



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

Monitoreo de Calidad de Agua de la Cuenca del Río Yí

Informe de datos de calidad de agua superficial - 2019

Mayo, 2020



División Evaluación de Calidad Ambiental – DECA

Director: Luis Reolón

Dpto. Seguimiento de Componentes del Ambiente

Jefe de Dpto.: Magdalena Hill

Redacción del Informe

Martín Pacheco

Responsable del Programa de Monitoreo

Natalie Corrales

Técnicos participantes

Mario Acosta

Natalie Corrales

Fernanda Eugui

Facundo Lepillanca

Javier Martínez

Martín Pacheco

Análisis de Laboratorio: Dpto. Laboratorio Ambiental

DINAMA

Jefa Laboratorio: Natalia Barboza

Personal responsable del Análisis de la Información

Guillermo Cervetto - Martín Pacheco

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Caracterización de la cuenca del Río Yí.....	8
1.1.1 Clima.....	9
1.1.2 Fisiografía, Geología y características ambientales.....	9
2. Objetivo general del programa.....	10
2.1 Objetivos específicos.....	10
3. Aspectos metodológicos:.....	10
3.1 Plan de Monitoreo y variables monitoreadas.....	10
3.2 Frecuencia de muestreo.....	12
3.3 Puntos de muestreo.....	12
3.4 Aseguramiento de la calidad analítica.....	13
4. Resultados.....	14
4.1 Parámetros Fisicoquímicos.....	15
4.1.1 Temperatura.....	15
4.1.2 Conductividad.....	16
4.1.3 pH.....	16
4.1.4 Oxígeno Disuelto.....	17
4.1.5 Turbidez.....	18
4.1.6 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅).....	19
4.1.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	20
4.1.8 Alcalinidad.....	21
4.1.9 Sólidos.....	22
4.1.9.1 Sólidos Totales Volátiles (STV), Sólidos Totales Fijos (STF) y Sólidos Totales (ST).....	22
4.1.9.2 Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	23
4.1.10 Sustancias fenólicas.....	24
4.1.11 Iones Mayoritarios.....	24
4.1.11.1 Calcio.....	24
4.1.11.2 Magnesio.....	25
4.1.11.3 Sodio.....	26
4.1.11.4 Potasio.....	27
4.1.11.5 Relación de Absorción de Sodio (RAS).....	28
4.1.12 Metales pesados.....	29
4.1.12.1 Mercurio.....	29
4.1.13 Cianuro.....	29

4.1.14 Arsénico	29
4.2 Nutrientes.....	30
4.2.1 Nitratos (NO ₃)	30
4.2.2 Nitritos (NO ₂)	30
4.2.3 Nitrógeno Total (NT)	31
4.2.4 Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)	32
4.2.5 Amoníaco libre (NH ₃)	33
4.2.6 Fósforo Reactivo Soluble (PO ₄).....	34
4.2.7 Fósforo Total.....	35
4.3 Parámetros Biológicos.....	36
4.3.1 Clorofila <i>a</i> y Feofitina <i>a</i>	36
4.3.2 Coliformes Termotolerantes	36
4.4 Compuestos halogenados adsorbibles (AOX)	37
4.5 Fitosanitarios	38
4.5.1 Glifosato.....	38
4.5.2 AMPA	38
4.6 Índices de Calidad de Agua	39
4.6.1 IET	39
4.6.2 IQA	40
5. Síntesis	41
6. Anexos.....	42
7. Bibliografía.....	45

Índice de Figuras

Figura 1: Caudal promedio anual del período comprendido entre 2009 y 2019 en el aforo de la ciudad de Durazno..	9
Figura 2: Caudal promedio mensual del 2019 comparado con el promedio mensual de la década previa, en el aforo de la ciudad de Durazno.	9
Figura 3: Cuenca del Río Yí con los principales poblados y la localización de las 6 estaciones de monitoreo.....	13
Figura 4: Caudal diario en la ciudad de Durazno en el monitoreo de mayo y en la semana previa..	14
Figura 5: Caudal diario en la ciudad de Durazno en el monitoreo de setiembre y en la semana previa.....	14
Figura 6: Caudal diario en la ciudad de Durazno en el monitoreo de octubre y en la semana previa.....	15
Figura 7: Fluctuaciones de la temperatura lo largo del Río Yí.....	15
Figura 8: Variación espacial y temporal de la temperatura en el Río Yí durante 2019.	16
Figura 9: Fluctuaciones de la conductividad a lo largo del río Yí.....	16
Figura 10: Variación espacial y temporal de la conductividad en el Río Yí durante 2019.....	16
Figura 11: Fluctuaciones del pH a lo largo del río Yí	17
Figura 12: Variación espacial y temporal del pH en el río Yí, durante 2019.	17
Figura 13: Fluctuaciones del oxígeno disuelto a lo largo del río Yí.	18
Figura 14: Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto en el río Yí durante 2019.	18
Figura 15: Fluctuaciones de la turbidez lo largo del río Yí.	19
Figura 16: Variación espacial y temporal de la turbidez en el río Yí durante 2019.....	19
Figura 17: Fluctuaciones de la Demanda Biológica de Oxígeno a lo largo del río Yí.....	20
Figura 18: Variación espacial y temporal de la demanda biológica de oxígeno, en el río Yí durante 2019.....	20
Figura 19: Fluctuaciones de la Demanda Química de oxígeno a lo largo del río Yí.....	21
Figura 20: Variación espacial y temporal de la Demanda Química de Oxígeno en el río Yí durante 2019.	21
Figura 21: Fluctuaciones de la alcalinidad a lo largo del río Yí.....	22
Figura 22: Variación espacial y temporal de la alcalinidad en el río Yí durante 2019.....	22
Figura 23: Fluctuaciones de los Sólidos Totales Volátiles (STV), Sólidos Totales Fijos (STF) y Sólidos Totales (ST) lo largo del río Yí en las 3 campañas de monitoreo.....	23
Figura 24: Fluctuaciones de los Sólidos Suspendidos Totales a lo largo del río Yí.....	23
Figura 25: Variación espacial y temporal de los Sólidos Suspendidos Totales en el río Yí durante 2019.	23
Figura 26: Fluctuaciones de las sustancias fenólicas a lo largo del río Yí.....	24
Figura 27: Variación espacial y temporal de las sustancias fenólicas en el río Yí durante 2019.....	24
Figura 28: Fluctuaciones del Ion Calcio lo largo del río Yí.....	25
Figura 29: Variación espacial y temporal de la concentración de Calcio en el río Yí durante 2019.....	25
Figura 30: Fluctuaciones del Magnesio disuelto a lo largo del río Yí.	26
Figura 31: Variación espacial y temporal del magnesio en el río Yí durante 2019.	26
Figura 32: Fluctuaciones del Sodio a lo largo del río Yí.....	27
Figura 33: Variación espacial y temporal del Sodio disuelto en el río Yí durante 2019.	27
Figura 34: Fluctuaciones del Potasio a lo largo del río Yí.....	28
Figura 35: Variación espacial y temporal del potasio, en el río Yí durante 2019.	28
Figura 36: Fluctuaciones del coeficiente de relación de absorción de sodio a lo largo del río Yí.....	29
Figura 37: Variación espacial y temporal del RAS en el río Yí durante 2019.....	29
Figura 38: Fluctuaciones del Nitrato a lo largo del río Yí.	30
Figura 39: Variación espacial y temporal del Nitrato en el río Yí durante 2019.	30
Figura 40: Fluctuaciones de los Nitritos a lo largo del río Yí.	31
Figura 41: Variación espacial y temporal de los Nitritos, en el río Yí durante 2019.	31
Figura 42: Fluctuaciones del Nitrógeno Total a lo largo del río Yí.....	32
Figura 43: Variación espacial y temporal del Nitrógeno Total en el río Yí durante 2019.....	32
Figura 44: Fluctuaciones del Nitrógeno amoniaco a lo largo del río Yí.....	33
Figura 45: Variación espacial y temporal del Nitrógeno amoniaco en el río Yí durante 2019.	33

Figura 46: Fluctuaciones del Amoníaco libre a lo largo del río Yí.....	34
Figura 47: Variación espacial y temporal del Amoníaco libre en el río Yí durante 2019.	34
Figura 48: Fluctuaciones del Fósforo reactivo a lo largo del río Yí.....	35
Figura 49: Variación espacial y temporal del Fósforo reactivo en el río Yí durante 2019.....	35
Figura 50: Fluctuaciones del Fósforo Total a lo largo del río Yí.....	36
Figura 51: Variación espacial y temporal del Fósforo Total en el río Yí durante 2019.....	36
Figura 52: Fluctuaciones de la concentración de Coliformes totales a lo largo del río Yí.....	37
Figura 53: Variación espacial y temporal de la concentración de Coliformes termotolerantes en el río Yí durante 2019.	37
Figura 54: Fluctuaciones de los compuestos halogenados adsorbibles a lo largo del río Yí.....	38
Figura 55: Variación espacial y temporal de los compuestos halogenados adsorbibles en el río Yí durante 2019.....	38
Figura 56: Fluctuaciones de la concentración de AMPA a lo largo del río Yí	39
Figura 57: Variación espacial y temporal de la concentración de AMPA en el río Yí durante 2019.	39
Figura 58: Resultado numérico del IET por estación de monitoreo.....	39
Figura 59: Representación gráfica del IET a lo largo del río Yí en el 2019 considerando la escala cromática.	40
Figura 60: Resultado numérico del IQA por estación de monitoreo.....	40
Figura 61: Representación gráfica del IQA a lo largo del río Yí en el 2019 considerando la escala cromática.	41

Índice de tablas

Tabla I: Variables analizadas en cada campaña.....	11
Tabla II: Tabla para la interpretación del IET con su correspondiente escala cromática.....	12
Tabla III: Tabla para la interpretación del IQA con su correspondiente escala cromática.....	12
Tabla IV: Ubicación en coordenadas y descripción para los 6 puntos de monitoreo.	12

Anexos

Anexo 1: Esquema del curso del Río Yí con sus principales afluentes y la ubicación de las 6 estaciones de monitoreo.	42
Anexo 2: Representación gráfica del cumplimiento de los estándares y los valores sugeridos por parte de las variables que los poseen, en las 6 estaciones y en el total de la cuenca del río Yí.....	43
Anexo 3: Representación gráfica del cumplimiento de los estándares y los valores sugeridos por parte de las variables que los poseen, en las 6 estaciones y en el total de la cuenca del río Yí.....	44

Resumen

El río Yí se ubica en el centro sur del territorio nacional y es uno de los principales afluentes del río Negro, conocido por su monte galería y sus habituales crecientes. Sus aguas recorren 210 km, de Sudeste a Noroeste, desde las cercanías de la localidad de Cerro Chato hasta su desembocadura en el río Negro.

En la actualidad el curso del río Yí es utilizado con distintos fines siendo los más destacados: agua para riego, extracción de áridos, turismo, pesca artesanal y deportiva. También recibe las aguas de descarga domiciliaria provenientes de ciudades como Durazno, Sarandí del Yí y Polanco del Yí. En la cuenca prevalece la actividad ganadera extensiva, algunos cultivos y la forestación. También hay que destacar la presencia de emprendimientos de gran porte dedicados a la faena de animales y a la producción de lácteos.

Por la importancia de la cuenca, su influencia en el río Negro y la creciente actividad productiva la División de Evaluación de Calidad Ambiental (DECA) de la DINAMA estableció el inicio del monitoreo de este curso en el año 2019. Se realiza a modo de seguimiento con frecuencia trimestral, en 6 estaciones ubicadas en las zonas de influencia de los principales afluentes y centros poblados.

La calidad del agua se determina mediante variables físicas, químicas y biológicas, comprendiendo las establecidas en el Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3. Además se consideran otras variables importantes para comprender el funcionamiento y determinar en forma más completa, la calidad del agua del sistema. Los resultados que se presentan corresponden a los parámetros fisicoquímicos medidos in situ y los resultados analíticos de las variables químicas y biológicas de las tres campañas analizadas, mayo, setiembre y octubre del 2019.

La calidad del agua del río Yí cumple aceptablemente con los valores estándares de calidad establecidos en la legislación ya que el 68% de las variables que poseen estándares o límites sugeridos presentan un 100% de cumplimiento, las excepciones destacables son los nutrientes (fósforo total, fosfatos y nitrógeno total). El Fosfato supera el valor de 35 $\mu\text{g/L}$ propuesto por la mesa técnica del agua en 2017 en el 72 % de las muestras registrando una concentración promedio de 93,4 $\mu\text{g/L}$. En el caso del fósforo total también se registra un 72 % de incumplimiento con respecto a los 70 $\mu\text{g/L}$ sugeridos por el grupo GESTA agua como valor guía máximo en 2014 ya que presenta un promedio de 133,2 $\mu\text{g/L}$. Por su parte el Nitrógeno total supera el valor guía de 1 mg/L sugerido por la Mesa Técnica del Agua en 2017 en el 95 % de las muestras y presenta un promedio de 1,5 mg/L.

Los fitosanitarios siempre cumplen con los estándares correspondientes y en 75% las ocasiones no superan los límites analíticos de detección, por lo que no presentan un riesgo actual para la calidad del agua.

Se constató un deterioro de la calidad de agua en la cuenca baja con respecto a la cuenca alta, asociado al aumento en las concentraciones de nutrientes, Coliformes termotolerantes, DBO_5 y DQO. Estos parámetros están asociados a la actividad humana por lo que se puede explicar como consecuencia del impacto de fuentes puntuales y difusas asociadas a esta zona que incluyen a los aportes de la ciudad de Durazno y emprendimientos asociados.

Todos los sólidos, la turbidez, el sodio y el potasio aumentan en el segundo tercio del río, asociado a aportes difusos de ese tramo. El amoníaco libre y las sustancias fenólicas presentaron un pico en las nacientes, no atribuible a fuentes puntuales.

En cuanto a los índices utilizados, el índice de estado trófico IET clasifica a los puntos de las nacientes YI1 y YI2 como mesotróficos y al resto del curso como eutrófico siguiendo los patrones del Fósforo Total.

Por su parte que el IQA, que refleja la calidad del agua de forma integral, lo clasifica en un 100% como dentro de categoría de calidad de agua "Media". En términos generales la calidad de agua es aceptable.

1. INTRODUCCIÓN

El agua, insumo fundamental para la vida, constituye un elemento insustituible en diversas actividades humanas, además de mantener el equilibrio en el ambiente. En el escenario mundial, la inminente escasez y el deterioro de los recursos hídricos junto con la creciente presión antrópica sobre los sistemas acuáticos, se hace imprescindible una gestión integrada de este recurso con el fin de aspirar a un desarrollo económico equilibrado y en consonancia con la preservación del ambiente.

La aplicación de los principios orientadores de gestión de agua deberá ordenar sus múltiples usos y regular su preservación para generaciones futuras, minimizando e incluso evitando problemas vinculados a la escasez y a la contaminación, que en última instancia afectan y comprometen sus diversos usos.

El deterioro de calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos, que intensifica las limitaciones de disponibilidad del recurso hídrico, genera preocupación en la sociedad y conflictos entre los usuarios. La actividad antrópica en el territorio, los cambios en el uso del suelo, la modificación del régimen hidrológico y la erosión natural y principalmente antrópica, tienen sus efectos ya que inciden sobre la morfología de los cauces, la calidad de agua de los cursos y la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, los usos del suelo en las áreas de recarga de acuíferos y el régimen de extracción impactan sobre la calidad y cantidad de las aguas subterráneas. La política de aguas pone énfasis en incluir la prevención del deterioro de la calidad del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, se requiere aplicar herramientas de gestión que ofrezcan soluciones a las problemáticas de pérdida de servicios ecosistémicos, que repercuten en la calidad y disponibilidad del agua, buscando prevenir y revertir los procesos de degradación, estableciendo medidas de preservación, mitigación de impactos y restauración en las cuencas y los acuíferos (Mvotma, MGAP, Comisión de Cuenca del Río Yí, 2017).

La Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) es el organismo responsable a nivel nacional de la formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los Planes Nacionales de Protección del Ambiente y de proponer e instrumentar la política nacional en la materia, generando pautas que garanticen un desarrollo sostenible.

