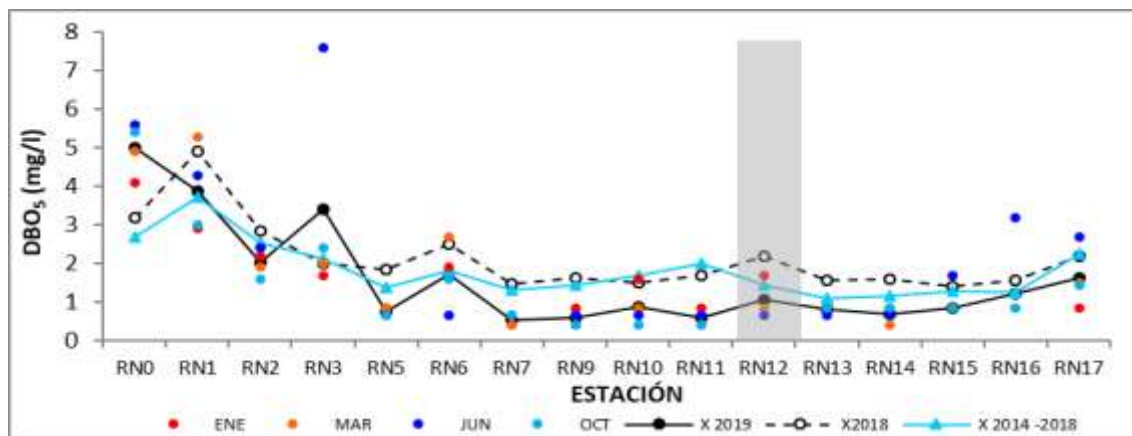


Fig. 51. Variación espacial y temporal de la DBO₅ en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de DBO₅ para el año 2019. X2018 = promedio de DBO₅ para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de DBO₅ para el quinquenio precedente.

La distribución espacial de la DBO₅ muestra una clara tendencia a la disminución de la concentración hacia la desembocadura (Fig. 52). Las más altas concentraciones se aprecian en la cuenca alta, produciéndose una fuerte disminución hasta RN9 y a partir de ese punto se estabiliza hasta el final de la cuenca, notándose, incluso, un leve aumento en las estaciones de la cuenca baja.

La variación temporal de la DBO₅ durante 2019 muestra homogeneidad (en concentración y en rango de variación) en las cuatro campañas realizadas.

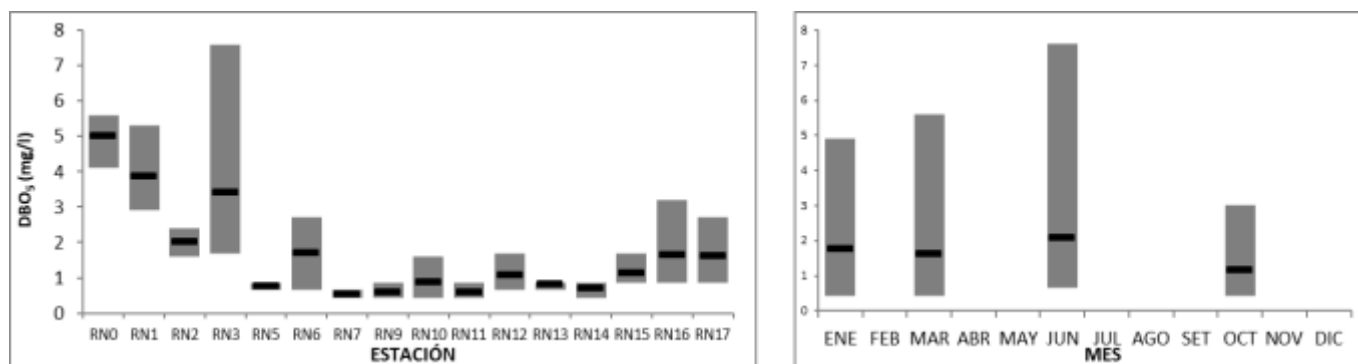


Fig. 52. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la DBO₅ (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Esta variable está contemplada en el decreto 253, donde se le asigna un estándar de 10 mg/l. En las 61 muestras analizadas todos los resultados obtenidos estuvieron por debajo de ese valor, con lo cual se asigna a la DBO₅ un cumplimiento del 100 % con respecto a la norma (Anexo 1).

3.2.2.7. Sustancias fenólicas

Las sustancias fenólicas fluctuaron entre una concentración mínima cuantificable de 1.40 µg/l en tres oportunidades (RN2 y RN11 en enero y RN13 en octubre) y un máximo de 16.00 µg/l (RN0 en enero), con un promedio de 1.80 µg/l y una mediana de 0.65 µg/l.

Las variaciones interanuales muestran alternancia de concentraciones entre 2019 y 2018 pero, en líneas generales, se observan más altas concentraciones durante 2019 en la estación RN0 y en la segunda mitad de la cuenca media, mientras que en 2018 se registran más altas concentraciones en la primera porción de la cuenca media y en la cuenca baja (Fig. 53). Las concentraciones en el quinquenio precedente se ubican entre

las de estos dos últimos años y los promedios calculados para cada caso son de 1.73 $\mu\text{g/l}$ en 2019., 2.24 $\mu\text{g/l}$ en 2018 y 1.94 $\mu\text{g/l}$ en el quinquenio 2014 – 2018.

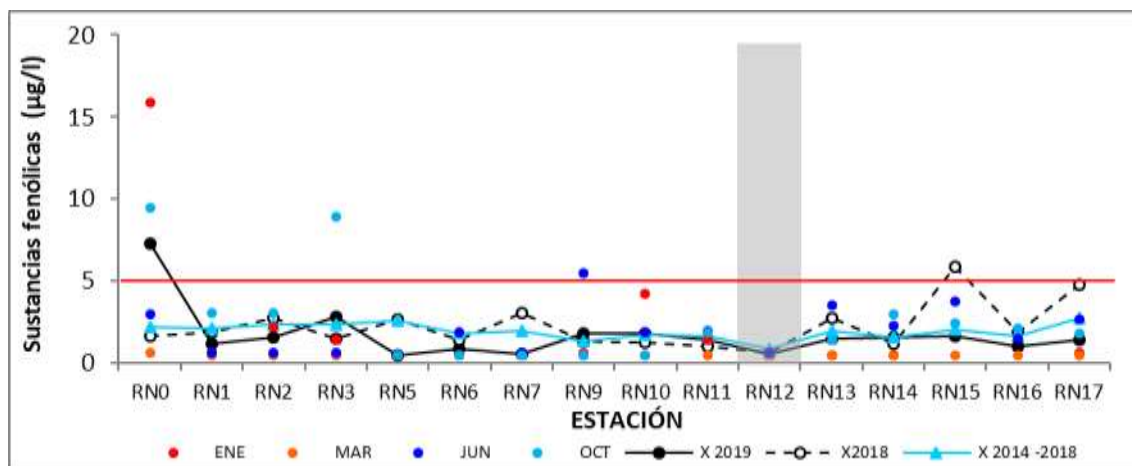


Fig. 53. Variación espacial y temporal de las Sustancias Fenólicas en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de las Sf para el año 2019. X2018 = promedio de las Sf para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de las Sf para el quinquenio precedente. La línea roja marca el estándar fijado en el decreto 253.

La distribución espacial de las sustancias fenólicas muestra una tendencia a la disminución hacia la desembocadura, a diferencia de lo observado durante 2018 (Fig. 54).

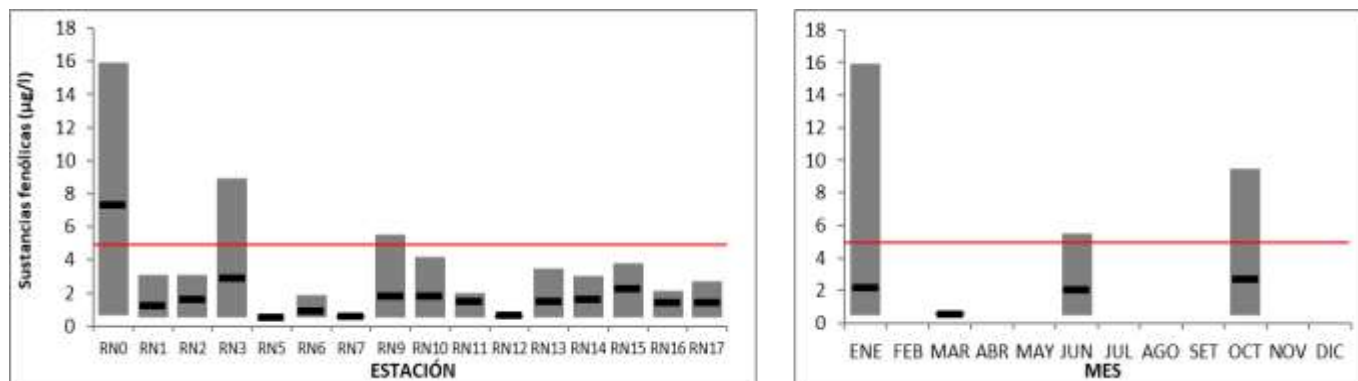


Fig. 54. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de las Sustancia Fenólicas (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

Durante 2019 se observan muy altas concentraciones de sustancias fenólicas en la estación RN0. Estas altas concentraciones invierten la tendencia al aumento hacia la desembocadura. A partir de esa estación con concentración particular, se observa homogeneidad de concentraciones en el resto de las estaciones. (Fig. 54).

La variación temporal de las sustancias fenólicas en 2019 muestra promedios similares en las cuatro campañas, pero rangos de variación muy diferentes,

El 59% del total de las muestras colectadas no pudieron ser cuantificadas, por encontrarse las concentraciones por debajo del límite de la técnica. Del 41% de los resultados cuantificados (25), en 4 casos se superó el estándar fijado en el decreto 253 (5 $\mu\text{g/l}$), En total se registró un 7 % de incumplimiento del estándar (Anexo 1), similar a lo reportado en 2018 (8%).

3.2.2.8. AOX

Sólo el 13% de las 61 muestras de AOX analizadas pudieron ser cuantificadas. Los ocho resultados registrados, variaron entre una concentración mínima de 18 µg/l en dos oportunidades (RN1 en junio y RN2 en octubre) y una máxima de 46 µg/l (RN15 en junio), con un promedio de 11 µg/l y una mediana de 20 µg/l.