El Departamento de Seguimiento de Componentes del Ambiente (DSCA) tiene el cometido de formular, ejecutar y evaluar los planes nacionales de monitoreo de calidad de los diferentes cuerpos de agua del país. Asimismo, en 2014 fue creada la Comisión de Cuenca del Río Yí, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Política Nacional de Aguas y el decreto 258/013. Es integrada por 25 miembros (ocho representantes del gobierno, ocho representantes de la sociedad civil y nueve usuarios). Dada la necesidad de realizar una evaluación integral de la Cuenca del Río Yí y el interés manifestado por los integrantes de la comisión de cuenca, el DSCA procedió a implementar el presente monitoreo que pretende ser una herramienta que permita conocer, vigilar y gestionar su calidad del agua.

1.1 Caracterización de la cuenca del Río Yí

Esta es una cuenca nacional nivel 2 con una superficie de 12.600 km², de geografía endorreica ubicada al oeste de la rama principal de la cuchilla grande. Forma parte de la gran cuenca del Río Negro, siendo por el margen izquierdo, su principal afluente.

La superficie de la cuenca se caracteriza (según MGAP) por ser una zona principalmente agrícola, agrícola ganadera y ganadera forestal con $\pm 10\%$ de mejoramientos. También hay que considerar la presencia de emprendimientos de gran porte que se dedican a la faena de animales y algunos emprendimientos lecheros, como la presencia del tambo más grande del Uruguay.

Del área total de la cuenca el 21% está en el departamento de Flores, el 39% en Durazno y el 40% en Florida.

El Yí nace en las depresiones entre los brazos de la cuchilla grande (al igual que el arroyo el Cordobés Arroyo que delimita Cerro Largo con Durazno) en las cercanías de la localidad de Cerro Chato, surca hacia el Oeste hasta desembocar en el Río Negro con una longitud de aproximadamente 210km.

En su longitud total, el río Yí pertenece a los departamentos de Durazno, Flores y Florida, siendo además en gran parte la delimitación natural entre los departamentos Durazno-Flores y Durazno-Florida.

Su cauce, además, cruza por los centros poblados Sarandí del Yí, Polanco del Yí y Durazno. La población total de la cuenca es de 78.000 habitantes aproximadamente.

Es una cuenca que se caracteriza por su escurrimiento rápido y consecuentes aumentos de caudal. El año 2019 presentó un caudal promedio alto posicionándose solo por debajo de año 2014 (Figura 1), este alto caudal promedio se explica principalmente por los altos caudales registrados en el mes de enero, junio y octubre (Figura 2).

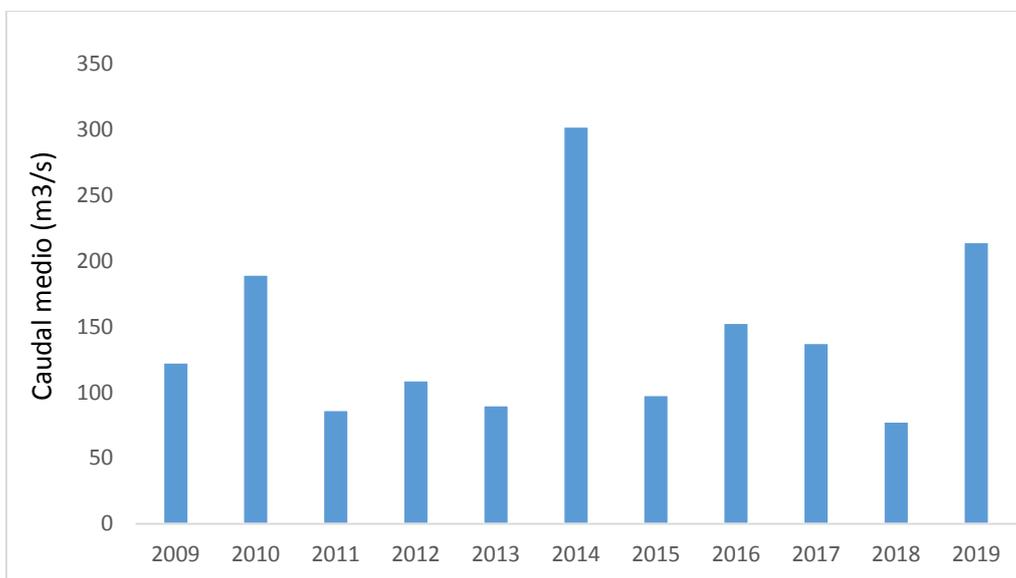


Figura 1: Caudal promedio anual del período comprendido entre 2009 y 2019 en el aforo de la ciudad de Durazno.

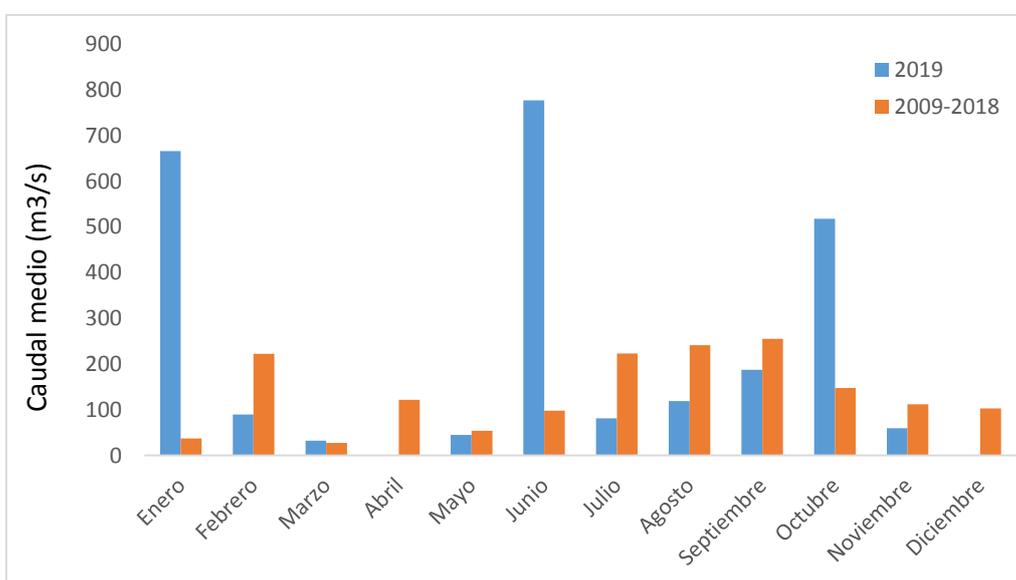


Figura 2: Caudal promedio mensual del 2019 comparado con el promedio mensual de la década previa, en el aforo de la ciudad de Durazno.

1.1.1 Clima

La temperatura promedio anual de la cuenca oscila entre los 17 y 17,5°C, mientras que la precipitación acumulada ronda los 1200-1300mm de promedio anual. La presión atmosférica oscila entre 1015,0 y 1016,2 hPa de promedio anual. La velocidad del viento se encuentra promedialmente en el orden de los 4 m/s sin embargo son frecuentes las rachas de más de 30 m/s. Los vientos más característicos son el Norte y el Oeste (Pampero). El viento del Norte, relativamente cálido y húmedo, acarrea un incremento global de la nubosidad, aportando aire de baja presión. El viento Pampero proviene generalmente del Océano Pacífico atravesando la Cordillera de los Andes en donde se enfría y pierde su exceso de humedad; obliga al viento del Norte a retroceder y perder su exceso de vapor de agua en forma de lluvia, y finalmente despeja el cielo de nubes. Del Sur llega periódicamente el aire de las regiones frías, el que, tras soplar durante varios días determina un descenso de temperatura. La insolación media anual de la cuenca se ubica entre las 2400 y 2500 hs anuales (Dir. Nal. Meteorología 1961-1990).

1.1.2 Fisiografía, Geología y características ambientales

La cuenca se encuentra sobre Basamento Cristalino y rocas Fanerozoicas de la Cuenca del norte (Núñez Demarco, Sanchez, & Masquelin, 2018).

Es el típico río de penillanura cristalina que corre hacia el oeste formando una pequeña curva hacia el sur. Llegando a su desembocadura se encuentra un afloramiento de origen basáltico que se angosta formando el boquerón del Yí. Este curso tiene

varios caracteres definidos como son su baja sinuosidad, la presencia de dos grandes escalones en su ribera, la cobertura de monte ribereño denso y angosto y también sus crecientes de gran magnitud.

El Río Yí se alimenta principalmente de aguas de origen fluvial, pluvial y subterráneo. Sus principales afluentes son: Arroyo Illescas, Mansavillagra, Castro y Maciel en su margen izquierda, mientras que en la margen derecha destacan los Arroyo Antonio Herrera, Tomás Cuadra y del Caballero.

Su principal bioma es el monte fluvial formado por especies como la uña de gato, espinillo, coronilla, guayabo blanco y colorado, viraró, cedrón del monte, pitangas, mburucuyá, clavel del aire, tala, sarandí, sauce criollo, etc. Este se caracteriza por ser un bosque autóctono tupido que bordea sus orillas. También presenta una importante fauna con aves como lechuzas y horneros; mamíferos como comadrejas y zorrillos al igual que ofidios y peces.

2. Objetivo general del programa

Establecer una línea de base de la calidad del agua de los principales ríos dentro del territorio nacional y definir un programa de vigilancia permanente de la calidad del agua, que permita evaluar a corto y mediano plazo el comportamiento del sistema, de acuerdo a la situación actual y frente al posible impacto producido por los futuros emprendimientos que se instalen en su cuenca hidrográfica. La primera ejecución de este plan, tiene como propósito garantizar el desarrollo sostenible y poner a disposición de los ciudadanos la información generada, así como los aspectos técnicos vinculados a la obtención de la misma.

2.1 Objetivos específicos

1. Identificar descargas puntuales o difusas, tanto domésticas como industriales o agropecuarias, que afecten la calidad ambiental.
2. Evaluar la evolución ambiental en la cuenca del río Yí.

La calidad del agua se determina mediante variables físicas, químicas y biológicas, comprendiendo gran parte de las establecidas en el Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3. A estas se agrega una serie de variables con valores guía sugeridos por el grupo GESTA agua y la MTA. Asimismo, en el caso de AOX se utiliza el estándar fijado por la RFA (LAWA-Verfahren, 1998) Este set de variables es analizado para comprender el funcionamiento y determinar de la forma más completa, la calidad del agua del sistema.

3. Aspectos metodológicos:

3.1 Plan de Monitoreo y variables monitoreadas

En este capítulo se presentará el primer plan de monitoreo de esta magnitud en la cuenca del río Yí. El mismo se realiza en 6 puntos ubicados en locaciones estratégicas a lo largo del curso principal para evaluar los aportes de los principales centros poblados y afluentes.

Los planes de monitoreo de calidad de agua deben proporcionar datos confiables y científicamente verificables. Por lo tanto todas sus etapas deben ser debidamente planificadas y basarse en metodologías internacionalmente aprobadas. La metodología de trabajo para el monitoreo de la matriz agua se basó en el Programa Internacional del Sistema Global de Monitoreo Ambiental (guía operativa GEMS/Agua, 3ra Ed, 94.1). Este es el mecanismo del sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para coordinar las actividades de monitoreo y evaluación ambiental, realizadas tanto por las agencias especializadas de la ONU como por instituciones nacionales e internacionales. Constituye un esfuerzo conjunto de la comunidad internacional destinado a adquirir, a través del monitoreo permanente y su evaluación, los datos y la información necesaria para el manejo ambiental a nivel global. No obstante se adaptó a las capacidades nacionales disponibles (recursos humanos, equipos, materiales, técnicas, etc.). Esto lleva a que se monitoreen 35 variables (in situ y de laboratorio) (Tabla I).

Tabla I: Variables analizadas en cada campaña para la cuenca del Río Yí clasificadas según categorías. También incluye abreviatura, unidades, así como los estándares utilizados (decreto 253 y valores guía sugeridos por el grupo GESTA agua en 2014 y la Mesa Técnica del Agua). * Estándar internacional establecido en la República Federal de Alemania para los Compuestos Halogenados Adsorbibles (AOX)

	Parámetro	Abreviatura	Unidad	Decreto 253	GESTA 2014	MTA	Otros
Físico - químicos generales	Oxígeno disuelto	OD	mg/L	> 5			
	Porcentaje - saturación de O ₂	SatO2	%				
	Potencial de hidrógeno	pH	-	6,5-8,5			
	Conductividad	Conduc	μS/cm				
	Temperatura	T	°C				
	Turbiedad	Turbidez	NTU	< 50			
	Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L				
	Sólidos totales	ST	mg/L				
	Sólidos totales fijos	STF	mg/L				
	Sólidos totales volátiles	STV	mg/L				
Metálicos	Alcalinidad	AlcT	mg CaCO ₃ /L				
	Iones mayoritarios	Ca	mg O ₂ /L				
		Mg	mg O ₂ /L				
		Na	mg CaCO ₃ /L				
		K	μg/L				
Arsénico	Ar	mg/L	< 0,005				
Metales pesados	Hg	μg/L		< 0,1			
Inorgánicos no metálicos	Cianuro total	CN-total	μg/L		< 20		
	Nitrato	NO3	mg NO ₃ -N/L		< 5		
	Nitrito	NO2	mg NO ₂ -N/L		< 0,1		
	Nitrógeno amoniacal	NAmoniacal	mg NH ₄ - N/L		< 0,5		
	Amoniacal Libre	NH3	mg/L	< 0,02			
	Nitrógeno total	NT	mg N/L			< 1	
	Fósforo reactivo soluble	PO4	μg PO ₄ -P/L			< 35	
Fósforo total	PT	μg P/L	< 25	< 70			
Biológicos	Clorofila a	ClorofilaA	μg/L			< 30	
	Feofitina	FeofitinaA	μg/L				
Orgánicos Generales	Coliformes termotolerantes	TermoTMF	UFC/100ml	2000			
	Sustancias fenólicas	Sustfenolicas	μg/L		< 5		
	Demanda biológica de oxígeno	DBO5	mg O ₂ /L	< 10			
Orgánicos	Demanda química de oxígeno	DQO	mg O ₂ /L				
	Compuestos halogenados adsorbibles	AOX	μg/L				< 25 *
	Glifosato	Glifosato	μg/L		< 65		
	Ácido amino-metil-fosfónico	AMPA	μg/L				

Adicionalmente, con los parámetros recabados, se utilizan dos índices, el Índice de Estado Trófico IET (Lamparelli., 2004) y el Índice de Calidad de Agua (IQA) para una interpretación integral de la calidad de agua del curso. El IET considera únicamente la concentración de Fósforo total debido a la importancia de esta variable en la determinación del estado trófico del sistema. Un valor bajo de este índice se asocia a estados tróficos con bajas concentraciones de nutrientes, menos riesgo de eutrofización y mejor calidad de agua (Tabla II).

Tabla II: Tabla para la interpretación del IET con su correspondiente escala cromática.

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

Por su parte el IQA toma en cuenta una mayor cantidad de variables como son el pH, la saturación de Oxígeno, la DBO₅, Temperatura, Turbidez, Fósforo total, Nitrógeno total, Sólidos Totales y los Coliformes termotolerantes. Considerando un factor de ponderación por variable, se llega a un valor o índice que varía de 0 a 100, siendo 0 muy mala y 100 excelente la calidad de agua (Tabla III).

Tabla III: Tabla para la interpretación del IQA con su correspondiente escala cromática

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

El monitoreo de calidad de agua del Río Yí se realiza, dentro de las posibilidades logísticas del Departamento de Seguimiento de Componentes del Ambiente, de la división transporte y del Dpto. de Laboratorio Ambiental de DINAMA.

A consecuencia de la extensión del área de estudio, la cantidad de estaciones de monitoreo y la compleja logística implicada en el traslado de las muestras, cada campaña tiene una duración de 4 días hábiles.

Los análisis químicos de agua y sedimentos son realizados o coordinados a través del Dpto. de Laboratorio Ambiental de DINAMA.