Debido a que el decreto 253 no contempla los AOX, se utiliza el valor establecido en la República Federal de Alemania (LAWA, 1991), como valor de referencia (< 25 µg/l). Considerando este límite, 3 de las medidas cuantificables superaron el rango estipulado, alcanzando un 5% de incumplimiento (Anexo 1)

3.2.2.9. Cianuro y Arsénico

Para el cianuro todas las muestras analizadas arrojaron resultados por debajo del límite de detección de la técnica utilizada (Anexo 4).

El cianuro tiene un límite de detección equivalente al estándar fijado en el decreto 253 (<5 µg/l). Esta característica implica que en las muestras que se detecte, ya se estaría superando el estándar, por lo cual deja pocas posibilidades de reacción ante su aparición. Mejorar la respuesta de la técnica sería una solución óptima para el caso.

Considerando que ninguna de las medidas realizadas alcanzó los límites de la técnica, se desprende que el cianuro no incumplió la norma en todo el ciclo anual (Anexo 1).

En el caso del Arsénico, de las 61 muestras tomadas en el año, sólo en cinco ocasiones se detectaron concentraciones cuantificables (8 %). De ellas, el mínimo fue de 2 µg/l en dos oportunidades (RN0 y RN1 en junio) y el máximo de 7.0 µg/l (RN14 en junio). A excepción de la estación RN14, donde se produce el pico con más concentración de As, todos los promedios calculados son inferiores a los registrados en 2018.

Uno de estos valores cuantificados de As supera el estándar fijado en el decreto 253 (≤ 5 µg/l) (Anexo 1), por lo que esta variable incumple con lo establecido en la norma en el 2% de los casos, a diferencia del año precedente, en el que no se incumplía esta norma.

3.2.2.10. Metales pesados

3.2.2.10.1. Cd, Hg, Ni, Pb, Cr, Zn

Sólo en 21 ocasiones (n = 366) se observaron resultados cuantificables en alguna de estas variables. Puntualmente, en 4 oportunidades el Cd, 4 oportunidades el Cr, 5 veces el Ni, 5 veces el Pb y 3 veces el Zn.

En el caso del Cd, las cuatro muestras cuantificadas superan el valor establecido en el decreto 253 (≤ 0.10 µg/l), con un mínimo de 0.10 µg/l (RN2 en junio) y un máximo de 6.00 µg/l (RN11 en junio). Particularmente, en el caso del Cd, el estándar se corresponde con el límite de la técnica. Para esta variable, los cuatro valores que superan el estándar representan un incumplimiento del 7% con respecto a la norma.

Para el Cr, la mínima concentración registrada fue de 1 µg/l (RN3 en junio) y la máxima de 9 µg/l (RN9 en junio). Los valores registrados no superan el estándar fijado en ninguna ocasión, cumpliendo en un 100 % de las medidas con el valor guía (Anexo 1).

El Hg se mantuvo siempre en valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica.

El Ni fue cuantificado sólo en cinco ocasiones, variando, en éstas, entre una concentración mínima de 5 µg/l (RN10 en enero) y una máxima de 36 µg/l (RN12 en enero). En una ocasión se superó el estándar fijado en el decreto 253 (20 µg/l), alcanzándose, de esta forma, un incumplimiento del 2% (Anexo 1)

El Pb fue cuantificado en sólo cinco oportunidades, registrando una concentración mínima de 7 µg/l (RN11 en junio) y una máxima de 11 µg/l (RN10 en enero). Los cinco valores superan el estándar fijado por el decreto 253 (3 µg/l), alcanzando un 8 % de incumplimiento (Anexo 1).

El Zn, por su parte, fue cuantificado en 3 oportunidades, generando una concentración mínima de 23 $\mu\text{g/l}$ (RN2 en junio) y una máxima de 31 $\mu\text{g/l}$ (RN0 en junio). El máximo valor detectado para esta variable supera el estándar fijado por el decreto 253 ($\leq 30 \mu\text{g/l}$), generando un incumplimiento del 2 % (Anexo 1)

En los resultados de los metales pesados se genera un problema metodológico que impide tener certeza de su real influencia en la calidad del agua del sistema: los límites de la técnica para estos elementos son iguales, o incluso superiores, al estándar del decreto 253 (Tabla IX). Se hace necesario ajustar la técnica para reducir los límites de la misma.

Tabla IX: Límite de detección, límite de cuantificación y valor estándar para algunos de los metales monitoreados en el río Negro.

	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
LD	0,7	2,0	0,2	6,0	2,0	5,0
LC	2,0	10,0	0,5	20,0	7,0	16,0
Estandar	0,1	10	0,1	20	3	30

3.2.2.10.2. Fe

El Fe del río Negro durante 2019 fue medido en valores de entre un mínimo de 0.39 mg/l (RN7 en enero) y un máximo de 3.10 mg/l (RN0 en junio), con un promedio de 1.21 mg/l y una mediana de 1.20 mg/l.

Las curvas de promedios (Fig. 55) muestran que las concentraciones, a excepción de la estación RNO fueron siempre inferiores en 2019 con respecto a 2018. Los valores promedio calculados para el quinquenio 2014 – 2018 son inferiores a los de 2019 hasta la estación RN10. A partir de ese punto son prácticamente iguales. Los promedios calculados para cada caso son de 117 mg/l en 2019, 1.47 mg/l en 2018 y 1.04 mg/l en el quinquenio precedente.

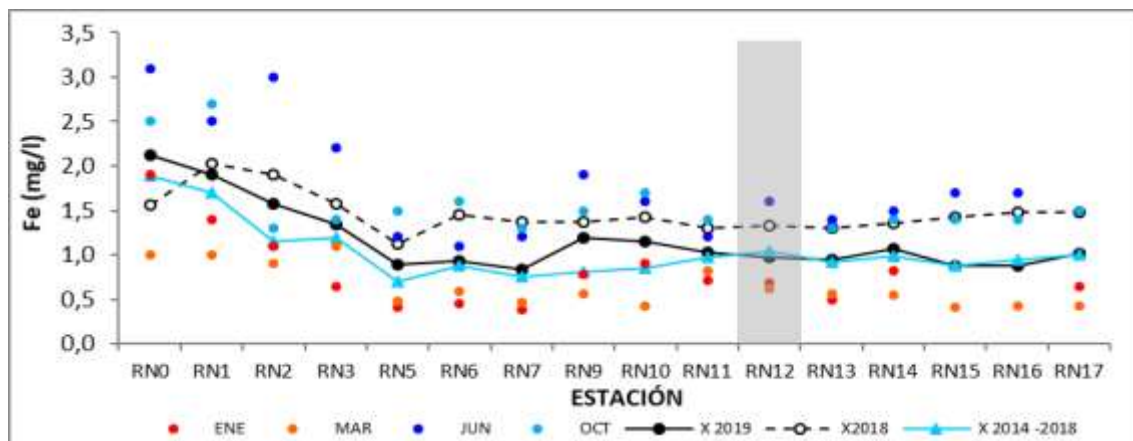


Fig. 55. Variación espacial y temporal del Hierro en el agua a lo largo del río Negro en las 4 campañas de monitoreo del año 2019. El recuadro marca RN12, con fuerte influencia del río Yí. X2019 = promedio de Fe para el año 2019. X2018 = promedio de Fe para el año 2018. X2014-2018 = Promedio de Fe para el quinquenio precedente.

Las concentraciones de Fe en el río Negro muestran una tendencia a la disminución hacia la desembocadura. La máxima concentración se constata en RN0 y desde allí un paulatino descenso hasta RN5, alcanzando el menor promedio de la cuenca. El resto de las estaciones tienen promedios y rangos de variación similares entre sí. Esta distribución es igual a la observada en 2018.

No se observa un patrón definido de variación en el ciclo anual.

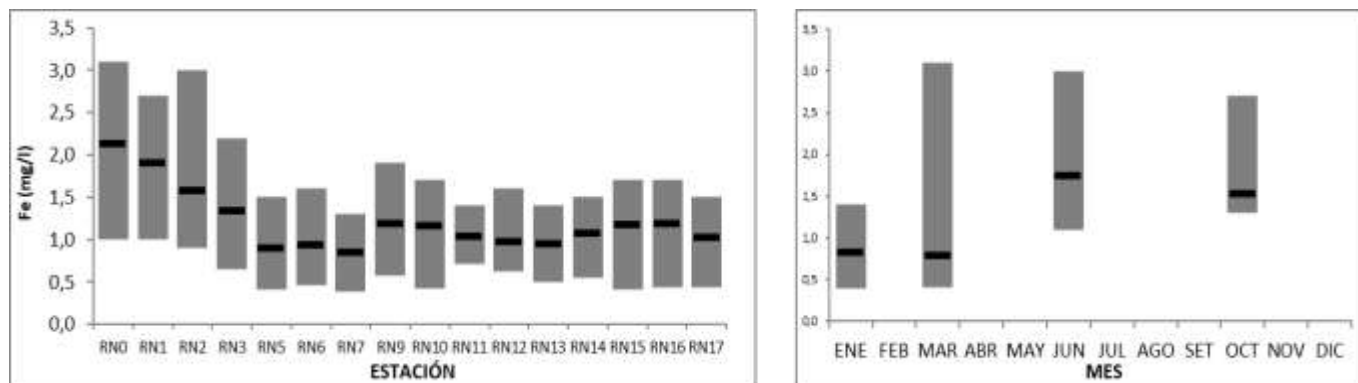


Fig. 56. Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Hierro (promedio y rango de variación) en el río Negro durante 2019.

3.2.2.11. Plaguicidas

Hasta la campaña de junio de 2019, los plaguicidas considerados en la cuenca del río Negro eran 14: Endosulfan (α , β y SO_4), Aldrin, Dieldrin, Atrazina, Glifosato, AMPA; Heptacloro, p.p' (DDD, DDE y DDT), Lindano y Metoxiclor (Anexo 6).

A partir de la campaña de octubre de 2019 se agregó un nuevo paquete, que consta de 27 nuevos plaguicidas:

Atrazina desisopropil, Atrazina desetil, Trifluralina, Trifloxiestrobina, Clordano (Trans), Clordano (Cis), Azoxiastrobina, Alfa cipermetrina, Alacloro, Simazina, o,p DDT, o,p DDT, o,p DDD, Mirex, Metil parathion, Malatión, Hexaclorobenceno, Heptacloro epóxido, Fluroxipir meptil, Fipronil, Etión, Etil parathion, Endrin, Diuron, Diazinon, Clorpirifos y Clorpirifos Metil.

Actualmente, entonces, se analizan –rutinariamente- 41 plaguicidas diferentes.