3.2 Frecuencia de muestreo

Este reciente plan de monitoreo prevé la realización de campañas trimestrales, a los efectos de cumplir con los objetivos previstos, con el fin de realizar al menos una campaña en cada estación del año y teniendo en cuenta que la variación en la calidad del agua puede ser cíclica o aleatoria, especialmente en los ríos. En esta ocasión se realizaron 3 campañas (mayo correspondiente al otoño, setiembre correspondiente al invierno y octubre correspondiente a la primavera). La falta de una campaña se debe a que la ejecución del programa se aprobó en mayo del 2019 y no pudo realizarse un muestreo de fin de verano.

3.3 Puntos de muestreo

El monitoreo se realiza desde la costa dado que las condiciones de la ribera del río (monte de galería) y las características de curso de agua (poca profundidad y excesiva corriente) no permiten la utilización de embarcación. También se obtienen muestras subsuperficiales desde puentes carreteros en el eje del curso de agua.

La distribución de los puntos de muestreo se diseñó en función del recorrido del cauce teniendo en cuenta los principales tributarios y la geografía de la cuenca, así como la influencia de los principales poblados (Ver tabla IV) (Ver anexo 1).

Tabla IV: Ubicación en coordenadas y su correspondiente descripción para los 6 puntos de monitoreo de esta campaña.

Estación	Latitud	Longitud	Descripción
----------	---------	----------	-------------

YI1	-33.236045°	-55.386579°	Aguas arriba de la ciudad de Sarandí del Yí.
YI2	-33.368252°	-55.660424°	Aguas abajo de la ciudad de Sarandí del Yí.
YI3	-33.475426°	-56.162569°	Puente sobre ruta 42 aguas abajo de la localidad de Polanco del Yí.
YI4	-33.397316°	-56.403469°	Puente paraje San Borja, 13 Km aguas arriba de la ciudad de Durazno.
YI5	-33.358737°	-56.601257°	Aguas abajo de la ciudad de Durazno.
YI6	-33.195833°	-56.895815°	Predio Forestal de Montes del Plata.

Esta distribución estuvo sujeta a una campaña piloto la cual consistió en: luego de haber marcado los puntos en un mapa o fotografía, ir a campo para observar la accesibilidad de los puntos y que tan representativos son con respecto al objetivo. También observar lugares como puentes, ya que son de fácil acceso, claramente identificables y la estación puede ser descrita con precisión, además sumarle que algunos son usados con frecuencia para monitoreos de caudal (Figura 3).

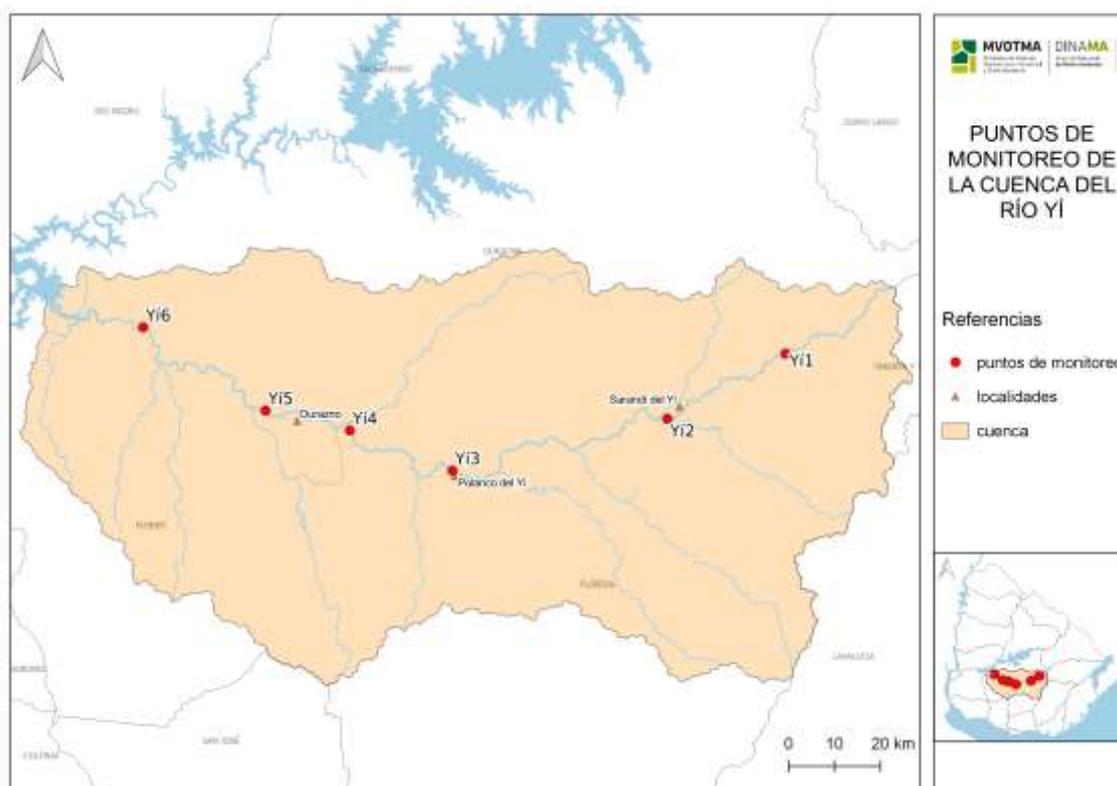


Figura 3: Cuenca del Río Yí con la ubicación de los principales poblados así como la localización geográfica de las 6 estaciones de monitoreo en el cauce.

3.4 Aseguramiento de la calidad analítica

Se efectúan controles de calidad para las diferentes determinaciones analíticas. El laboratorio ambiental de DINAMA trabaja bajo las condiciones establecidas en sus programas de control de calidad analítico siguiendo estándares internacionales (American Public Health Association, 2005). Además participa en ejercicios de interoperación con otros laboratorios, tanto nacionales como internacionales.

4. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del primer año de monitoreo de la cuenca del Río Yí para las campañas de mayo, setiembre y octubre. No se realiza comparación interanual por tratarse del primer año de monitoreo de estas características. Se presenta el caudal promedio de la semana de monitoreo y su semana previa en el aforo de UTE ubicado en la ciudad de Durazno. Se seleccionó este punto por su ubicación central en la cuenca y que puede reflejar los cambios de caudal que ocurren en el río. La fecha de monitoreo del mes de mayo se realizó al comienzo de un período de aumento de caudal correspondiente al pico máximo anual que se da en el mes de junio (Figura 4). El caudal en el mes de setiembre resultó constante en el período estudiado (Figura 5), mientras que el del mes de octubre corresponde al registrado posteriormente a una gran caída de caudal (Figura 6).

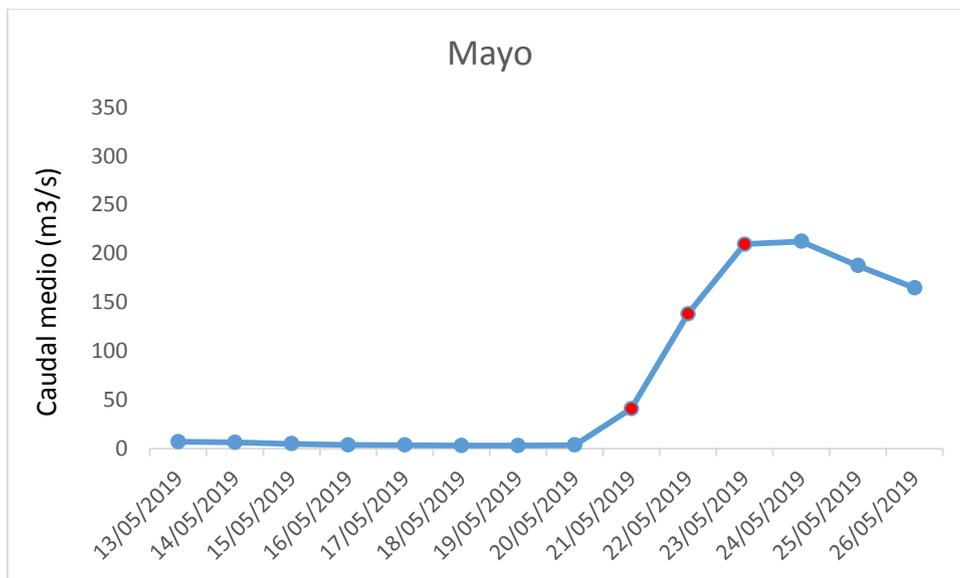


Figura 4: Caudal diario en el aforo de la ciudad de Durazno en la campaña de monitoreo del mes de mayo y en la semana previa. En rojo se muestran los caudales correspondientes a los días de monitoreo.

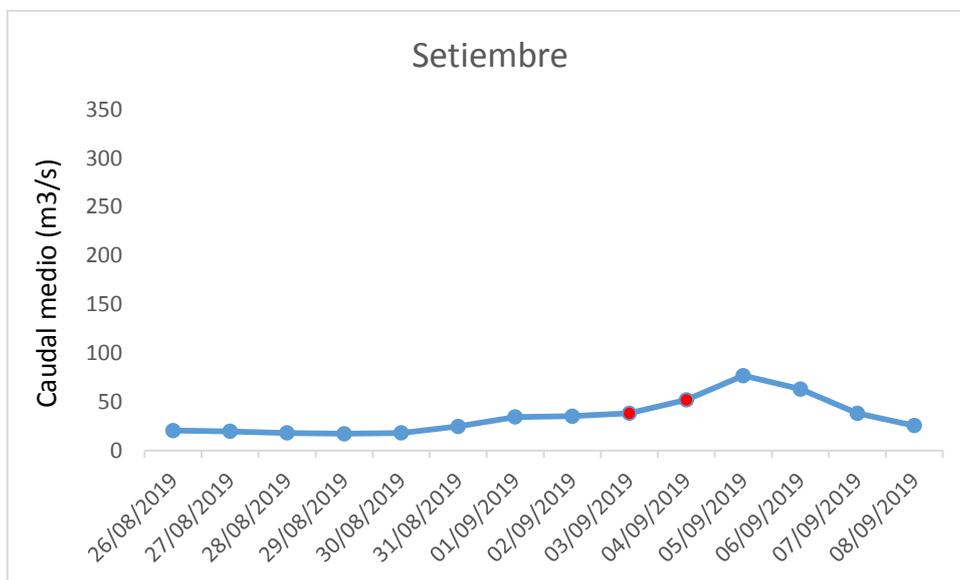


Figura 5: Caudal diario en el aforo de la ciudad de Durazno en la campaña de monitoreo del mes de setiembre y en la semana previa. En rojo se muestran los caudales correspondientes a los días de monitoreo.

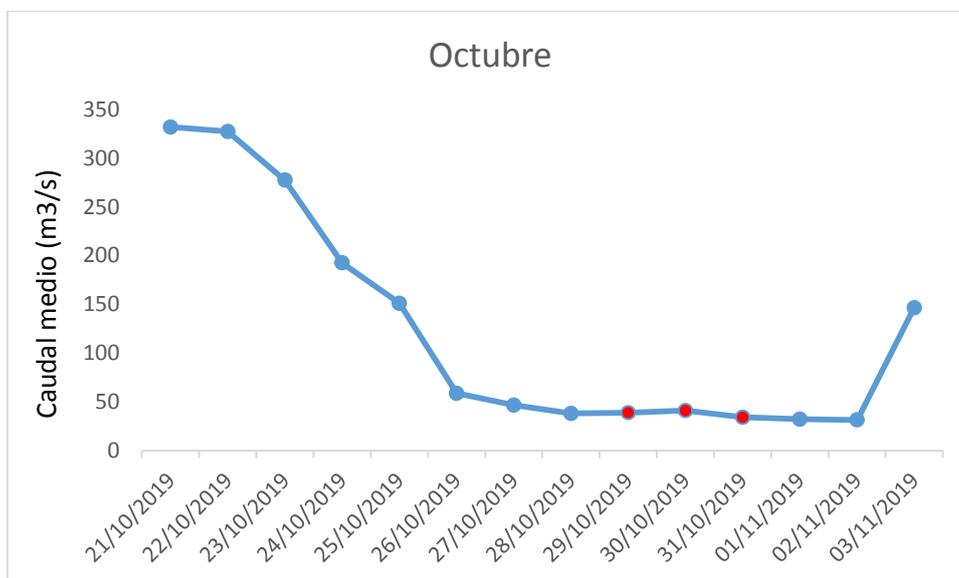


Figura 6: Caudal diario en el aforo de la ciudad de Durazno en la campaña de monitoreo del mes de Octubre y en la semana previa. En rojo se muestran los caudales correspondientes a los días de monitoreo.

4.1 Parámetros Físicoquímicos

4.1.1 Temperatura

La temperatura refleja la típica variabilidad estacional con un máximo de 23,1°C correspondiente a la estación YI6 en la campaña de octubre y un mínimo de 11,5°C en la estación YI1 en setiembre. El promedio fue de 17 °C y la mediana de 16,1 °C (Figura 7).

Este parámetro se muestra relativamente constante a lo largo del curso mientras que a escala anual refleja una disminución de mayo a setiembre y un posterior aumento hacia octubre lo que es esperable al analizar una variable fuertemente influenciada por los ciclos estacionales (Figura 8).

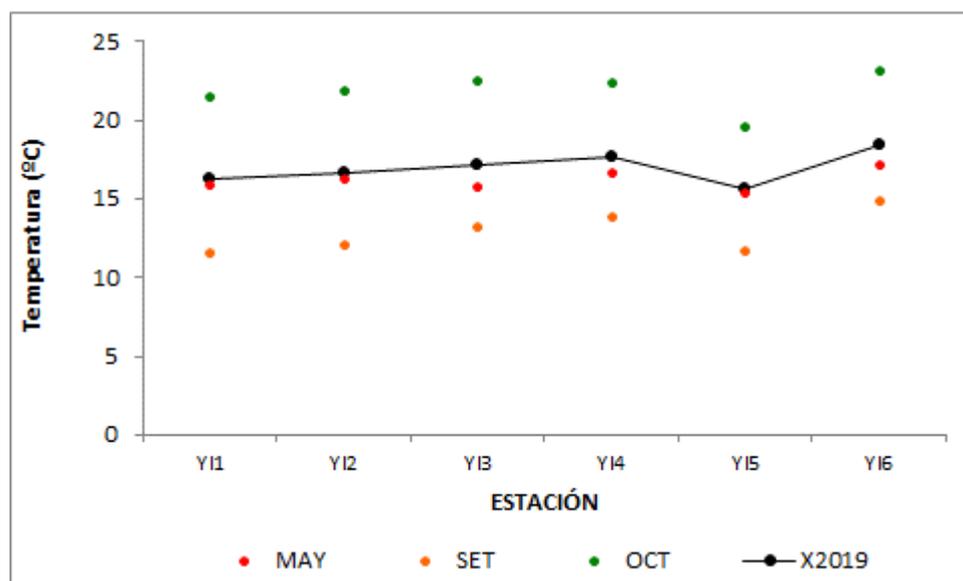


Figura 7: Fluctuaciones de la temperatura lo largo del Río Yí.

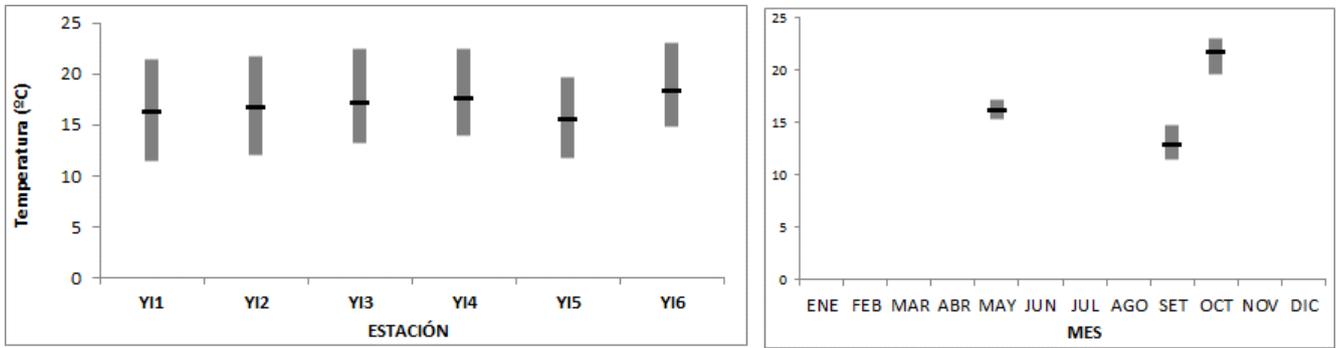


Figura 8: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) con sus máximos, mínimos y promedios de la temperatura en el Río Yí durante 2019.