Los plaguicidas fueron muestreados en cinco estaciones seleccionadas como representativas:

- RN1: Río Negro y ruta 44. Primer puente sobre el río.
- RN5: Embalse de Rincón del Bonete, aguas arriba de la represa.
- RN9: Embalse de Baygorria, aguas arriba de la represa.
- RN12: Desembocadura del río Yí.
- RN13: Embalse de Palmar, aguas arriba de la represa.

Considerando los 41 plaguicidas seleccionados, se realizaron 430 análisis en el ciclo anual. De estos 430 análisis sólo ocho de ellos arrojaron un resultado cuantificable y pertenecen a:

Glifosato: Un solo valor cuantificado (n = 23). Este valor, 1.47 $\mu\text{g/l}$, es muy inferior al valor guía propuesto por el grupo GESTA Agua (65 $\mu\text{g/l}$), por lo que el glifosato cumple al 100% con la norma.

AMPA: Tres valores de AMPA fueron cuantificados en el ciclo anual (n = 11). Estos valores fueron de 0.50 $\mu\text{g/l}$, 0.54 $\mu\text{g/l}$ y 0.66 $\mu\text{g/l}$. En el caso del AMPA, por tratarse de derivados no tóxicos del glifosato, no tiene valor fijado en el decreto 253 pero, de todas formas, las concentraciones detectadas son bajas.

Azoxiastrobina: es el plaguicida más cuantificado, con 4 apariciones en los 5 análisis realizados. Estos valores fueron: 0.0028 $\mu\text{g/l}$, 0.005 $\mu\text{g/l}$, 0.0061 $\mu\text{g/l}$ y 0.0082 $\mu\text{g/l}$. Esta variable no está legislada en el decreto 253 y no tiene valor propuesto en ninguno de los grupos de trabajo.

3.2.3. Índices de Calidad de Agua

3.2.3.1. Índice de Estado Trófico (IET)

La aplicación del IET para las estaciones del río Negro durante 2019 muestra que, en líneas generales, el río se encuentra en estado Mesotrófico en la cuenca media y en estado Eutrófico en las cabeceras (Fig. 57 y 59).

RN0	RN1	RN2	RN3	RN5	RN6	RN7	RN9	RN10	RN11	RN12	RN13	RN14	RN15	RN16	RN17
62	61	59	60	58	58	58	58	58	59	62	60	60	60	60	61

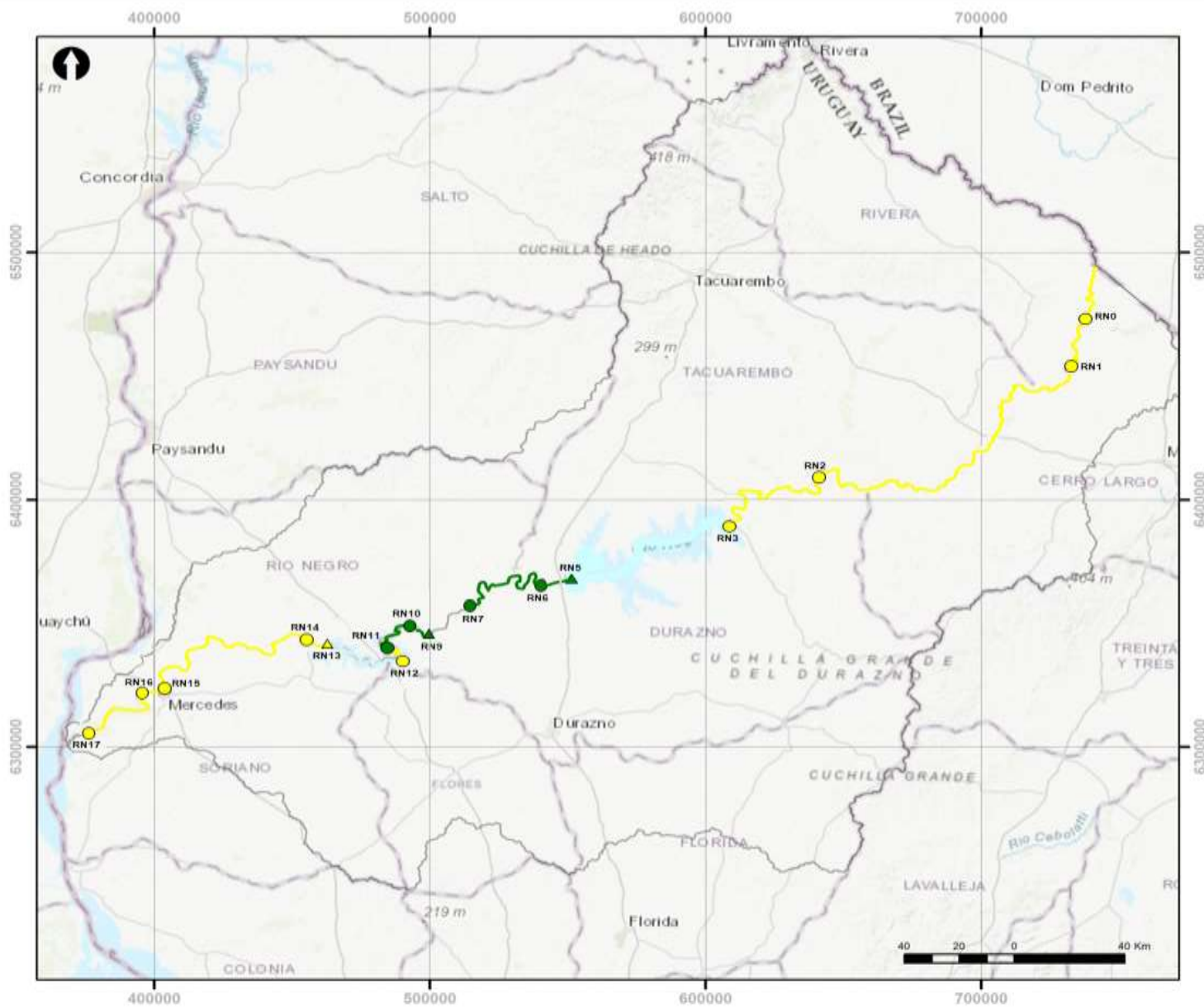
Fig. 57. Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019. Las diferencias de categoría con los mismos valores de índice son consecuencia del redondeo de cada índice

Se aprecia un cambio significativo con respecto a lo observado el año 2018: 6 estaciones (RN5 a RN11) que mostraban valores de eutrofia, muestran una recuperación parcial, a valores de Mesotrofia. Asimismo, un valor Supereutrófico en la estación RN0 también presentó una ligera mejoría y se situó en un estado Eutrófico (Fig. 58).

AÑO	RN0	RN1	RN2	RN3	RN5	RN6	RN7	RN9	RN10	RN11	RN12	RN13	RN14	RN15	RN16	RN17
2015		62	60	60	60	59	59	59	60	59	60	60	60	59	60	60
2016	63	61	59	59	58	58	58	59	59	58	61	59	59	60	60	61
2017	60	58	57	56	56	56	56	56	56	55	63	57	58	58	59	60
2018	63	62	61	61	59	60	59	60	60	60	62	60	61	60	60	60
2019	62	61	59	60	58	58	58	58	58	59	62	60	60	60	60	61

Fig. 58. Resultado de la aplicación del IET en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019 y comparación con los años anteriores.

En total, 13 valores del índice IET muestran una mejoría interanual con respecto a 2018, mientras que los tres restantes aumentan el valor, mostrando un desmejoramiento de la calidad de agua en esos tres puntos (RN12, RN15 y RN17). Este desmejoramiento es, en los tres casos, reducido, no llegando a un cambio de categoría.



MVOTMA **DINAMA**
 Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente | Dirección Nacional de Medio Ambiente

MONITOREO RÍO NEGRO

IET: Índice de Estado Trófico. Clasifica los cuerpos de agua en diferentes grados de trofia (enriquecimiento de nutrientes).

Nivel trófico	Fósforo total (mg/L)	IET
Ultraoligotrófico	≤ 13	≤ 47
Oligotrófico	13 < PT ≤ 35	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	35 < PT ≤ 137	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	137 < PT ≤ 296	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	296 < PT ≤ 640	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	> 640	> 67



Elaboración: (D.I.A.) División información Ambiental - DINAMA - MVOTMA
 Fuente: División Calidad Ambiental - Departamento Evaluación Calidad del AGUA - DINAMA - MVOTMA

Fecha:	Proyección: UTM 21S	Lamina:
Escala: 1:2.000.000	Datum: WGS_1984	1

Fig. 59. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Estado Trófico (IET) durante 2019

3.2.3.2. Índice de Calidad de Agua (IQA)

La aplicación del IQA para las estaciones del río Negro durante 2019 muestra que, en líneas generales, el río se encuentra en estado de calidad MEDIA en las cabeceras y la primera mitad de la cuenca media, y con calidad BUENA en la segunda mitad de la cuenca media (Figs. 60 y 62)

RN0	RN1	RN2	RN3	RN5	RN6	RN7	RN9	RN10	RN11	RN12	RN13	RN14	RN15	RN16	RN17
55	57	62	66	74	69	71	71	70	72	71	76	72	69	68	64

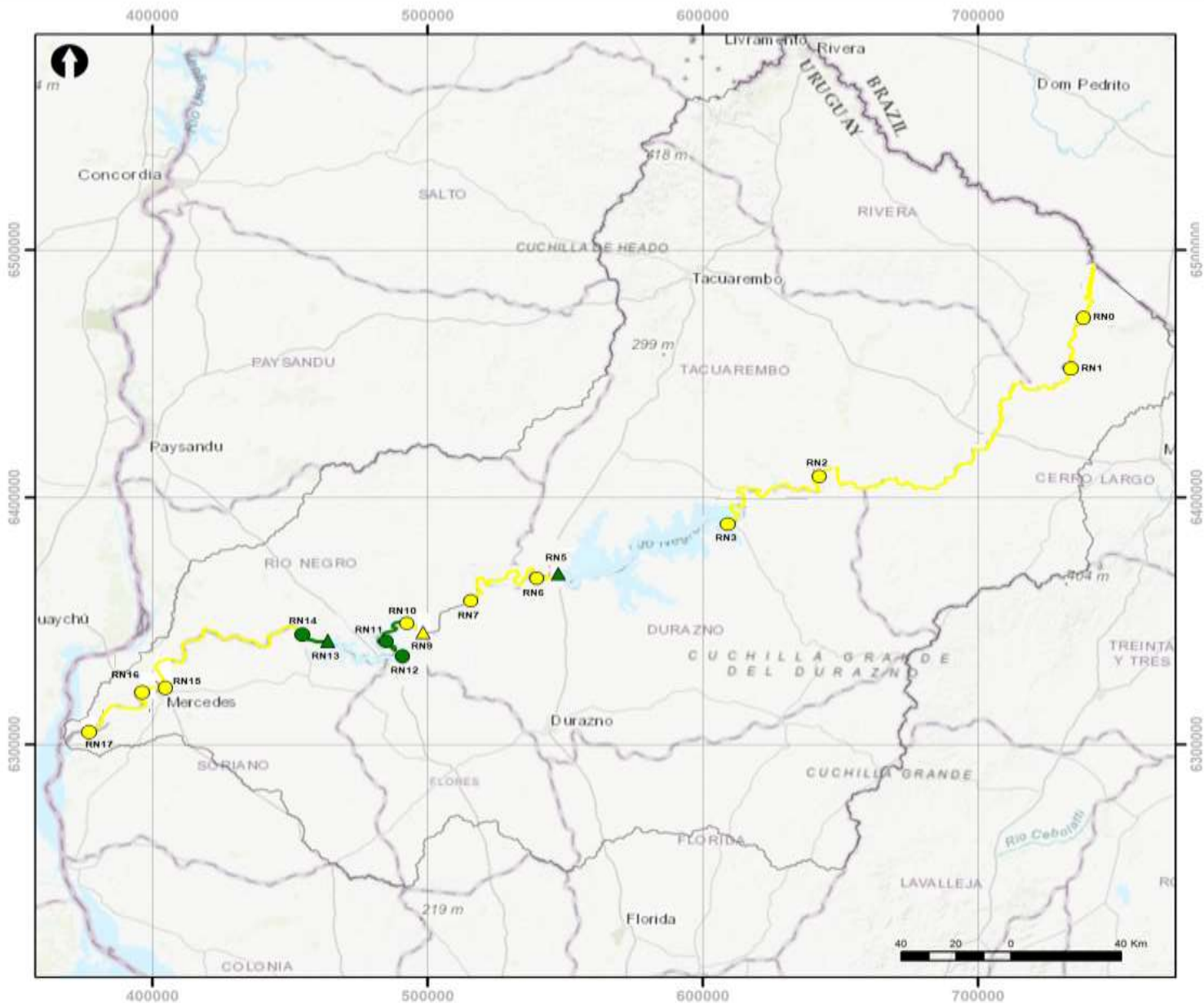
Fig. 60. Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019. Las diferencias de categoría con los mismos valores de índice son consecuencia del redondeo de cada índice

Se observa un cambio notorio en la calidad el agua considerada con el índice IQA entre los años 2019 y 2018: en tres estaciones de la cuenca media (RN7, RN9 y RN10) el IQA disminuye su valor y pasan a una categoría inferior de calidad de agua; todas disminuyen de Buena calidad de agua a Media calidad de agua. En la estación RN14 los valores de IQA aumentan, pasando de calidad MEDIA a calidad BUENA.

En total, ocho de las estaciones mejoraron su calidad de agua en relación a 2018 y las otras ocho desmejoraron su calidad de agua (Fig. 61)

	RN0	RN1	RN2	RN3	RN5	RN6	RN7	RN9	RN10	RN11	RN12	RN13	RN14	RN15	RN16	RN17
2016	59	54	53	49	48	49	47	49	47	60	63	55	56	55	55	53
2017	57	56	59	69	68	69	68	72	71	69	62	74	66	69	68	68
2018	60	55	61	67	75	70	72	71	71	72	73	76	67	69	67	64
2019	55	57	62	66	74	69	71	71	70	72	71	76	72	69	68	64

Fig. 61. Resultado de la aplicación del IQA en las estaciones de monitoreo del río Negro en 2019 y comparación con los años anteriores.



MONITOREO RÍO NEGRO

IQA: Índice de Calidad de Agua.
 Define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios (consumo, riego, etc.).

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



Elaboración: (D.I.A.) División Información Ambiental - DINAMA - MVOTMA
 Fuente: División Calidad Ambiental - Departamento Evaluación Calidad del AGUA - DINAMA - MVOTMA

Fecha:	Proyección: UTM 21S	Lamina: 1
Escala: 1:2.000.000	Datum: WGS_1984	

Fig. 62. Mapa de calidad de agua en base a la aplicación de Índice de Calidad de Agua (IQA) durante 2019

4. SINTESIS

Los datos registrados durante el año 2019 en el río Negro inducen a considerar una estabilidad de la calidad del agua del mismo, en relación al año precedente de comparación (2018).

Los resultados observados en las diferentes variables monitoreadas durante el periodo considerado en este estudio se mantienen dentro del rango de variación observado en los registros anteriores, incluso mostrando promedios inferiores.

En el caso de 4 variables (pH, DBO5, Mg y NO3) se observa una disminución de la concentración con respecto a la observada en el año 2018. Por su parte, Ni y Pb muestran un incremento en la misma.

El Fosforo Total muestra una disminución de concentración promedio, con respecto al año 2018. Si bien numéricamente este descenso podría considerarse acotado, representa el equivalente a la mitad de un estándar (25 µg/l). Este resultado es acorde a lo que se venía observando en 2015 y 2016, donde se registraban disminuciones en la concentración de Pt, por lo que se considera el 2018 como un año diferente. El PT es la variable de más importante consideración en el río Negro, ya que sus altas concentraciones están en condiciones de desestabilizar el sistema.

Los metales estuvieron en valores mayormente por debajo del límite de detección de la técnica. Entre los valores cuantificados se registran varios casos de incumplimiento con el estándar. Más específicamente, el Cd lo hace en cuatro oportunidades, el Ni en una ocasión, el Pb supera el estándar en las cinco muestras en que fue cuantificado y el Zn en una muestra, de tres cuantificadas. Las concentraciones excesivas de metales en el cuerpo principal del río Negro parecen provenir de aportes puntuales, que se diluyen en el espacio y el tiempo, no pareciendo ser una fuente de peligro inminente para el ecosistema.

De los 41 plaguicidas analizados, sólo 3 de ellos han sido cuantificados. Se trata del glifosato, que fue cuantificado en una ocasión, el AMPA, en tres oportunidades y la Azoxiestrobina en cuatro. El glifosato con concentración muy baja, lejana del valor de 65 µg/l sugerido por el grupo GESTA Agua. El AMPA, producto de degradación del glifosato, por no ser nocivo, no es considerado en la normativa. La Azoxiestrobina tampoco tiene un valor guía fijado en las diferentes propuestas. A consecuencia de su rápida degradación en el agua, los plaguicidas no parecen representar una fuente de riesgo para la calidad del agua del río Negro.

Se aplicó dos índices de calidad de aguas (IQA e IET). El IET muestra un leve mejoramiento de la condición trófica del río Negro con respecto al año 2018. En particular, se observa esta mejora en la cuenca media (estaciones RN5 a RN11) y en la cuenca alta RNO).

Se aprecia un cambio significativo con respecto a lo observado el año 2018: 6 estaciones (RN5 a RN11) que mostraban valores de eutrofia, muestran una recuperación parcial, a valores de Mesotrofia. Asimismo, un valor Supereutrófico en la estación RNO también presentó una ligera mejoría y se situó en un estado Eutrófico.

La aplicación del IQA para las estaciones del río Negro durante 2019 muestra que, en líneas generales, el río se encuentra en estado de calidad MEDIA en las cabeceras y la primera mitad de la cuenca media, y con calidad BUENA en la segunda mitad de la cuenca media (Figs. 60 y 62). En líneas generales no se observan cambios en la calidad del agua del río Negro con respecto a 2018. Si bien tres estaciones de la cuenca media (RN7, RN9 y RN10) bajan su calificación de BUENA a MEDIA, una estación de la cuenca baja (RN14) aumenta su calidad de MEDIA a BUENA y, en total, son ocho estaciones las que mejoran su calidad y ocho que la reducen.

5. BIBLIOGRAFIA

CERVETTO, G., 2018. Plan de monitoreo del río Negro. Informe de datos de calidad de agua. Año 2016. Informe Interno DINAMA: 70 pp.

CERVETTO, G. & G. BALERO, 2016. Plan de monitoreo del rio Negro. Informe de datos de calidad de agua. Año 2015. DINAMA. Informe Interno: 58 pp.

CERVETTO, G. & G. BALERO, 2015. Plan de monitoreo del rio Negro. Informe de datos de calidad de agua. Año 2014. DINAMA Inf. Int. : 1-41

GEMS/Agua. 1994. Guía operativa. 3a Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.