4.1.2 Conductividad

La conductividad del Río Yí presenta un máximo de 219,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en la estación YI4 en mayo) y un mínimo de 61,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (correspondiente a la estación YI2 en setiembre) a su vez el promedio es de 129,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la mediana de 130,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 9).

En términos generales, este parámetro refleja un leve aumento espacial hacia la desembocadura del curso (Figura 9). Con respecto a la variabilidad temporal se observa un descenso en las campañas de setiembre y octubre con respecto a la de mayo (Figura 10).

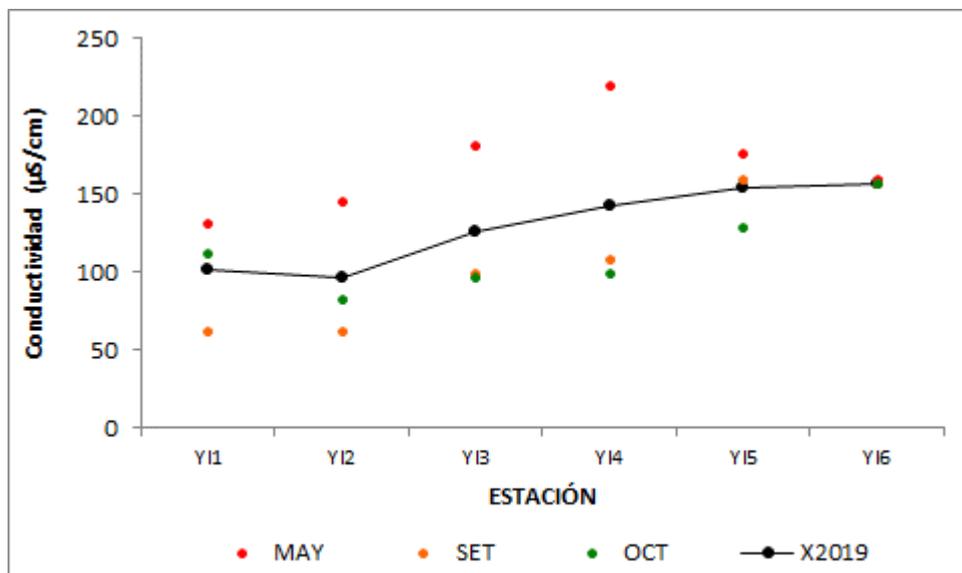


Figura 9: Fluctuaciones de la conductividad a lo largo del río Yí.

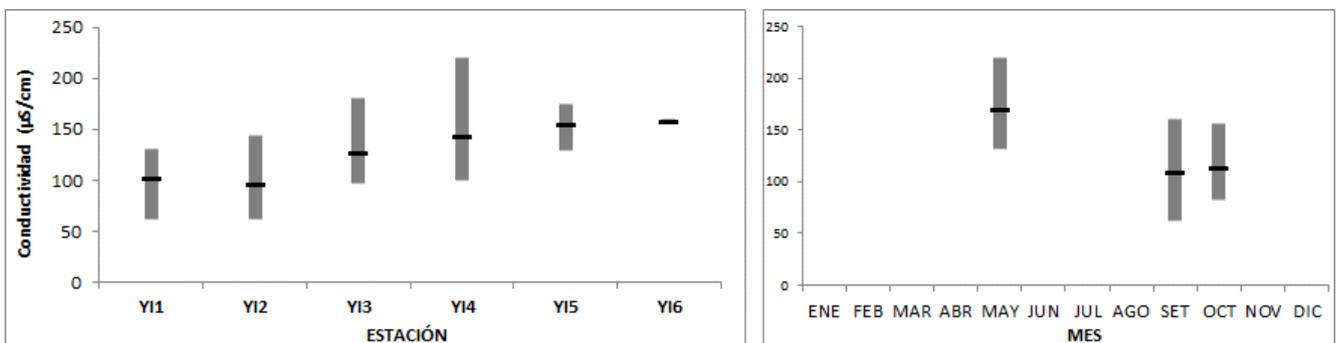


Figura 10: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) con sus máximos, mínimos y promedios de la conductividad en el Río Yí durante 2019.

4.1.3 pH

El pH en el Río Yí presenta un máximo de 8,9 en la estación YI1 en octubre y un mínimo de 6,53 correspondiente a la estación YI3 en el mes de octubre. A su vez el promedio anual fue de 7,3 y la mediana de 7,2 (Figura 11).

Se observa una leve disminución desde las nacientes hacia la desembocadura mientras que anualmente el pH se mantiene estable con un aumento del rango de variación en aguas más cálidas (Figura 12).

Todos los valores se encuentran entre el rango que va desde 6,5 a 8,5, admitido por el decreto 253/79 a excepción del máximo, registrado en la estación Y11 en octubre (Figura 11), de ahí se desprende que el pH presenta un 6% de incumplimiento (Ver Anexo 2).

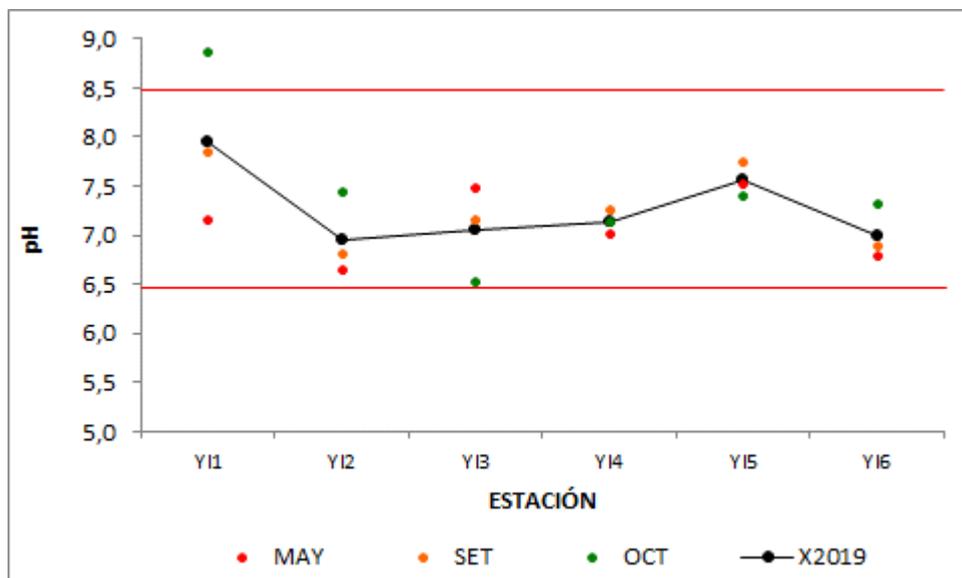


Figura 11: Fluctuaciones del pH a lo largo del río Yí

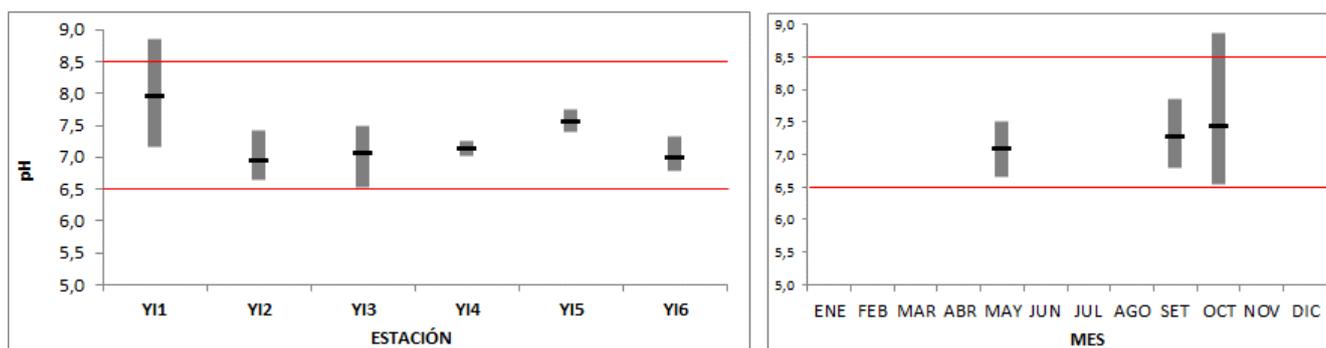


Figura 12: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del pH con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí, durante 2019. --- La línea roja continua marca estándar fijado en el Decreto 253/79.

4.1.4 Oxígeno Disuelto

El Oxígeno disuelto presenta un máximo de 11,5 mg/L en la estación Y15 en setiembre y un mínimo de 6,94 mg/L correspondiente a la estación Y12 en octubre. A su vez el promedio anual fue de 8,7 mg/L y la mediana de 8,8 mg/L (Figura 13).

Esta variable promedialmente se mantiene constante a lo largo del curso, con buena solubilidad del mismo con porcentajes de saturación que nunca se encontraron por debajo del 80% (Figura 13). Anualmente se observa un aumento en el mes de setiembre (invierno) con una disminución en octubre (primavera), lo que es esperable por la solubilidad reducida del oxígeno en aguas cálidas (Figura 14).

La totalidad de los datos se encuentra por encima de 5 mg/L, estándar establecido por el decreto 253/79 (Figura 13). Esto refleja que el oxígeno presenta un 100% de cumplimiento (Ver Anexo 2).

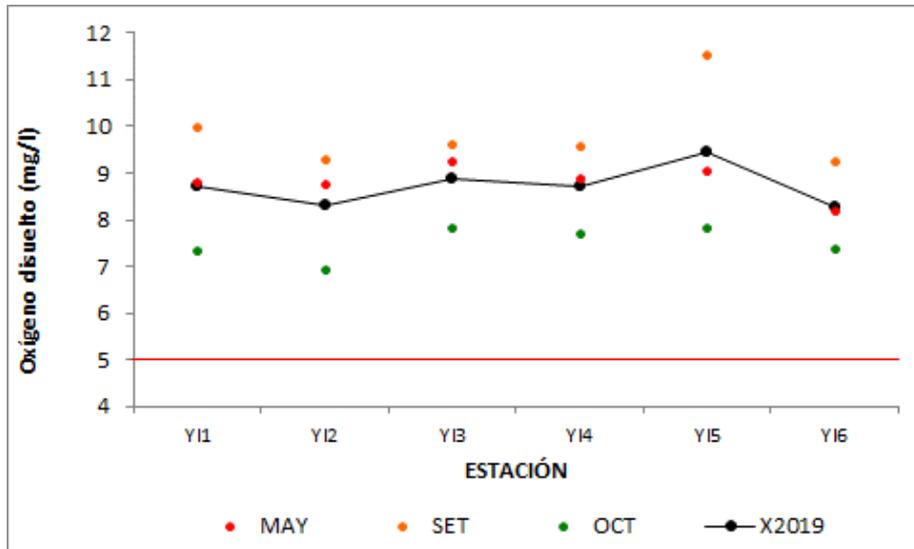


Figura 13: Fluctuaciones del oxígeno disuelto a lo largo del río Yí.

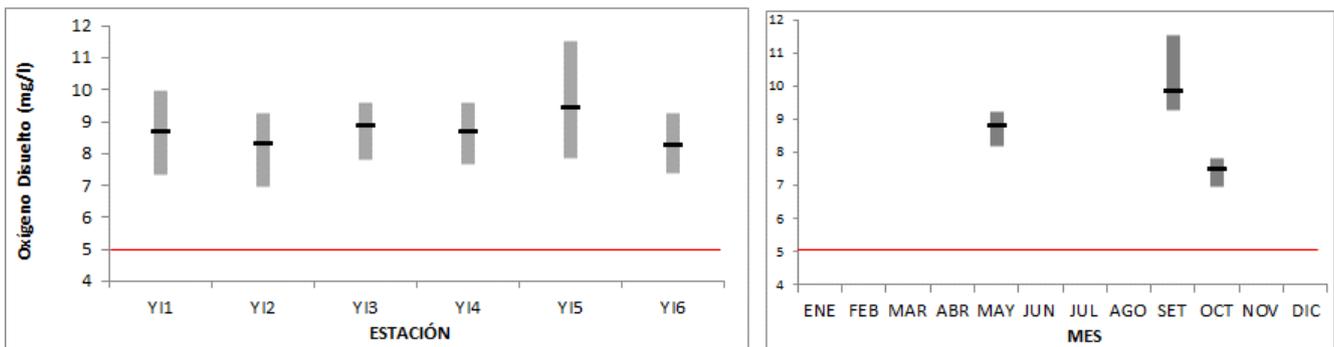


Figura 14: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del oxígeno disuelto, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019. ---.La línea roja continua marca el estándar de 5 mg/L fijado en el Decreto 253/79.

4.1.5 Turbidez

La turbidez presentó un valor máximo de 45 NTU en la estación YI6 en el mes de mayo y un mínimo de 17,3 NTU en las estaciones YI5 y YI6 durante el mes de setiembre (Figura 15). El promedio al igual que la mediana resultó de 28,8 NTU.

En cuanto a la distribución espacial de los datos, se observa un leve aumento a lo largo del curso, con un máximo en el segundo tercio del río (Figura 15). No obstante en lo que respecta a la variabilidad temporal, la turbidez refleja homogeneidad (Figura 16).

Ninguno de los valores anuales sobrepasa el límite máximo de 50 NTU establecido en el decreto 253/79, lo que implica un 100% de cumplimiento (Figura 15); (Ver Anexo 2).

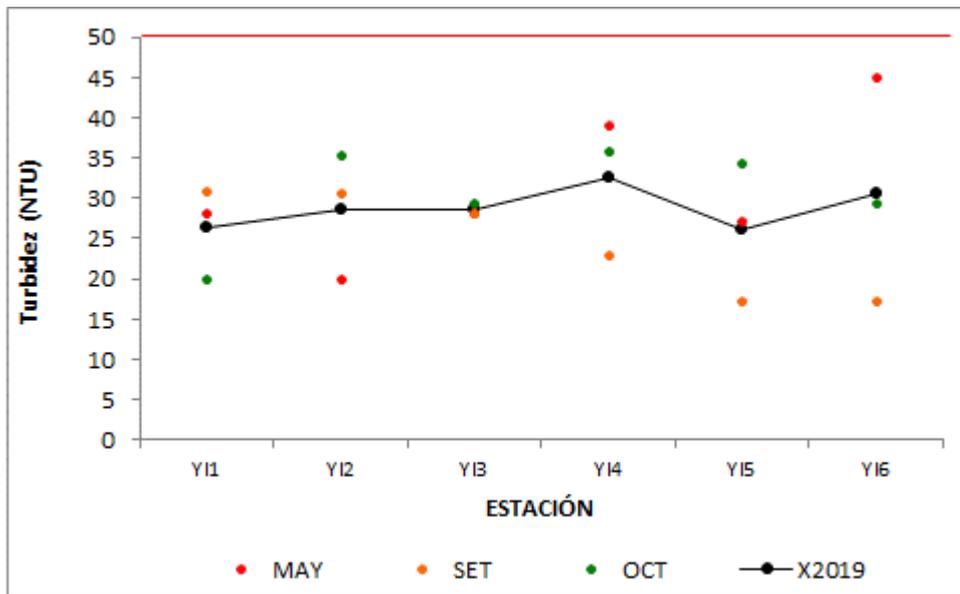


Figura 15: Fluctuaciones de la turbidez lo largo del río Yí.

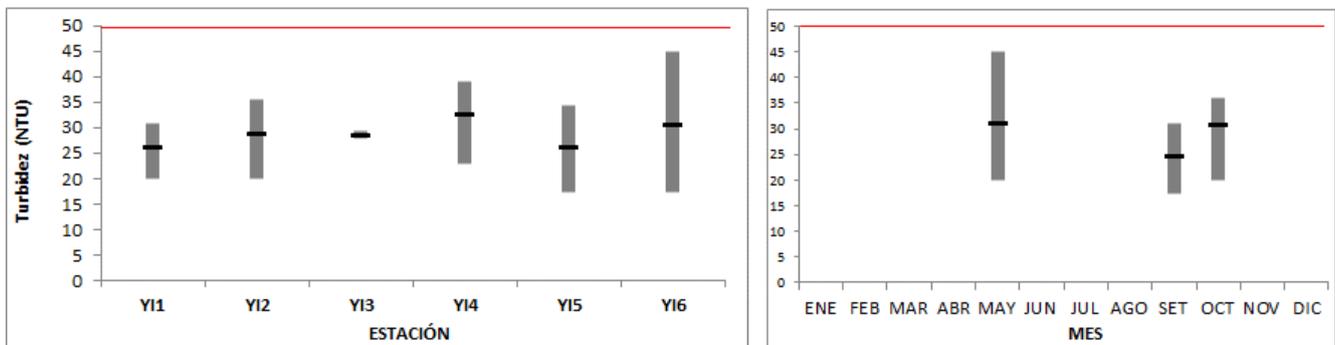


Figura 16: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la turbidez con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019. ---.La línea roja continua marca el estándar de 50 NTU fijado en el Decreto 253/79.

4.1.6 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

La demanda Biológica de oxígeno presenta un máximo de 6,7 mg O₂ /L correspondiente a la estación YI6 en el mes de mayo y un mínimo de 2,1 mg O₂ /L ocurrido en las estaciones YI1 y YI5 del mes de setiembre. Por su parte, el promedio fue de 3,8 mg/L y la mediana de 3,7 mg O₂ /L (Figura 17).

En cuanto a la distribución espacial de la concentración se observa un aumento promedio de la demanda biológica de oxígeno hacia la desembocadura del curso (Figura 17). Por otra parte, en las campañas de mayo y setiembre el comportamiento de esta variable fue similar, con promedios y rangos de variación casi idénticos, mientras que en octubre, se mantiene la homogeneidad de concentración, con un menor rango de variación (Figura 18).

Todos los valores se encuentran por debajo del estándar de 10 mg O₂ /L establecido por el decreto 253/79. De esto se concluye que existe un 100% de cumplimiento en cuanto a la DBO₅ (Figura 17); (Ver Anexo 3).

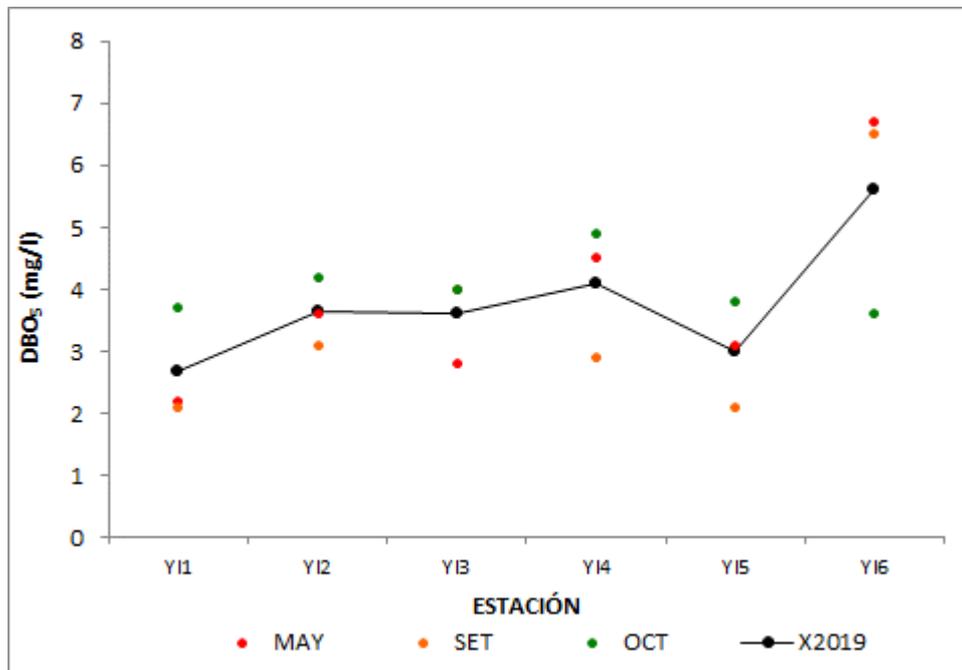


Figura 17: Fluctuaciones de la Demanda Biológica de Oxígeno a lo largo del río Yí.

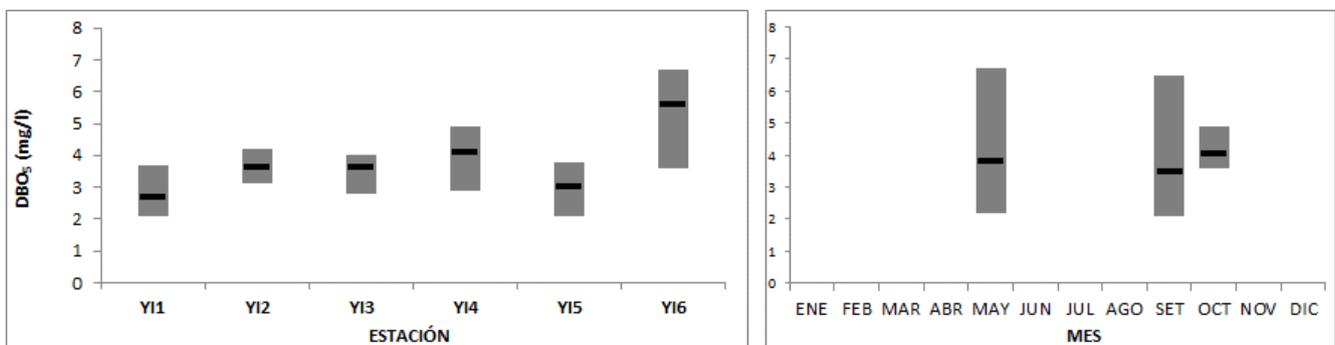


Figura 18: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la demanda biológica de oxígeno, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.7 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno presenta un máximo de 51 mg O₂ /L que ocurrió en la estación YI6 en el mes de mayo y un mínimo que corresponde a las estaciones YI1 y YI3 del mes de setiembre que registraron el valor de 20 mg O₂ /L .El valor promedio de la DQO fue de 21,7 mg O₂ /L y la mediana de 20 mg O₂ /L (Figura 19). El 44 % de las muestras no alcanzaron a superar el límite de cuantificación de la técnica que es de 19 mg O₂/L.

En lo que a la distribución espacial respecta, se observa un aumento en la demanda química de oxígeno del agua del río Yí desde las nacientes hacia la desembocadura (Figura 19). Además se registró un descenso en el período comprendido entre mayo y octubre, con los valores mínimos observados en las aguas más cálidas (Figura 20).

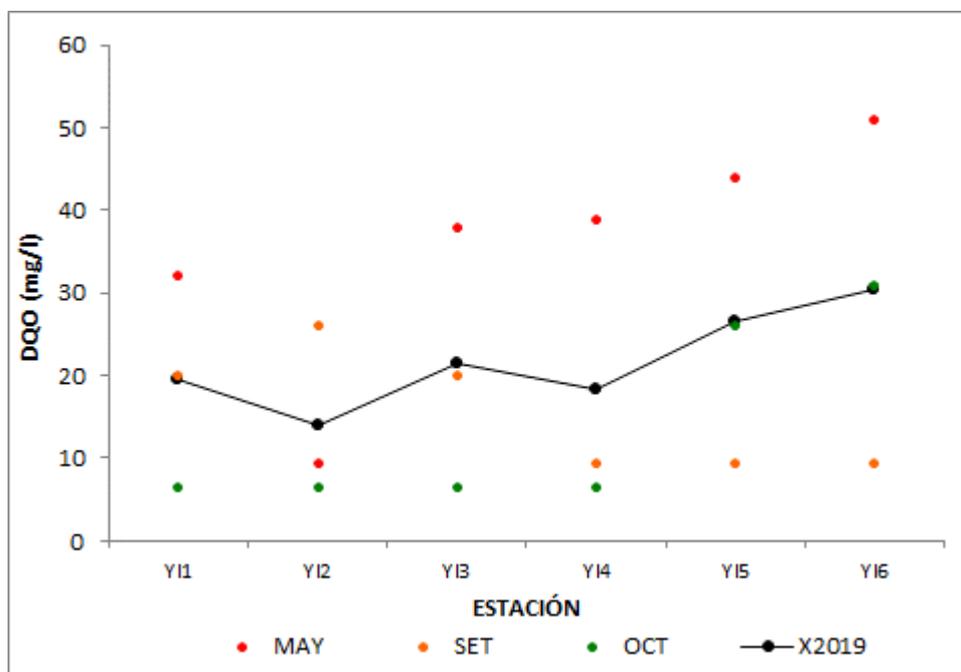


Figura 19: Fluctuaciones de la Demanda Química de oxígeno a lo largo del río Yí.

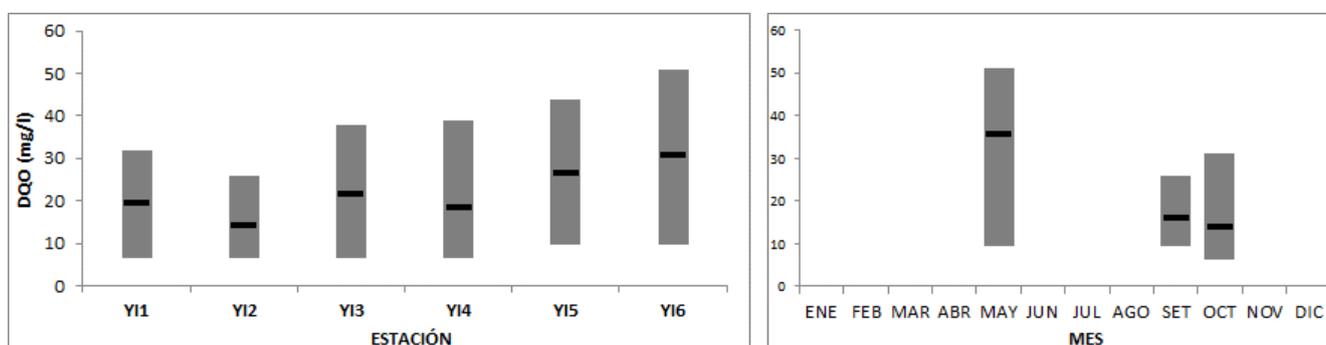


Figura 20: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la Demanda Química de Oxígeno en el río Yí durante 2019.

4.1.8 Alcalinidad

La alcalinidad presenta un máximo de 100 mg /L en las estaciones YI4 en mayo y YI5 en el mes de setiembre, mientras que el mínimo ocurrió en la estación YI2 en setiembre y fue de 35 mg /L. El promedio resultó de 65,2 mg /L y la mediana de 63 mg /L (Figura 21).

En cuanto a la variabilidad espacial, este parámetro experimenta un aumento promedio desde las nacientes hacia la desembocadura del curso (Figura 21). Por otra parte, se observa una clara disminución en la concentración desde la campaña de mayo a la de octubre (Figura 22).

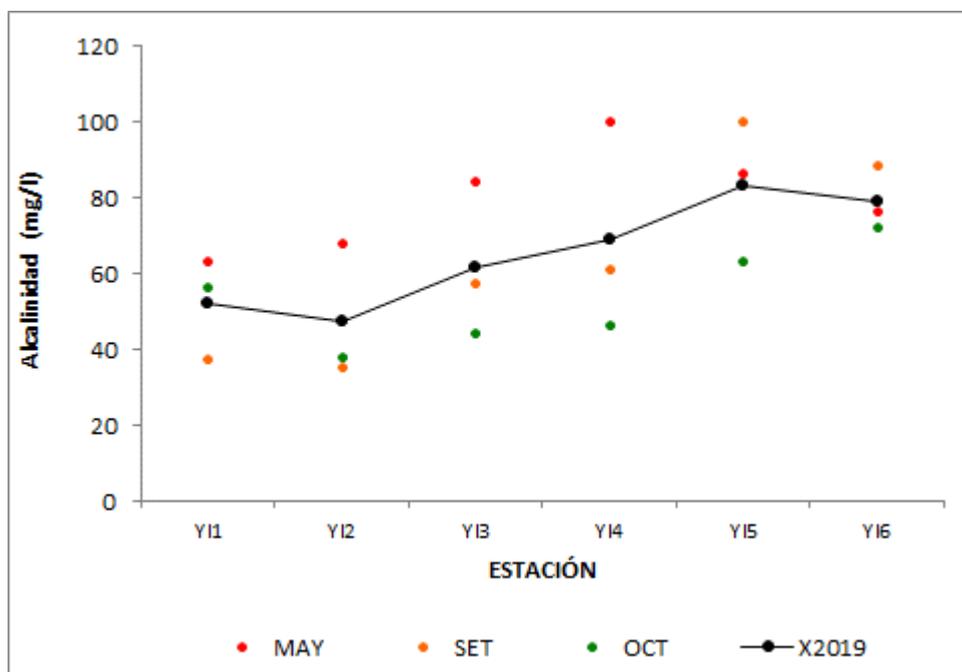


Figura 21: Fluctuaciones de la alcalinidad a lo largo del río Yí

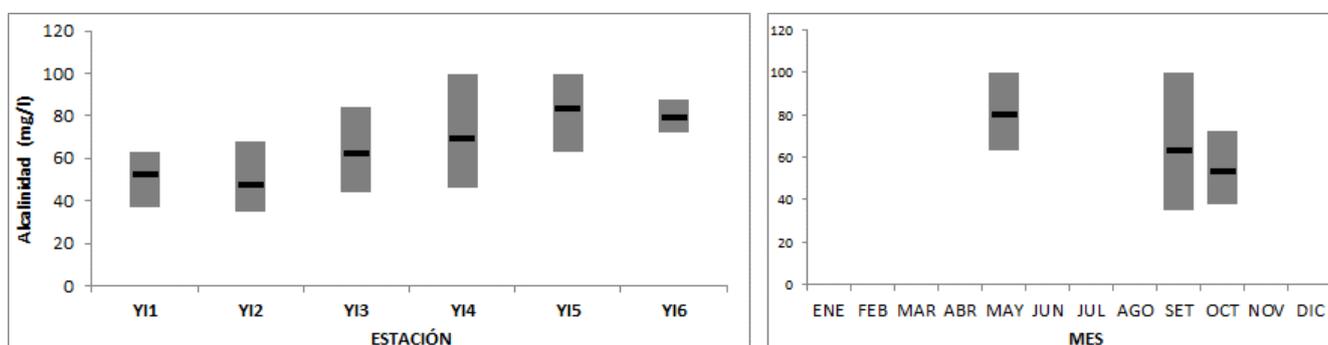


Figura 22: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la alcalinidad con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.9 Sólidos

4.1.9.1 Sólidos Totales Volátiles (STV), Sólidos Totales Fijos (STF) y Sólidos Totales (ST)

Los Sólidos Totales Volátiles presentan un máximo de 120 mg/L correspondiente a la estación YI6 en mayo y un mínimo de 44 mg/L que ocurrió en la estación YI2 en el mes de octubre. El promedio fue de 74,3 mg/L y la mediana de 67,5 mg/L (Figura 23).

En lo que respecta a los Sólidos Totales Fijos el máximo resultó de 180 mg/L y ocurrió en la estación YI4 en el mes de mayo mientras que el mínimo fue de 65 mg/L en la estación YI1 en el mes de setiembre. Por su parte el promedio fue de 107,4 mg/L y la mediana de 97 mg/L (Figura 23).