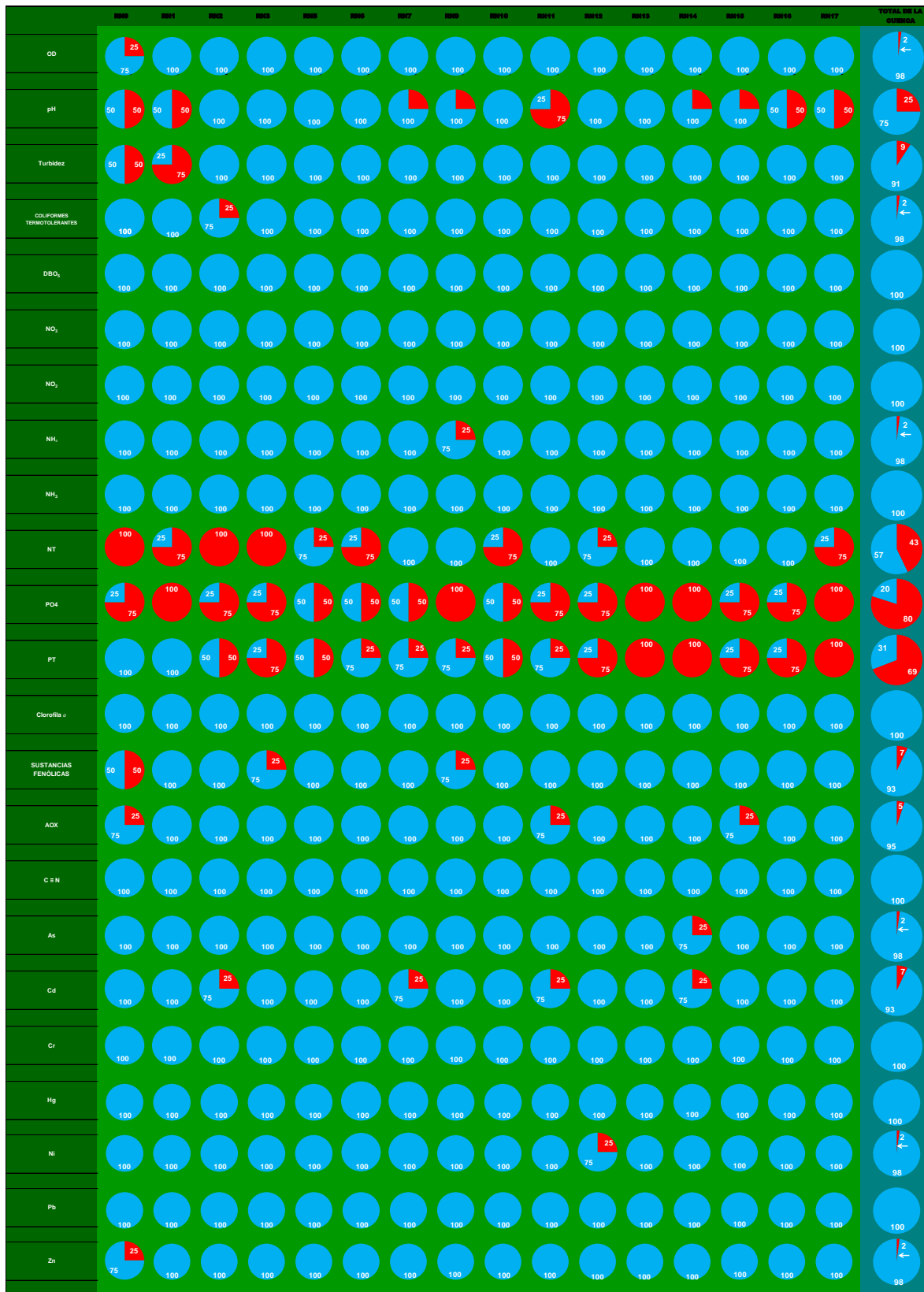
GESTA Agua, 2008. Borrador de trabajo GESTA Agua. Propuesta de modificación del Decreto 253/979 y modificativos. Manuscrito: 1-19

LAMPARELLI, M. C., 2004. Grau de trofia em corpos d'agua do estado de Sao Paulo: avaliacao dos metodos de monitoramento. Sao Paulo. USP/ Departamento de Ecologia. Tese de doutorado, Universidade de Sao Paulo, 235 pp

LAWA, 1998. LAWA-Verfahren zur "Chemischen Gewässerklassifikation" [LAWA procedure for "chemical classification of bodies of water"], 1998

QUINTANS, F. 2015. Propuesta de aplicación de índices de calidad de agua para la Cuenca del Santa Lucia. Informe de consultoría. Proyecto PNUD URU/14/001. DINAMA-DCA: 1-29

Anexo 1. Resultado sinóptico de los porcentajes de cumplimiento (celeste) e incumplimiento (rojo) de cada variable con respecto a su valor estándar (o guía), en el curso principal del río Negro durante 2019. Para el caso de Cd, Hg y Pb, si bien “se cumplen” los valores del decreto 253, los límites de la técnica son superiores al estándar fijado.



Anexo 2. Resultado sinóptico de los porcentajes de cumplimiento (celeste) e incumplimiento (rojo) de los plaguicidas analizados con respecto a su valor estándar (o guía), en el curso principal del río Negro durante 2019.

	R00	R01	R02	R03	R04	R05	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	TOTAL DE LA CUENCA
ENDOSULFAN α	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ENDOSULFAN β	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ENDOSULFAN SO ₂	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GLIFOSATO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
p,p' DDD	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
p,p' DDE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
p,p' DDT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ALDRIN	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DIELDRIN	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ATRAZINA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
HEPTACLORO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
LINDANO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
METOXICLOR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CLORDANO (Trans)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CLORDANO (Cis)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ALACLORO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SIMAZINA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
o,p' DDT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MIREX	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
HEXACLOROBENCENO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ENDRIN	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CLORPIRIFOS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CLORPIRIFOS Metil	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Anexo 3. Registros de variables hidrológicas en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.

Campaña	Estación	Conductividad	Temperatura	Oxígeno Disuelto	SatO2	pH	Transparencia	Turbidez
		µS/cm	°C	mg/L	%	sin unid	cm	MTU
ENERO	RN0	83,2	26,6	4,50	57,8	5,64		35,3
ENERO	RN1	76,1	24,6	6,78	82,7	7,24		70,0
ENERO	RN2	66,9	24,3	7,11	86,5	6,59		37,9
ENERO	RN3	99,8	25,4	7,85	96,4	7,66		17,6
ENERO	RN5	80,0	25,7	7,94	101,3	7,25	110	10,5
ENERO	RN6	85,6	26,6	7,42	95,5	7,24		18,3
ENERO	RN7	72,3	24,8	6,99	86,6	6,87		12,5
ENERO	RN9	68,6	24,2	6,87	82,4	6,79	60	20,7
ENERO	RN10	70,8	24,0	7,62	88,4	7,05		22,7
ENERO	RN11	74,3	24,0	8,07	101,8	5,74		
ENERO	RN12	85,9	26,6	5,86	74,4	6,71		
ENERO	RN13	87,5	24,8	6,44	79,3	6,89		
ENERO	RN14	90,8	25,4	7,13	88,0	6,80		
ENERO	RN15							
ENERO	RN16							
ENERO	RN17	100,9	25,3	5,99	72,7	6,01		
MARZO	RN0	83,8	25,1	7,38	92,9	7,45		49,8
MARZO	RN1	113,4	23,8	8,12	96,5	7,95		53,9
MARZO	RN2	110,8	26,6	7,28	89,0	7,13		33,9
MARZO	RN3	88,5	28,4	9,08	118,4	7,36		31,0
MARZO	RN5	65,8	23,3	8,95	102,9	7,68	60	16,9
MARZO	RN6	74,9	24,1	7,58	89,8	7,78		17,9
MARZO	RN7	72,6	23,5	7,95	93,8	7,53	60	11,6
MARZO	RN9	78,9	23,0	8,56	96,6	7,80	91	23,3
MARZO	RN10	80,2	23,3	9,16	105,6	7,93		23,8
MARZO	RN11	78,9	22,1	8,08	91,9	6,06	85	22,5
MARZO	RN12	115,8	21,8	7,28	82,5	6,60	70	20,8
MARZO	RN13	93,3	22,9	8,02	93,0	6,95	90	24,3
MARZO	RN14	93,9	22,9	7,89	91,5	6,21		16,9
MARZO	RN15	97,0	21,7	8,21	92,2	6,88		17,9
MARZO	RN16	97,0	21,8	8,25	92,8	5,65		16,3
MARZO	RN17	106,0	22,4	7,87	89,7	7,16		18,9
JUNIO	RN0	138,4	18,0	8,37	91,1	5,73		55,5
JUNIO	RN1	116,4	17,0	10,06	105,9	5,44		57,4
JUNIO	RN2	80,5	16,3	8,62	88,8	6,87		34,6
JUNIO	RN3	57,9	13,4	12,17	110,4	7,15		31,1
JUNIO	RN5	63,8	15,7	9,47	95,8	7,24	80	14,3
JUNIO	RN6	66,4	16,0	9,49	96,2	7,37		13,6
JUNIO	RN7	67,0	15,8	8,82	89,3	7,28	80	17,7
JUNIO	RN9	56,4	15,8	8,79	87,8	6,22	40	23,9
JUNIO	RN10	58,4	16,2	8,98	91,2	7,14		23,1
JUNIO	RN11	71,4	13,8	10,90	100,8	5,96	72	17,8
JUNIO	RN12	78,2	13,6	8,05	78,3	6,64	50	23,1
JUNIO	RN13	52,8	14,0	8,97	95,2	6,75	60	13,1
JUNIO	RN14	54,5	14,5	8,22	81,6	6,86		22,0
JUNIO	RN15	87,3	12,3	8,60	82,3	6,94		22,5
JUNIO	RN16	79,5	13,5	8,95	95,1	7,00		21,9
JUNIO	RN17	85,7	12,5	9,13	86,0	7,21		23,8
OCTUBRE	RN 0	83,8	20,6	6,49	72,6	6,95		55,0
OCTUBRE	RN 1	69,5	18,6	7,17	78,0	8,57		49,0
OCTUBRE	RN 2	59,3	19,7	5,73	62,9	6,60		20,5
OCTUBRE	RN 3	70,0	22,3	7,75	95,1	6,99		22,8
OCTUBRE	RN 5	66,7	17,2	8,92	93,1	7,20	50	15,0
OCTUBRE	RN 6	72,3	19,1	8,61	93,2	6,98		20,1
OCTUBRE	RN 7	71,4	18,6	9,22	102,3	6,05		16,1
OCTUBRE	RN 9	69,5	17,8	8,64	93,4	6,97	50	15,5
OCTUBRE	RN 10	73,6	19,6	8,79	100,1	6,96		21,8
OCTUBRE	RN 11	70,2	15,8	9,72	98,1	7,36		17,6
OCTUBRE	RN 12							
OCTUBRE	RN 13	81,7	17,4	8,71	90,2	6,96		14,8
OCTUBRE	RN 14	80,9	16,9	9,17	93,8	6,86		16,3
OCTUBRE	RN 15	78,6	17,2	9,49	97,6	6,34		17,3
OCTUBRE	RN 16	89,2	17,0	9,45	97,0	6,45		15,7
OCTUBRE	RN 17	104,6	16,7	8,64	88,2	6,43		19,1

Anexo 4. Registros de diferentes variables en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.