Los Sólidos Totales muestran un máximo de 290 mg/L en la estación YI4 durante el mes de mayo y un mínimo de 120 mg/L en la estación YI1 en el mes de setiembre. El promedio resultó de 180,6 mg/L y la mediana de 175 mg/L (Figura 23).

Considerando la distribución espacial de las concentraciones, se observa un leve aumento neto de la concentración de todos los sólidos hacia la desembocadura, con un máximo asociado al segundo tercio del curso. Por otro lado, de mayo a octubre se observa una disminución de la concentración de estos parámetros, reflejando las menores concentraciones en las aguas más cálidas (Figura 23).

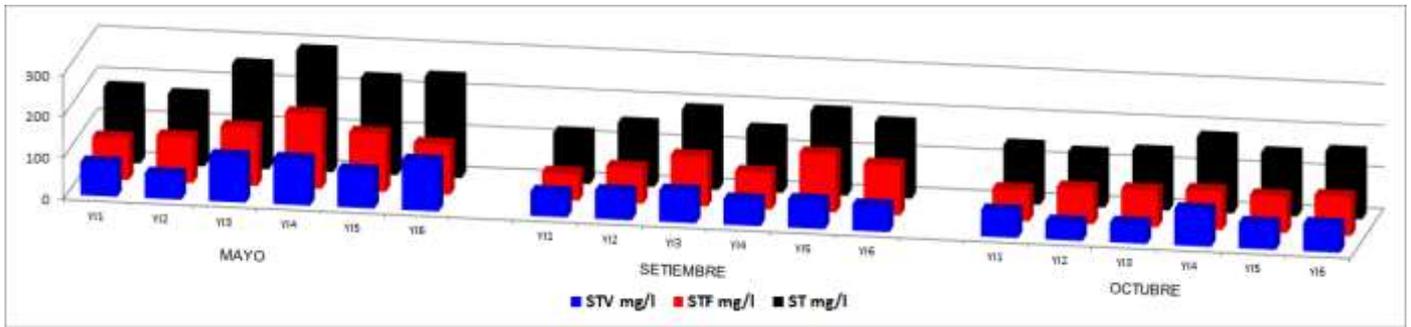


Figura 23: Fluctuaciones de los Sólidos Totales Volátiles (STV), Sólidos Totales Fijos (STF) y Sólidos Totales (ST) lo largo del río Yí en las 3 campañas de monitoreo.

4.1.9.2 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Presentaron un máximo de 52 mg/L correspondiente a la estación YI6 en mayo y un mínimo de 9,4 mg/L en las estaciones YI5 en el mes de setiembre. El promedio anual fue de 19,5 mg/L y la mediana de 14 mg/L (Figura 24). Cabe destacar que el 11 % de los datos no supera los límites de la técnica.

En promedio, se observa un leve aumento de la concentración hacia la desembocadura del río. También se nota un leve descenso en el período entre mayo y octubre (Figura 25).

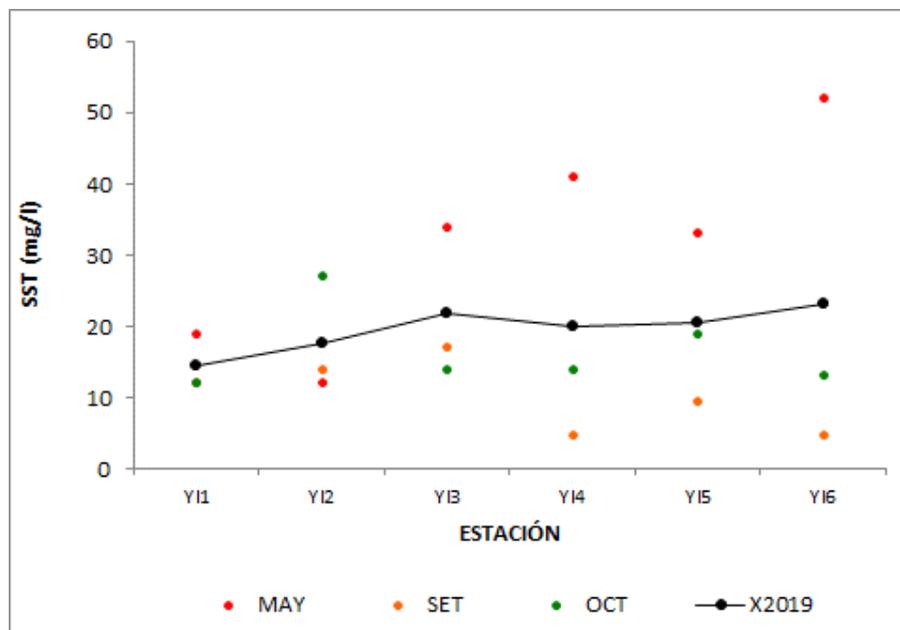


Figura 24: Fluctuaciones de los Sólidos Suspendidos Totales a lo largo del río Yí

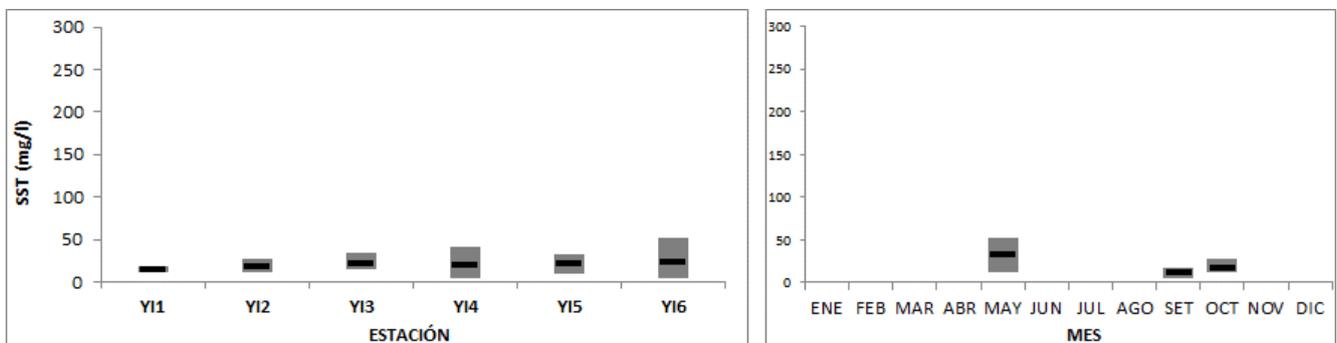


Figura 25: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Sólidos Suspendidos Totales con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.10 Sustancias fenólicas

Las sustancias fenólicas presentaron un valor máximo de 8,8 µg/L correspondiente a la estación YI1 en el mes de octubre y un valor mínimo de 1,4 µg/L en el punto YI6 en el mes de mayo. El promedio resultó de 2,4 µg/L y la mediana de 1,8 µg/L (Figura 26). Cabe destacar que el 39% de los datos no supera los límites de cuantificación de la técnica de 1,3 µg/L.

Considerando la distribución espacial de las concentraciones se observa una disminución de la concentración desde las nacientes hacia la desembocadura (Figura 26). Por otra parte en cuanto a la variabilidad temporal se nota un aumento claro de mayo a octubre, respectivo a un aumento de aguas frías a aguas cálidas, así como también aumenta el rango de variación (Figura 27).

Se encontró que 2 valores sobrepasan el límite máximo de 5 µg/L sugerido por GESTA agua en 2014. Lo que arroja un 89 % de cumplimiento de esta variable (Figura 26); (Ver Anexo 3).

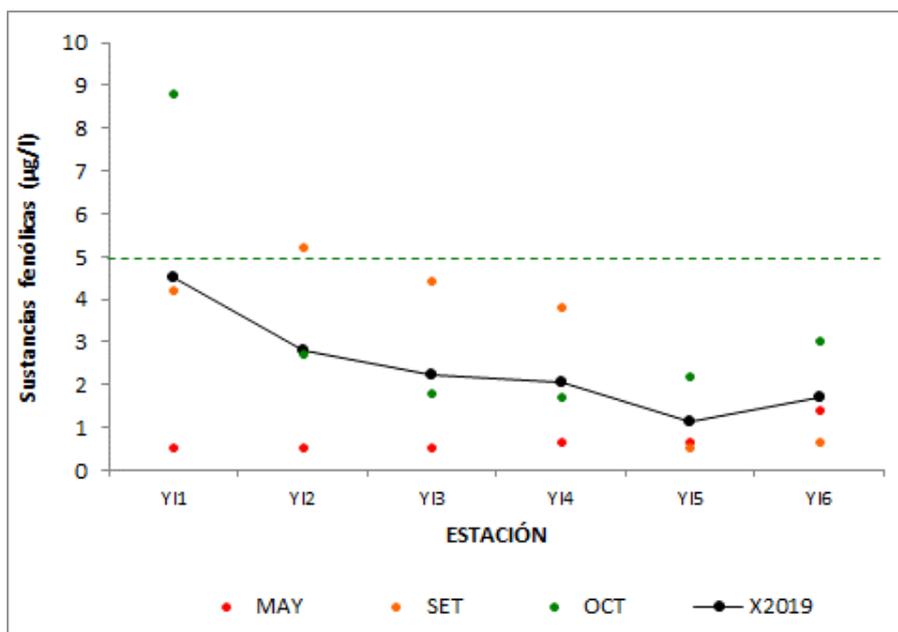


Figura 26: Fluctuaciones de las sustancias fenólicas a lo largo del río Yí.

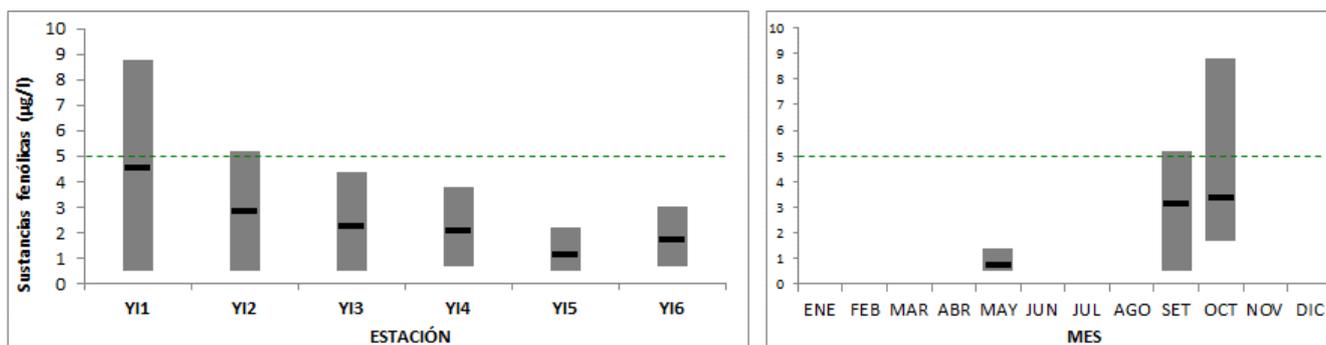


Figura 27: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de las sustancias fenólicas con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019. ---.La línea verde punteada marca el límite máximo de 5 µg/L sugerido por GESTA agua en 2014.

4.1.11 Iones Mayoritarios

4.1.11.1 Calcio

La concentración de este mineral presenta un máximo de 53 mg/L correspondiente a la estación YI1 en el mes de octubre y un mínimo que corresponde a 0,9 µg/L en la estación YI3 en el mes de setiembre. El promedio fue de 12,9 mg/L mientras que la mediana de 12,5 mg/L (Figura 28). Se encontró que en 2 estaciones las concentraciones no alcanzaron el límite de cuantificación y fueron YI1 y YI2 en el mes de setiembre (LC=0,1 mg/L)

La distribución espacial promedio de los datos es homogénea con un mayor rango de variación en las nacientes (Figura 28). En cuanto a la variabilidad temporal, entre mayo y setiembre ocurre una disminución para luego aumentar en octubre así como también aumenta el rango de variación (Figura 29).

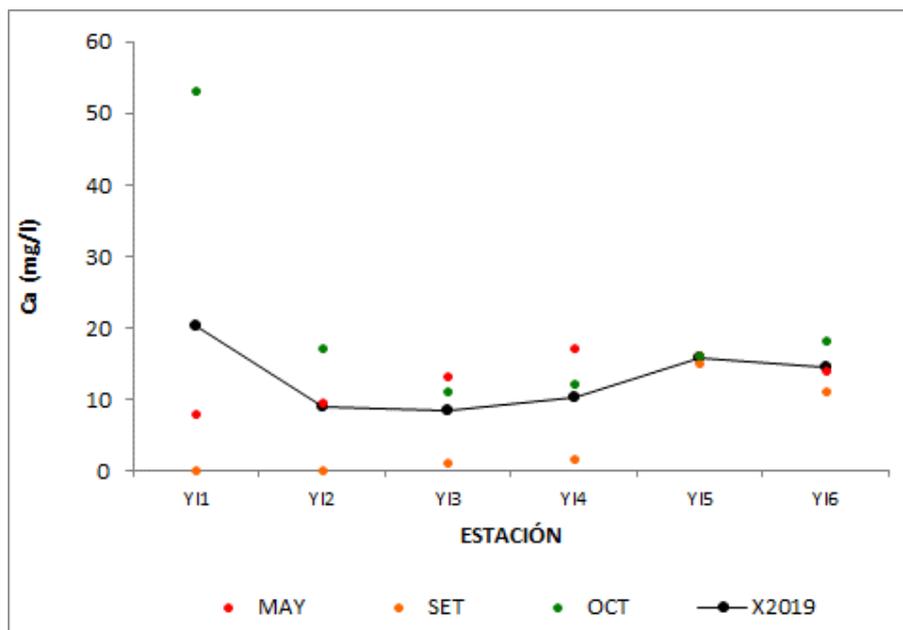


Figura 28: Fluctuaciones del Ion Calcio lo largo del río Yí.

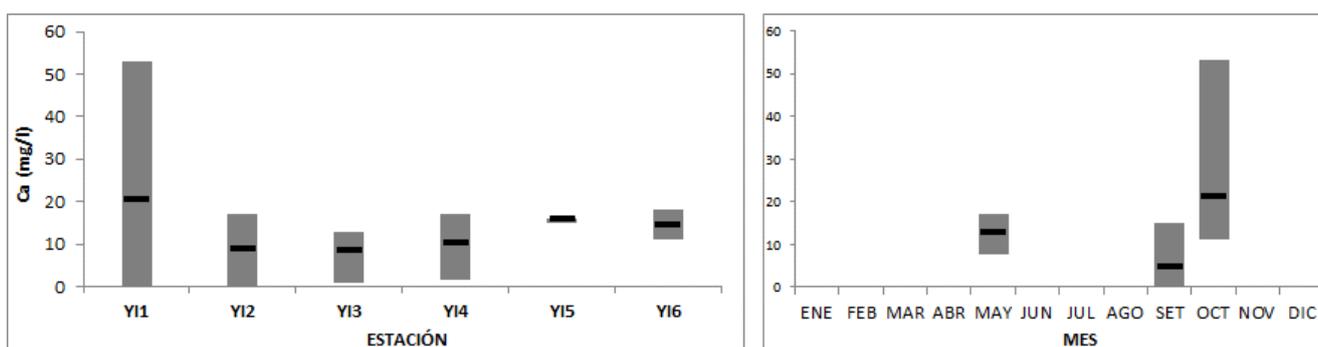


Figura 29: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la concentración de Calcio, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.11.2 Magnesio

La concentración de este mineral presenta un máximo de 7,6 mg/L correspondiente a la estación YI1 en el mes de octubre y un mínimo de 0,9 mg/L que corresponde a la estación YI2 en el mes de setiembre. El promedio fue de 3,7 mg/L mientras que la mediana de 3,9 mg/L (Figura 30).

La distribución espacial promedio de los datos es homogénea, con un mayor rango de variación en las nacientes (Figura 30). Sin embargo, la variabilidad temporal refleja una leve disminución en la concentración desde mayo a setiembre para luego aumentar en octubre (Figura 31).

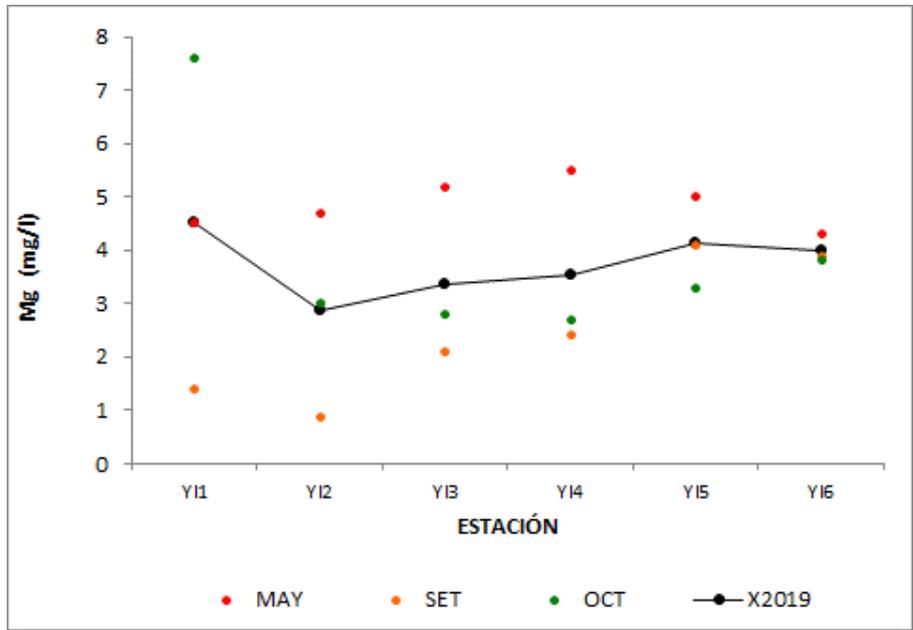


Figura 30: Fluctuaciones del Magnesio disuelto a lo largo del río Yí.

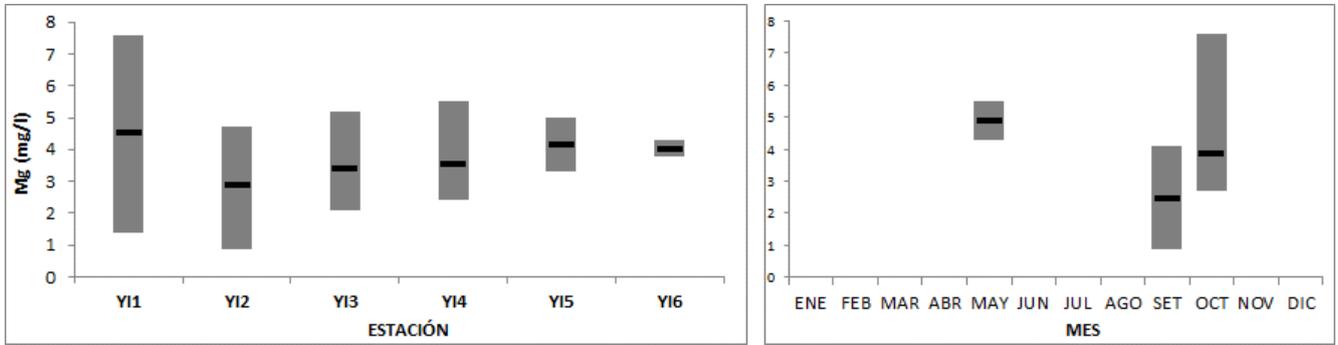


Figura 31: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del magnesio con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.11.3 Sodio

La concentración de sodio presenta un máximo de 25 mg/L correspondiente a la estación YI4 en el mes de mayo y un mínimo de 2,8 mg/L que corresponde a la estación YI3 en el mes de octubre. El promedio fue de 11,7 mg/L mientras que en el caso de la mediana la concentración fue de 11,0 mg/L (Figura 32).

La distribución espacial promedio de los datos es homogénea, con un mayor rango de variación en el tramo medio del curso (Figura 32). También ocurre una leve disminución en la concentración desde la campaña del mes de mayo a la del mes de octubre, por lo tanto los valores más altos se encuentran en las aguas más frías (Figura 33).

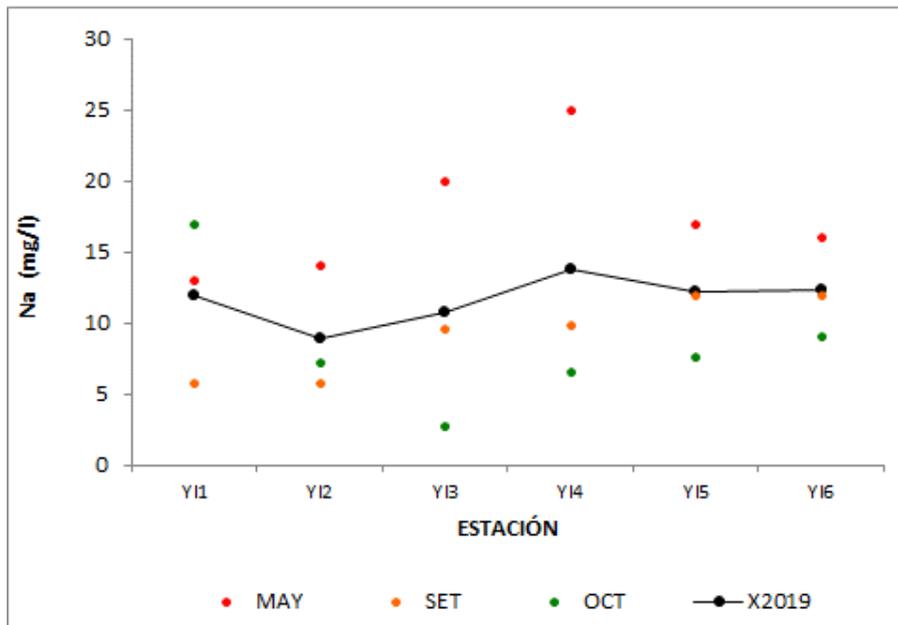


Figura 32: Fluctuaciones del Sodio a lo largo del río Yí

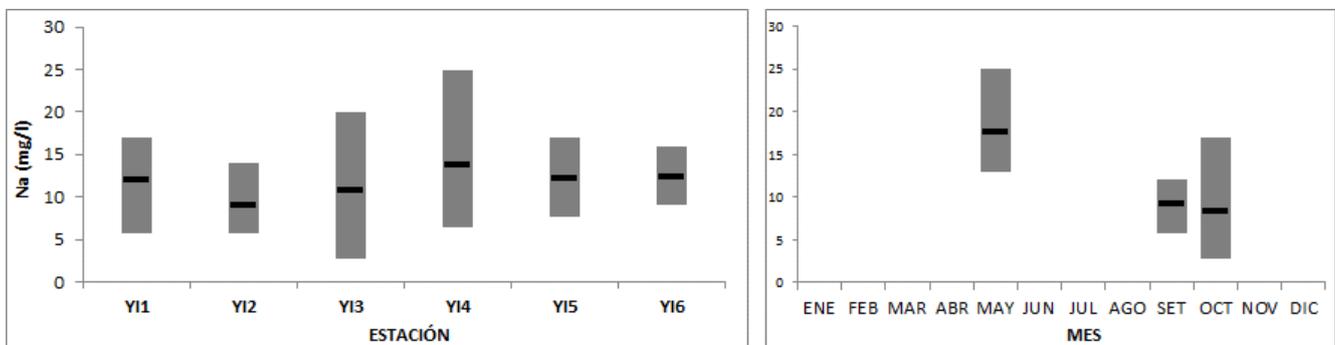


Figura 33: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Sodio disuelto con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.11.4 Potasio

La concentración de potasio presenta un máximo de 4 mg/L correspondiente a la estación YI4 en el mes de mayo y un mínimo de 1,1 mg/L que corresponde a la estación YI2 en el mes de octubre. El promedio fue de 2,1 mg/L mientras que la mediana de 1,7 mg/L (Figura 34).

La distribución espacial promedio de los datos muestra un leve aumento de la concentración desde las nacientes hacia la desembocadura del curso y un mayor rango de variación en la porción media del río (Figura 34).

También ocurre una leve disminución en la concentración desde la campaña del mes de mayo a la del mes de octubre lo que se corresponde con que las altas concentraciones ocurren en el período otoñal (Figura 35).

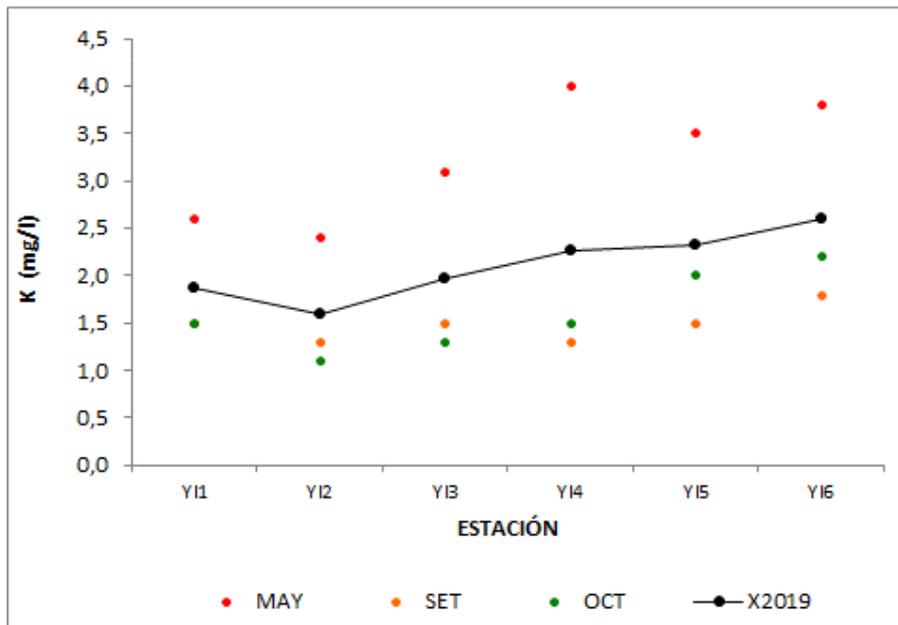


Figura 34: Fluctuaciones del Potasio a lo largo del río Yí

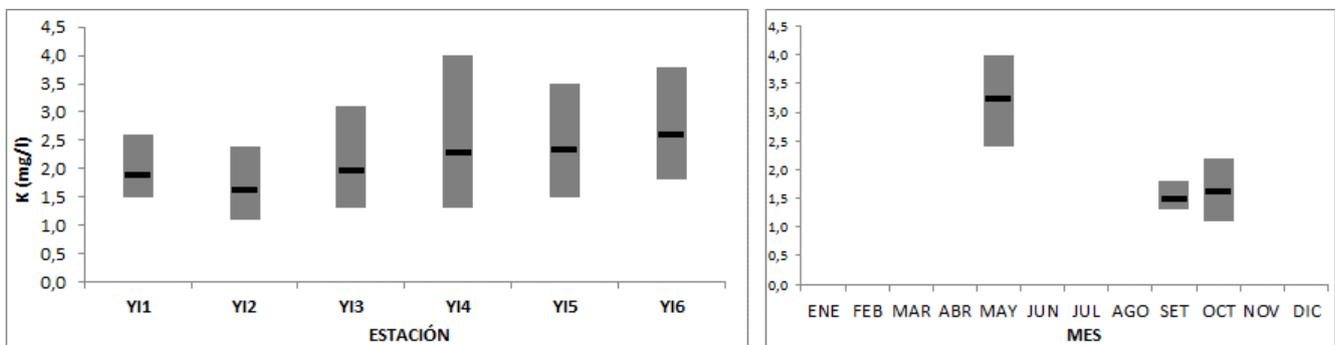


Figura 35: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del potasio, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.11.5 Relación de Absorción de Sodio (RAS)

El coeficiente de relación de absorción de sodio presenta un máximo de 1,075 correspondiente a la estación YI4 en el mes de mayo y un mínimo de 0,156 que ocurrió en la estación YI3 en el mes de octubre. El promedio resultó de 0,670 mientras que la mediana de 0,736 (Figura 36).

En lo que respecta a la variación espacial de este coeficiente, se observa una leve tendencia a la disminución hacia la desembocadura, con el mayor rango de variación registrado en el segundo tercio del curso (Figura 36). En cuanto a la variación temporal, reflejando la distribución de las variables involucradas se observa que entre mayo y setiembre el RAS no varía significativamente mientras que de setiembre a octubre ocurre una caída en la magnitud de este parámetro (Figura 37).

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.

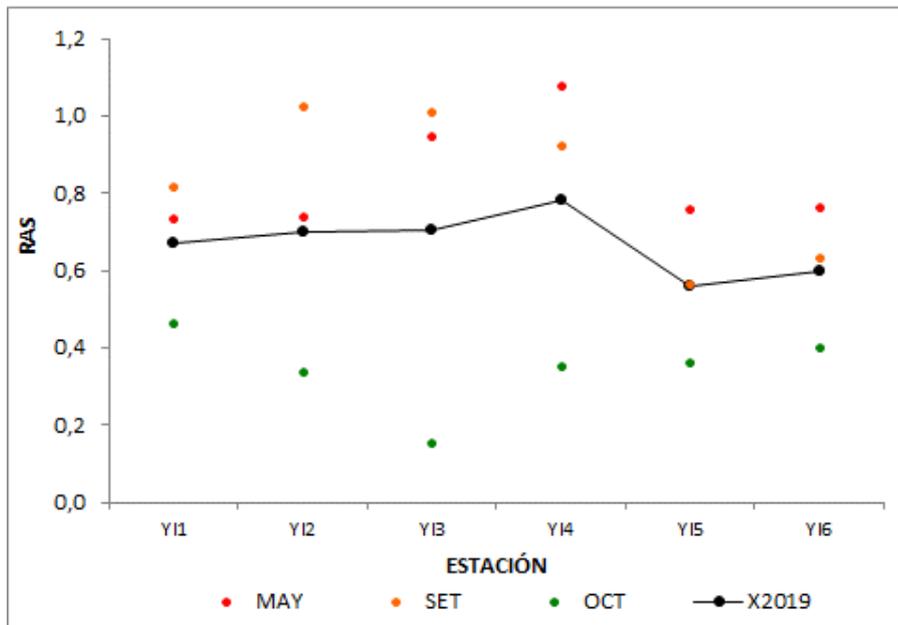


Figura 36: Fluctuaciones del coeficiente de relación de absorción de sodio a lo largo del río Yí

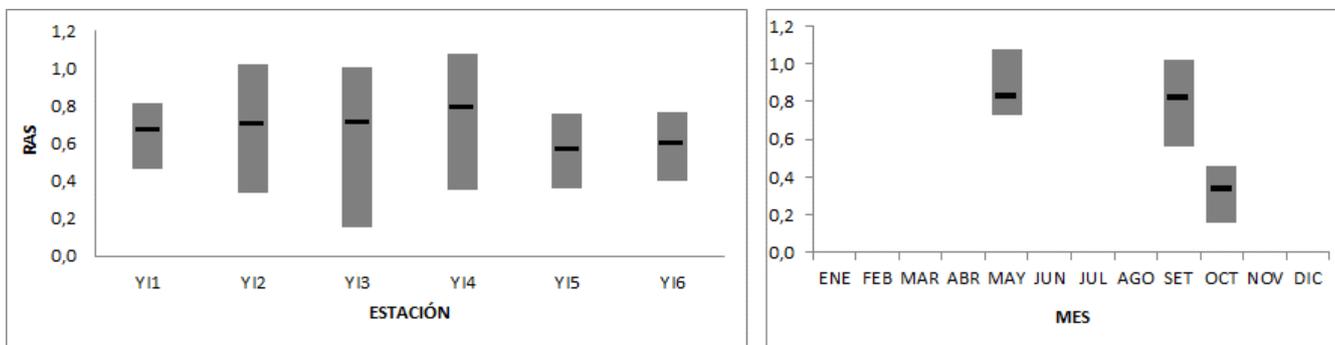


Figura 37: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del coeficiente de relación de absorción de sodio, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.1.12 Metales pesados

4.1.12.1 Mercurio

La totalidad de las concentraciones de mercurio analizadas no superan los límites de la técnica. Siendo 0,17 µg/L el límite de cuantificación y 0,056 µg/L el límite de detección de la técnica. La totalidad las concentraciones se encuentran por debajo del valor máximo de 0,1 µg/L sugerido por GESTA agua en 2014, lo que refleja un 100% de cumplimiento (Ver Anexo 3).