Campaña	Estación	Coll.Termo.	DIBOS	AlcT	Ca	Mg	Na	K	NO3	NO2	NH4	NH3	NT	PO4	PT	RAS
		ofc/100ml	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
ENERO	RN0	170	4.1	20	5.0	0.5	4.1	4.2	0.16	0.003	0.093	0.00003	1.5	82	140	0.47
ENERO	RN1	660	2.9	18	5.2	0.5	4.8	4.2	0.21	0.005	0.098	0.00099	0.4	42	150	0.54
ENERO	RN2	31000	2.2	19	6.5	1.6	3.8	2.4	0.08	0.008	0.110	0.00024	1.3	53	120	0.35
ENERO	RN3	100	1.7	36	8.2	2.3	4.9	2.3	0.11	0.005	0.051	0.00141	1.4	49	94	0.39
ENERO	RN5	20	0.9	32	7.3	1.7	3.2	2.0	0.03	0.002	0.026	0.00029	1.7	9	55	0.28
ENERO	RN6	150	1.9	33	7.7	1.8	3.5	2.3	0.03	0.002	0.056	0.00065	1.2	20	59	0.29
ENERO	RN7	160	0.4	29	6.9	1.6	2.9	2.0	0.03	0.002	0.028	0.00012	0.6	21	60	0.26
ENERO	RN9	370	0.9	29	6.7	1.6	2.2	1.7	0.03	0.003	0.065	0.00023	0.6	55	59	0.20
ENERO	RN10	120	1.6	30	6.9	1.6	2.4	1.8	0.03	0.002	0.050	0.00031	1.1	19	59	0.21
ENERO	RN11		0.9	31	7.3	1.7	2.6	1.5	0.06	0.003	0.100	0.00003	0.8	27	67	0.23
ENERO	RN12		1.7	32	7.1	1.5	4.1	2.0	0.02	0.005	0.085	0.00030	0.9	50	140	0.36
ENERO	RN13		0.9	34	8.1	1.7	4.0	2.1	0.02	0.005	0.080	0.00028	0.5	86	130	0.33
ENERO	RN14		0.9	35	8.6	1.8	3.9	2.1	0.02	0.010	0.064	0.00025	0.8	91	130	0.32
ENERO	RN15															
ENERO	RN16															
ENERO	RN17	200	0.9	38	9.6	1.8	4.6	2.3	0.02	0.005	0.053	0.00003	0.9	120	160	0.36
MARZO	RN0	60	4.9	44	12.0	3.2	11.0	3.9	0.23	0.003	0.140	0.00236	2.4	33	94	0.73
MARZO	RN1	70	5.3	46	11.0	2.8	8.5	2.6	0.15	0.002	0.081	0.00380	1.8	70	92	0.59
MARZO	RN2	20	1.9	46	10.0	3.3	7.5	2.3	0.15	0.002	0.140	0.00127	1.9	57	64	0.53
MARZO	RN3	50	2.0	37	8.3	2.7	4.5	2.3	0.06	0.002	0.084	0.00147	1.7	66	95	0.35
MARZO	RN5	20	0.9	31	7.3	2.4	3.7	1.5	0.06	0.002	0.130	0.00322	0.8	25	48	0.30
MARZO	RN6	20	2.7	33	7.7	2.5	3.7	1.5	0.10	0.005	0.120	0.00395	1.4	34	48	0.30
MARZO	RN7	20	0.4	34	8.0	2.6	4.0	1.5	0.13	0.006	0.079	0.00142	0.7	27	52	0.31
MARZO	RN9	20	0.4	38	9.3	3.3	4.0	1.5	0.19	0.002	0.063	0.00200	0.8	40	46	0.29
MARZO	RN10	20	0.9	38	9.2	2.9	4.2	1.6	0.20	0.003	0.082	0.00355	1.2	41	46	0.31
MARZO	RN11	3	0.4	38	9.4	2.9	4.7	1.6	0.13	0.002	0.051	0.00003	0.7	46	52	0.34
MARZO	RN12	3	0.9	55	12.0	3.6	9.3	2.4	0.23	0.005	0.090	0.00017	0.9	110	120	0.60
MARZO	RN13	5	0.9	44	10.0	3.1	6.3	1.9	0.13	0.003	0.080	0.00037	0.7	61	76	0.45
MARZO	RN14	6	0.4	44	11.0	3.1	6.3	1.9	0.13	0.002	0.052	0.00004	0.7	69	75	0.43
MARZO	RN15	11	0.9	52	11.0	3.0	6.3	1.8	0.13	0.003	0.056	0.00020	0.7	68	79	0.43
MARZO	RN16	11	0.9	53	12.0	3.0	6.5	1.9	0.13	0.002	0.043	0.00001	0.8	64	79	0.43
MARZO	RN17	130	1.5	55	12.0	3.1	6.8	2.1	0.16	0.003	0.031	0.00022	1.1	42	84	0.45
JUNIO	RN0	110	5.6	52	13.0	3.5	13.0	3.8	0.85	0.005	0.080	0.00001	2.8	43	220	0.83
JUNIO	RN1	370	4.3	46	12.0	3.1	16.0	4.5	0.42	0.003	0.065	0.00001	2.8	86	200	1.06
JUNIO	RN2	260	2.4	39	9.2	2.8	6.3	2.6	0.11	0.002	0.039	0.00009	1.1	56	190	0.47
JUNIO	RN3	20	7.6	30	6.9	1.9	4.9	2.6	0.09	0.002	0.071	0.00024	2.0	49	180	0.43
JUNIO	RN5	20	0.7	33	7.7	2.2	4.0	1.9	0.22	0.002	0.017	0.00009	0.8	74	190	0.33
JUNIO	RN6	20	0.7	33	7.9	2.2	4.1	1.9	0.23	0.002	0.044	0.00031	0.8	77	180	0.33
JUNIO	RN7	20	0.7	35	8.4	2.3	3.9	1.9	0.18	0.002	0.041	0.00023	0.8	66	180	0.31
JUNIO	RN9	20	0.7	31	7.2	2.0	2.8	1.7	0.10	0.008	0.530	0.00026	0.7	47	180	0.24
JUNIO	RN10	20	0.7	31	7.4	2.0	2.9	1.8	0.13	0.002	0.057	0.00024	0.8	52	170	0.24
JUNIO	RN11	13	0.7	39	9.2	2.4	5.0	2.0	0.46	0.006	0.044	0.00001	0.8	86	200	0.38
JUNIO	RN12	40	0.7	42	9.9	2.4	6.0	2.7	0.11	0.005	0.130	0.00014	1.0	120	210	0.44
JUNIO	RN13	13	0.7	27	6.0	1.4	4.3	2.1	0.12	0.002	0.043	0.00006	0.7	95	190	0.41
JUNIO	RN14	140	0.7	28	6.0	1.4	4.3	2.0	0.12	0.005	0.049	0.00009	0.8	87	200	0.41
JUNIO	RN15	93	1.7	50	13.0	2.7	5.9	2.2	0.17	0.002	0.039	0.00008	0.8	91	200	0.39
JUNIO	RN16	46	3.2	45	12.0	2.1	5.5	2.2	0.17	0.002	0.045	0.00011	0.8	89	200	0.39
JUNIO	RN17	160	2.7	48	12.0	2.1	6.2	2.4	0.21	0.002	0.073	0.00027	1.3	95	200	0.43
OCTUBRE	RN 0	45	5.4	21	6.7	1.9	6.1	3.6	0.25	0.002	0.140	0.00054	2.6	110	160	0.54
OCTUBRE	RN 1	120	3.0	22	6.7	1.8	5.3	2.8	0.29	0.002	0.120	0.01451	1.9	81	130	0.47
OCTUBRE	RN 2	20	1.6	23	6.1	1.9	3.8	1.7	0.14	0.002	0.091	0.00015	1.3	25	54	0.34
OCTUBRE	RN 3	20	2.4	25	6.8	2.2	4.2	1.8	0.12	0.002	0.045	0.00022	1.6	21	59	0.36
OCTUBRE	RN 5		0.7	28	6.7	2.3	3.9	1.6	0.19	0.002	0.027	0.00014	0.7	46	71	0.33
OCTUBRE	RN 6	20	1.6	28	8.0	2.6	4.5	1.9	0.23	0.005	0.046	0.00017	1.0	43	68	0.35
OCTUBRE	RN 7	20	0.7	28	7.6	2.5	4.2	1.8	0.19	0.002	0.029	0.00001	0.8	43	66	0.34
OCTUBRE	RN 9		0.4	28	7.8	2.6	4.0	1.6	0.20	0.006	0.045	0.00015	0.9	40	66	0.32
OCTUBRE	RN 10	28	0.4	28	7.6	2.5	4.0	1.8	0.21	0.005	0.080	0.00022	1.1	33	71	0.32
OCTUBRE	RN 11	20	0.4	39	8.5	2.7	4.3	1.9	0.21	0.002	0.029	0.00020	0.7	41	68	0.33
OCTUBRE	RN 12											0.00000				
OCTUBRE	RN 13		0.9	39	8.9	2.7	5.2	1.7	0.23	0.009	0.053	0.00016	0.8	59	96	0.39
OCTUBRE	RN 14	20	0.9	39	9.0	2.7	5.2	1.8	0.22	0.008	0.047	0.00011	0.8	65	90	0.39
OCTUBRE	RN 15	59	0.9	43	10.0	2.8	5.5	1.8	0.26	0.007	0.047	0.00003	0.8	71	92	0.40
OCTUBRE	RN 16	74	0.9	44	10.0	2.7	5.6	2.0	0.25	0.006	0.049	0.00005	0.7	73	96	0.41
OCTUBRE	RN 17	200	1.4	51	12.0	3.0	7.9	2.1	0.25	0.012	0.086	0.00007	1.0	82	110	0.53

Anexo 5. Registros de diferentes variables en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019. ST (Sólidos Totales), STF (Sólidos Totales Fijos), STV (Sólidos Totales Volátiles), SST (Sólidos Suspendidos Totales), Clorofila α , Feofitina α , Sust. Fenólicas (Sustancias fenólicas) y AOX (AOX).

Campaña	Estación	ST mg/L	STF mg/L	STV mg/L	SST mg/L	ClorofilaA $\mu\text{g/L}$	FeofitinaA $\mu\text{g/L}$	Sustfenolicas $\mu\text{g/L}$	AOX $\mu\text{g/L}$
ENERO	RN0	120	67	53	20,0	1,5	1,9	15,9	8,5
ENERO	RN1	160	110	50	80,0	0,7	3,8	0,7	21,0
ENERO	RN2	130	86	44	23,0	0,7	5,7	2,2	10,0
ENERO	RN3	120	68	52	4,6	3,0	1,9	1,4	8,5
ENERO	RN5	90	56	34	4,6	8,8	1,9	0,5	8,5
ENERO	RN6	77	49	28	4,6	1,5	1,9	0,5	10,0
ENERO	RN7	96	54	42	4,6	1,5	1,9	0,5	8,5
ENERO	RN9	96	52	44	10,0	1,5	1,9	0,7	8,5
ENERO	RN10	94	60	34	14,0	1,5	1,9	4,2	8,5
ENERO	RN11	79	51	28	4,6	5,0	1,9	1,4	10,0
ENERO	RN12	90	50	40	4,6	8,6	1,9	0,7	8,5
ENERO	RN13	93	60	33	4,6	6,9	1,9	0,5	8,5
ENERO	RN14	100	66	37	15,0	4,6	1,9	0,5	8,5
ENERO	RN15								
ENERO	RN16								
ENERO	RN17	97	60	37	5,0	4,5	1,9	0,7	8,5
MARZO	RN0	170	75	95	28,0	2,9	3,8	0,7	10,0
MARZO	RN1	170	75	95	32,0	7,6	5,6	0,5	10,0
MARZO	RN2	140	50	90	10,0	0,7	3,8	0,5	10,0
MARZO	RN3	140	60	80	26,0	2,5	8,8	0,5	10,0
MARZO	RN5	100	32	70	4,6	5,4	16,0	0,5	8,5
MARZO	RN6	120	46	74	4,6	0,7	3,8	0,5	8,5
MARZO	RN7	86	28	58	4,6	1,5	1,9	0,5	8,5
MARZO	RN9	100	44	56	4,6	0,7	3,8	0,5	8,5
MARZO	RN10	94	51	43	4,6	1,5	1,9	0,5	22,0
MARZO	RN11	80	51	29	4,6	1,5	1,9	0,5	10,0
MARZO	RN12	120	78	44	4,6	1,5	1,9	0,5	10,0
MARZO	RN13	95	63	32	4,6	4,2	1,9	0,5	10,0
MARZO	RN14	97	62	35	4,6	3,0	1,9	0,5	10,0
MARZO	RN15	97	68	29	4,6	1,5	3,8	0,5	10,0
MARZO	RN16	100	68	34	5,0	1,5	3,8	0,5	8,5
MARZO	RN17	110	72	39	4,6	2,3	1,9	0,5	8,5
JUNIO	RN0	200	130	74	44,0	2,3	1,9	3,0	8,5
JUNIO	RN1	190	110	80	37,0	1,5	1,9	0,7	18,0
JUNIO	RN2	230	150	84	56,0	1,5	1,9	0,7	8,5
JUNIO	RN3	150	76	78	17,0	0,7	1,9	0,7	8,5
JUNIO	RN5	90	54	36	4,6	1,5	1,9	0,5	10,0
JUNIO	RN6	110	52	53	4,6	0,7	1,9	1,9	10,0
JUNIO	RN7	88	55	33	4,6	0,7	1,9	0,7	10,0
JUNIO	RN9	86	48	38	4,6	0,7	1,9	5,5	8,5
JUNIO	RN10	70	47	23	14,0	0,7	1,9	1,9	8,5
JUNIO	RN11	98	63	35	4,6	0,7	1,9	2,0	8,5
JUNIO	RN12	120	74	45	4,6	0,7	1,9	0,7	8,5
JUNIO	RN13	81	52	29	4,6	0,7	1,9	3,5	8,5
JUNIO	RN14	87	58	29	6,0	0,7	1,9	2,3	8,5
JUNIO	RN15	120	88	29	13,0	0,7	1,9	3,8	46,0
JUNIO	RN16	110	85	24	11,0	0,7	1,9	1,5	8,5
JUNIO	RN17	110	80	30	7,0	0,7	1,9	2,7	10,0
OCTUBRE	RN 0	150	84	62	31,0	1,5	1,9	9,5	35,0
OCTUBRE	RN 1	220	160	60	35,0	1,5	1,9	3,1	10,0
OCTUBRE	RN 2	94	38	56	4,6	3,0	1,9	3,1	18,0
OCTUBRE	RN 3	100	55	45	11,0	6,0	1,9	8,9	8,5
OCTUBRE	RN 5	160	94	68	4,6			0,5	10,0
OCTUBRE	RN 6	100	62	42	11,0	1,5	1,9	0,5	8,5
OCTUBRE	RN 7	100	58	44	4,6	0,7	1,9	0,5	8,5
OCTUBRE	RN 9	100	52	52	4,6			0,5	10,0
OCTUBRE	RN 10	110	55	54	12,0	0,7	1,9	0,5	8,5
OCTUBRE	RN 11	99	54	45	4,6	0,7	1,9	1,9	33,0
OCTUBRE	RN 12								
OCTUBRE	RN 13	130	74	54	4,6			1,4	10,0
OCTUBRE	RN 14	110	60	52	9,3	0,7	1,9	3,0	8,5
OCTUBRE	RN 15	120	71	47	5,0	0,7	1,9	2,4	10,0
OCTUBRE	RN 16	120	73	46	5,0	1,5	1,9	2,1	10,0
OCTUBRE	RN 17	140	82	56	6,0	0,7	1,9	1,8	20,0

Anexo 6. Registros de metales pesados (Cd, Cr, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn) y otros tóxicos (CN y As) en las estaciones muestreadas en cada fecha de monitoreo en 2019.

Campaña	Estación	CN total µg/L	Ar µg/L	Cd µg/L	Cr µg/L	Fe mg/L	Hg µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Zn µg/L
ENERO	RN0	4	0,8	0,1	1,0	1,90	0,08	5	2	5
ENERO	RN1	4	0,8	0,1	1,0	1,40	0,08	5	2	5
ENERO	RN2	4	0,8	0,1	1,0	1,10	0,08	8	2	5
ENERO	RN3	4	0,8	0,1	1,0	0,65	0,08	6	2	5
ENERO	RN5	4	0,8	0,1	1,0	0,41	0,08	3	2	5
ENERO	RN6	4	0,8	0,1	1,0	0,46	0,08	5	9	5
ENERO	RN7	4	0,8	0,1	1,0	0,39	0,08	3	2	5
ENERO	RN9	4	0,8	0,1	1,0	0,78	0,08	3	2	5
ENERO	RN10	4	0,8	0,1	1,0	0,90	0,08	5	11	5
ENERO	RN11	4	0,8	0,1	1,0	0,71	0,08	5	2	5
ENERO	RN12	4	0,8	0,1	1,0	0,69	0,08	36	2	5
ENERO	RN13	4	0,8	0,1	1,0	0,50	0,08	6	2	5
ENERO	RN14	4	0,8	0,1	1,0	0,83	0,08	5	2	5
ENERO	RN15									
ENERO	RN16									
ENERO	RN17	4	0,8	0,1	1,0	0,64	0,08	3	2	5
MARZO	RN0	4	0,8	0,1	1,0	1,00	0,08	5	4	10
MARZO	RN1	4	0,8	0,1	1,0	1,00	0,08	3	2	5
MARZO	RN2	4	0,8	0,1	1,0	0,90	0,08	5	2	5
MARZO	RN3	4	0,8	0,1	1,0	1,10	0,08	3	2	5
MARZO	RN5	4	0,8	0,1	1,0	0,48	0,08	3	2	5
MARZO	RN6	4	0,8	0,1	1,0	0,59	0,08	3	2	5
MARZO	RN7	4	0,8	0,1	1,0	0,47	0,08	5	2	5
MARZO	RN9	4	0,8	0,1	1,0	0,57	0,08	3	2	5
MARZO	RN10	4	0,8	0,1	1,0	0,42	0,08	3	4	5
MARZO	RN11	4	0,8	0,1	1,0	0,82	0,08	3	2	5
MARZO	RN12	4	0,8	0,1	1,0	0,62	0,08	3	2	5
MARZO	RN13	4	0,8	0,1	1,0	0,56	0,08	3	2	5
MARZO	RN14	4	0,8	0,1	1,0	0,55	0,08	3	2	5
MARZO	RN15	4	0,8	0,1	1,0	0,41	0,08	3	2	5
MARZO	RN16	4	0,8	0,1	1,0	0,43	0,08	3	2	5
MARZO	RN17	4	0,8	0,1	1,0	0,43	0,08	3	2	5
JUNIO	RN0	4	2,0	0,1	4,0	3,10	0,10	5	2	31
JUNIO	RN1	4	2,0	0,1	1,5	2,50	0,08	5	2	10
JUNIO	RN2	4	1,0	0,4	4,0	3,00	0,08	5	5	23
JUNIO	RN3	4	1,0	0,1	3,0	2,20	0,10	5	4	10
JUNIO	RN5	4	3,0	0,1	1,5	1,20	0,08	5	4	10
JUNIO	RN6	4	1,0	0,1	1,5	1,10	0,08	5	4	10
JUNIO	RN7	4	0,8	2,0	1,5	1,20	0,08	5	3	10
JUNIO	RN9	4	1,0	0,1	9,0	1,90	0,10	5	4	10
JUNIO	RN10	4	1,0	0,1	1,5	1,60	0,08	5	4	10
JUNIO	RN11	4	0,8	6,0	1,5	1,20	0,08	5	5	24
JUNIO	RN12	4	1,0	0,1	1,5	1,60	0,08	5	4	10
JUNIO	RN13	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	5	4	10
JUNIO	RN14	4	7,0	0,3	1,5	1,50	0,08	5	6	10
JUNIO	RN15	4	1,0	0,1	1,5	1,70	0,08	5	4	10
JUNIO	RN16	4	1,0	0,1	1,5	1,70	0,08	5	4	10
JUNIO	RN17	4	3,0	0,1	1,5	1,50	0,08	5	4	10
OCTUBRE	RN0	4	1,0	0,1	1,5	2,50	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN1	4	1,0	0,1	1,5	2,70	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN2	4	1,0	0,1	1,5	1,30	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN3	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN5	4	1,0	0,1	1,5	1,50	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN6	4	1,0	0,1	1,5	1,60	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN7	4	1,0	0,1	1,5	1,30	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN9	4	1,0	0,1	1,5	1,50	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN10	4	1,0	0,1	1,5	1,70	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN11	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	3	4	10
OCTUBRE	RN12	4								
OCTUBRE	RN13	4	1,0	0,1	1,5	1,30	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN14	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN15	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN16	4	1,0	0,1	1,5	1,40	0,08	3	2	10
OCTUBRE	RN17	4	1,0	0,1	1,5	1,50	0,08	3	4	10

Anexo 9. Meteorología y Pluviometría (Estación meteorológica de Melo e INUMET)

Como dato anexo se adjunta un breve resumen de las condiciones climáticas durante los 30 días previos a cada campaña (y el primer día de esa campaña). Datos extraídos de la estación meteorológica de Melo, mediante la red OGIMET. Los datos de pluviometría son extraídos de la página de INUMET para la cuenca del río Negro.

La temperatura ambiente durante 2019 fluctuó entre medias diarias de 16.55 °C y 24,56 °C, con un promedio en las cuatro campañas de 19.96 °C. La humedad relativa varió entre 71.08 % y 80.81 %, con un promedio anual de 71.25%. La presión tuvo un promedio por campaña fluctuante entre 1010.69 Hp y un máximo de 1017.35 Hp, con un promedio anual de 1014,18 Hp. La nubosidad varió entre 0 y 5.52 octas, con un promedio de 4,68 octas. Estos resultados muestran la alta variabilidad de las condiciones atmosféricas en la región, aunque se mantienen dentro de los esperables.

El viento mínimo medido durante los períodos analizados fue de 1.90 Km/h, mientras que el máximo fue de 27.8 Km/h, con un promedio en los cuatro períodos analizados de 10.98 Km/h. La dirección de viento predominante en los períodos considerados fue de entre 90º y 180º, con un 43 % de las mediciones realizadas situadas en este cuadrante (Fig. A1).

La precipitación fluctuó entre 0 mm y 70.40 mm diarios, con un promedio, en los 120 días considerados, de 6.32 mm diarios. En las cuatro campañas se observaron precipitaciones en la semana previa al comienzo del muestreo; en particular, en dos ocasiones se registraron precipitaciones durante el primer día de la campaña (Figs. A2 y A3).

Tabla A1. Valores de variables meteorológicas en la estación meteorológica de Melo (fuente red OGIMET) y Precipitación (cuenca del río Negro, fuente INUMET), durante el mes previo a cada campaña.

		Temperatura	Humedad relativa	Nubosidad	Presión	Velocidad viento	Precipitación
		°C	%	Hp	octas	Km/h	mm/día
ENE	MIN	19,90	54,60	0,50	997,30	2,80	0,00
	MAX	30,20	92,30	8,00	1018,30	27,80	67,50
	PROM	24,56	71,08	5,28	1010,69	12,45	8,42
MAR	MIN	17,70	49,80	0,00	1004,50	4,60	0,00
	MAX	30,10	88,10	8,00	1022,80	27,80	56,90
	PROM	23,62	64,38	4,01	1012,44	11,83	4,46
JUN		8,40	66,20	0,20	1011,30	1,90	0,00
	MIN	20,20	98,60	8,00	1026,10	22,20	70,40
	MAX	14,45	80,81	5,52	1017,35	7,88	6,40
OCT	MIN	12,90	43,30	0,00	1004,70	2,30	0,00
	MAX	24,00	95,90	8,00	1028,40	20,80	69,80
	PROM	16,55	68,64	3,88	1016,20	11,84	5,99
ANUAL	MIN	8,40	43,30	0,00	997,30	1,90	0,00
	MAX	30,20	98,60	8,00	1028,40	27,80	70,40
	PROM	19,96	71,25	4,68	1014,18	10,98	6,32

Fig. A1. Intensidad y dirección del viento durante los 30 días previos a cada campaña de muestreo. Datos extraídos de OGIMET

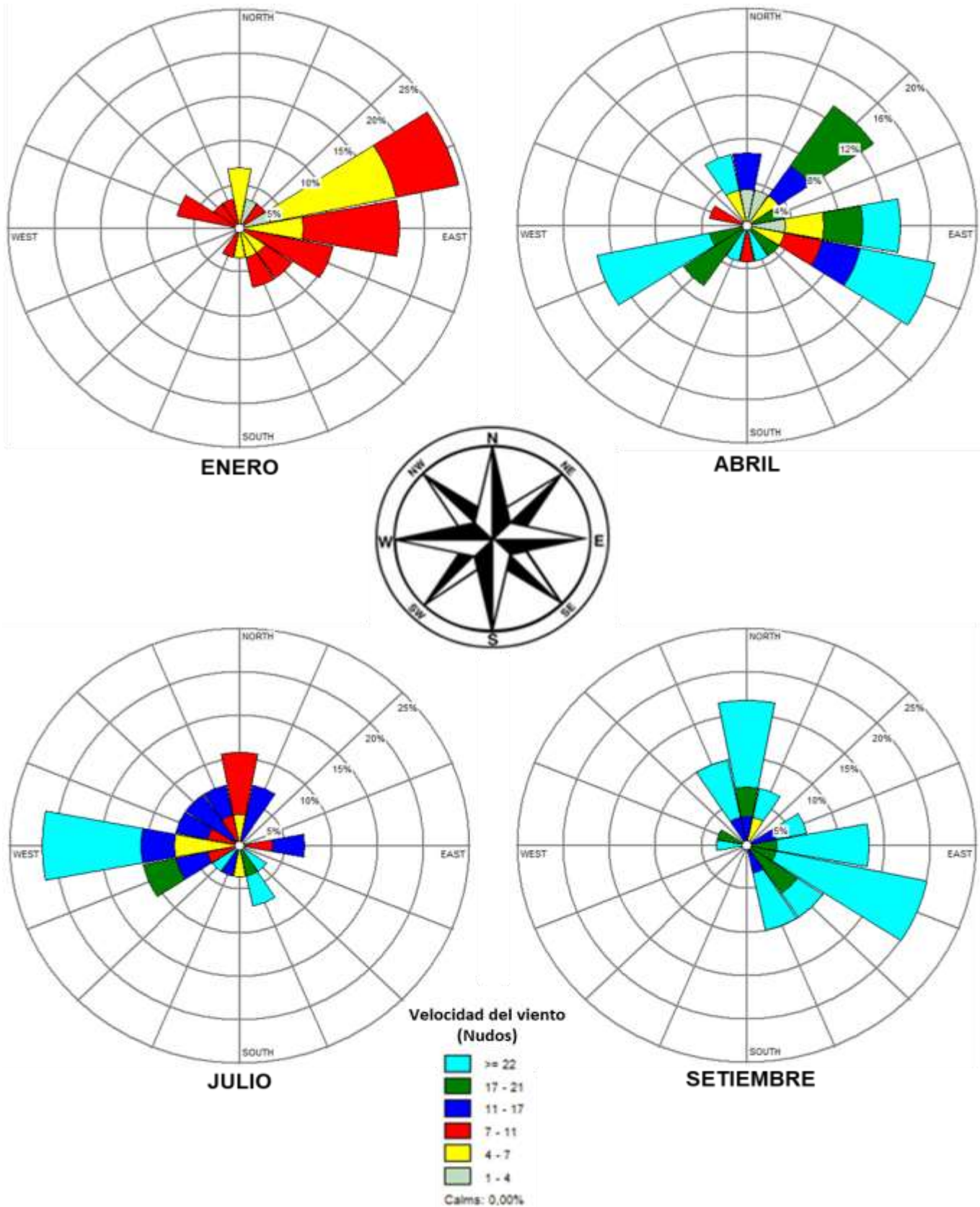


Fig. A2. Registros de precipitación en la cuenca del río Negro durante los 30 días previos a cada campaña. Comienzo de campaña. 14/01,18/03, 24/06 y 07/10. Datos extraídos INUMET.

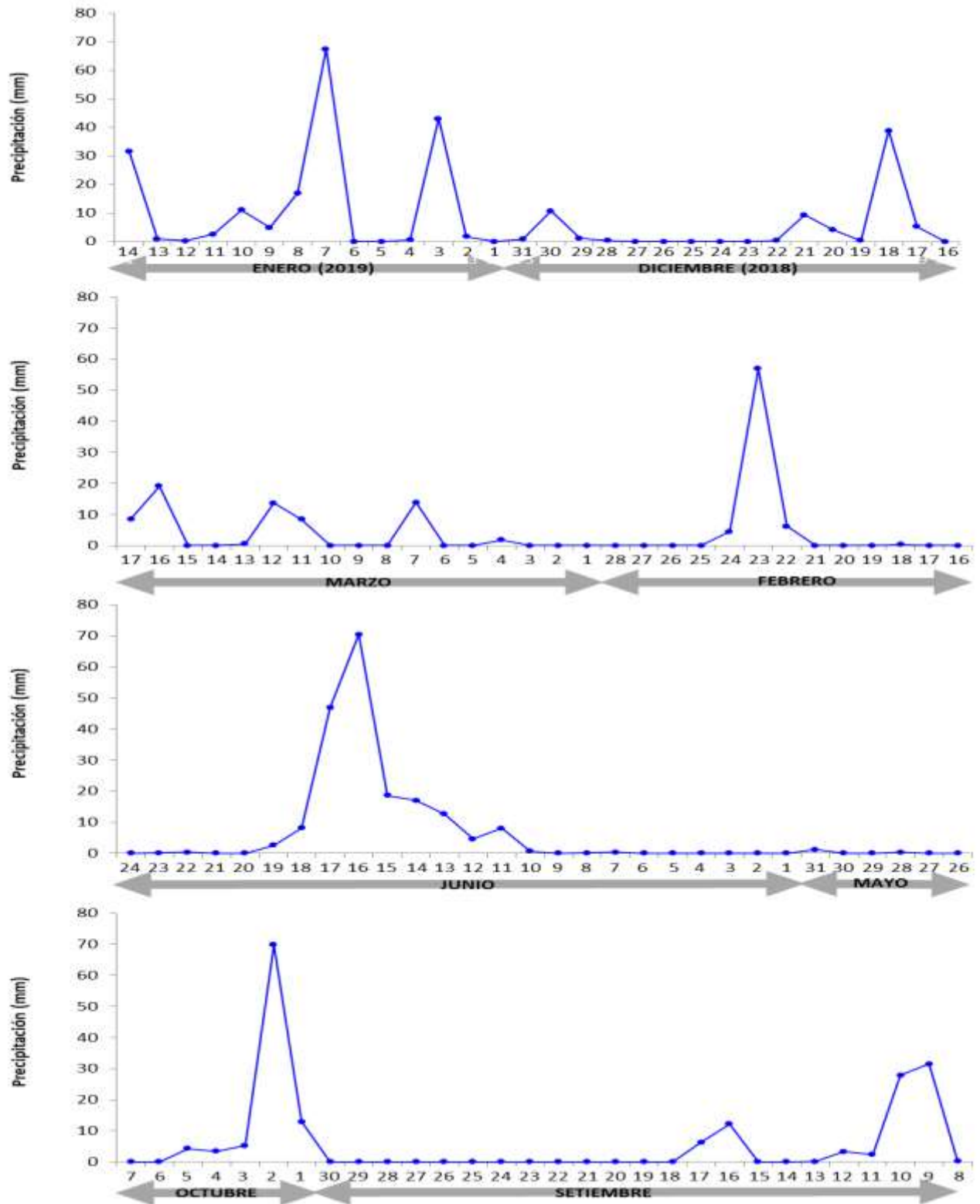


Fig. A3. Precipitación y viento predominante durante la misma, en los 30 días previos a cada campaña de muestreo. Datos extraídos de INUMET.