4.1.13 Cianuro

En lo que respecta al Cianuro ningún valor superó el límite de detección de la técnica que es de 4 µg/L. Además, es evidente que todos los valores se encuentran por debajo del valor mínimo de 20 µg/L sugerido por GESTA agua en 2014 lo que refleja un 100% de cumplimiento (Ver Anexo 3).

4.1.14 Arsénico

De los valores de Arsénico analizados, el 61 % no supera los límites de la técnica, las concentraciones del mes de mayo escasamente superan el límite de cuantificación de la técnica que es de 0,002 mg/L registrando todos 0,0025 mg/L, por su parte todos los correspondientes a la campaña del mes de setiembre se encuentran por debajo de este límite. De la campaña de octubre sólo el valor correspondiente a la estación YI1 es mayor al límite de cuantificación de la técnica y es igual a 0,0026 mg/L.

Todas las concentraciones se encuentran por debajo del estándar de 0,005 mg/L establecido por el decreto 253/76, lo que se interpreta como un 100% de cumplimiento en lo que respecta a esta variable (Ver Anexo 3).

4.2 Nutrientes

4.2.1 Nitratos (NO_3)

La concentración de Nitratos presenta un máximo de 1,8 mg/L en la estación Y15 perteneciente al mes de octubre y un mínimo de 0,078 mg/L correspondiente a la estación Y12 en setiembre. El promedio es de 0,3 mg/L y la mediana de 0,2 mg/L (Figura 38). Un único valor no supera los límites de la técnica.

En cuanto a la distribución espacial de concentración, se observa un claro aumento de la concentración de este nutriente y el rango de variación hacia la desembocadura del río (Figura 38). Del mismo modo, si se enfoca en la variabilidad temporal en el período entre mayo y octubre se observa un aumento de la concentración promedio así como un claro aumento del rango de variación en las aguas cálidas (Figura 39).

Todas las concentraciones registradas se encuentran muy por debajo del límite máximo de 5 mg/L sugerido por GESTA agua en 2014. De esto se obtiene un 100% de cumplimiento para esta variable (Figura 38); (Ver Anexo 2).

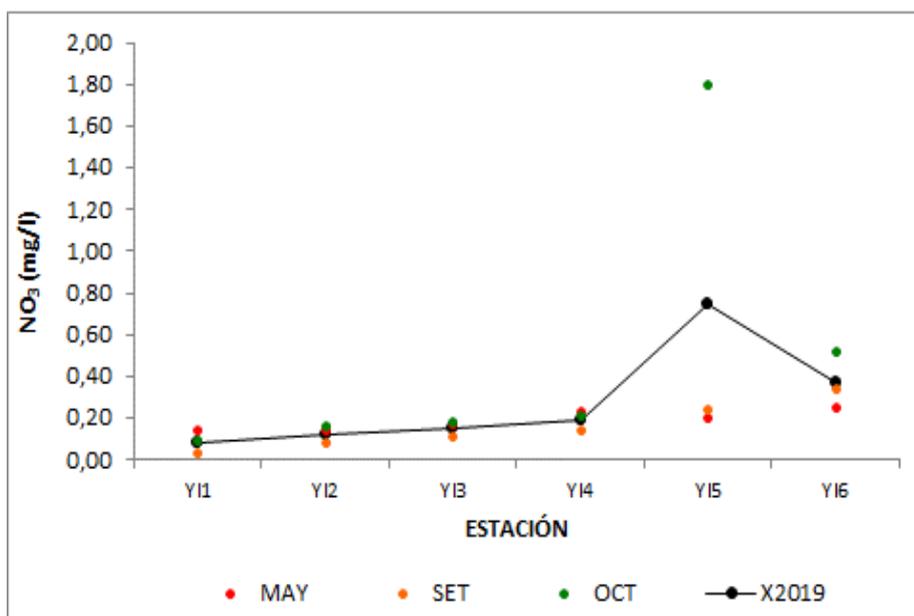


Figura 38: Fluctuaciones del Nitrato a lo largo del río Yí.

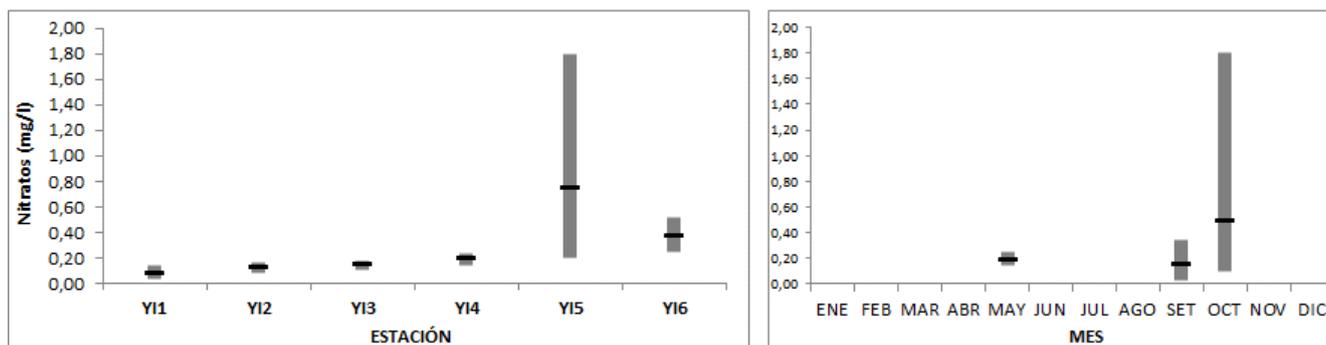


Figura 39: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Nitrato, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.2.2 Nitritos (NO_2)

Los Nitritos muestran un valor máximo de 0,03 mg/l en la estación Y16 correspondiente al mes de octubre y un mínimo de 0,005 mg/l en las estaciones Y16 en mayo y desde la estación Y11 a la estación Y14 en el mes de setiembre. El promedio resultó de 0,006 mg/l y la mediana de 0,004 mg/l (Figura 40). Cabe destacar que el 50% de los datos no superan el límite de cuantificación de la técnica que es igual a 0,0046 mg/l.

Considerando la distribución espacial de concentración, se observa un aumento de la concentración de Nitrito hacia la desembocadura del río, así como también aumenta el rango de variación (Figura 40). En cuanto a la variabilidad temporal es visible un aumento de mayo a octubre con un claro aumento del rango de variación en las aguas cálidas (Figura 41).

Todos los datos relevados se encuentran por debajo del límite máximo de 0,1 mg/L sugerido por GESTA agua en 2014, lo que resulta en un 100% de cumplimiento (Figura 40); (Ver Anexo 2).

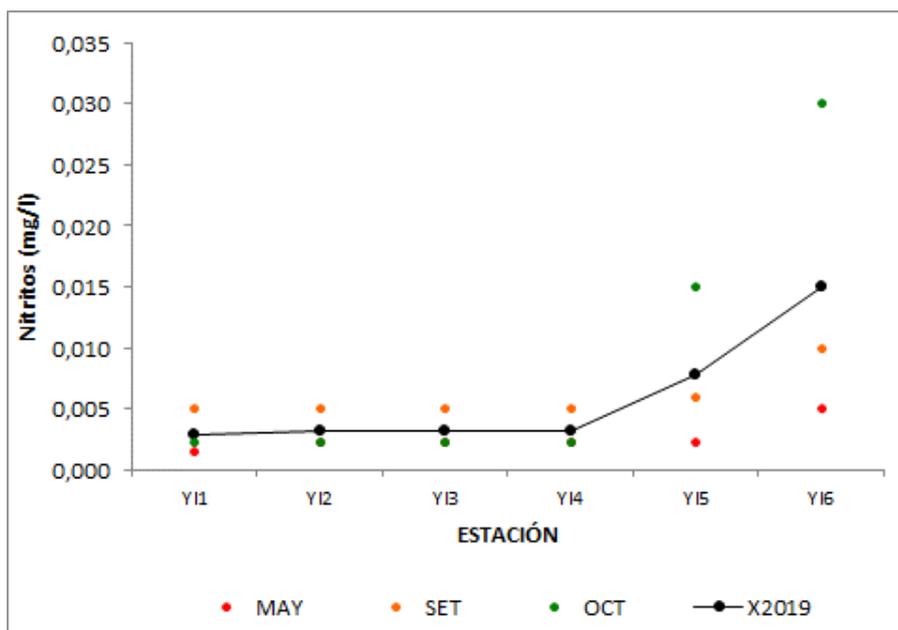


Figura 40: Fluctuaciones de los Nitritos a lo largo del río Yí.

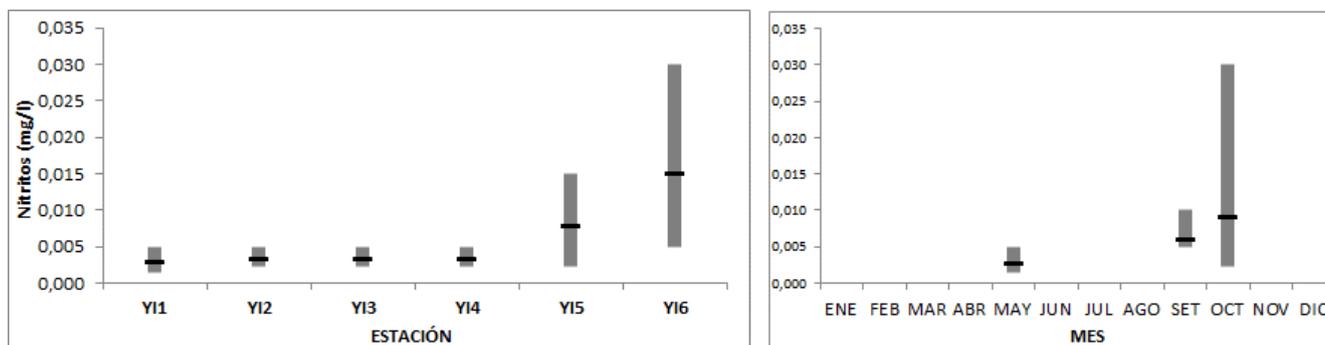


Figura 41: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los Nitritos, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.2.3 Nitrógeno Total (NT)

El Nitrógeno total refleja una concentración máxima de 2,1 mg/L en la estación YI6 correspondiente al mes de octubre y una mínima de 0,9 mg/L en la estación YI1 en mayo. El promedio fue de 1,5 mg/l mientras que la mediana de 1,4 mg/l (Figura 42).

En lo que respecta a la distribución espacial de concentración, se observa un aumento en la concentración de este nutriente a lo largo del curso del río (Figura 42). Por su parte la variabilidad temporal es escasa, se observa una fuerte homogeneidad de promedios y rangos de variación entre las estaciones del año (Figura 43).

Se encontró que 17 de los 18 datos obtenidos incumplen con el límite máximo de 1 mg/L sugerido por la Mesa Técnica del Agua en 2017. Esto arroja un 94% de incumplimiento (Figura 42); (Ver Anexo 2).

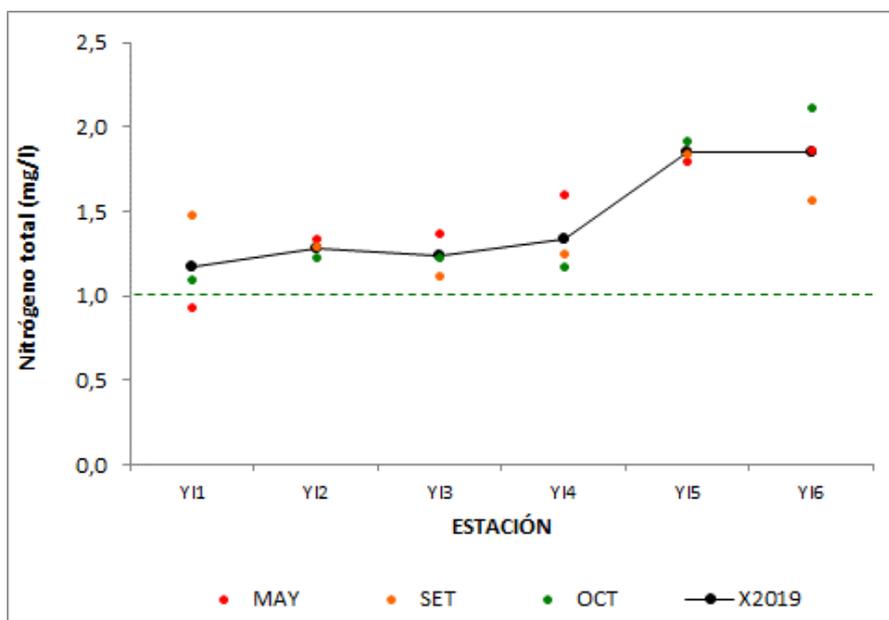


Figura 42: Fluctuaciones del Nitrógeno Total a lo largo del río Yí

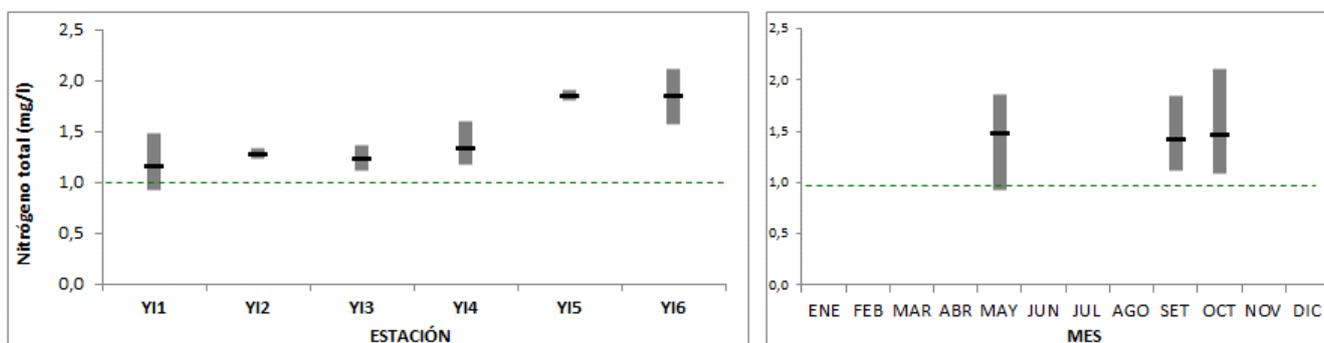


Figura 43: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Nitrógeno Total, con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019. ---.La línea verde punteada marca el límite de 1mg/L propuesto por la Mesa Técnica del Agua en 2017.

4.2.4 Nitrógeno Amoniacal (NH₄)

Con relación a la concentración de Nitrógeno amoniacal, la máxima es de 0,34 mg/L y corresponde a la estación YI5 en el mes de octubre mientras que la mínima fue de 0,045 mg/L y ocurrió en la estación YI1 también en el mes de octubre. El promedio resultó ser de 0,1 mg/l y la mediana 0,07 mg/l (Figura 44).

Considerando a la distribución espacial de las concentraciones, se observa un aumento de la concentración de este compuesto nitrogenado a lo largo del cauce del río con un claro aumento en el último tercio del curso, posiblemente atribuible a la descarga de afluentes de la ciudad de Durazno (Figura 44). Por su parte la variabilidad temporal se nota como un leve aumento neto en el período comprendido entre setiembre y octubre con un claro aumento en el rango de variación (Figura 45).

La totalidad de las concentraciones de nitrógeno amoniacal se encuentran por debajo del límite máximo de 0,5 mg/L sugerido por GESTA agua en 2014. Esto refleja un 100% de cumplimiento en cuanto a esta variable (Figura 44) ;(Ver anexo 2).

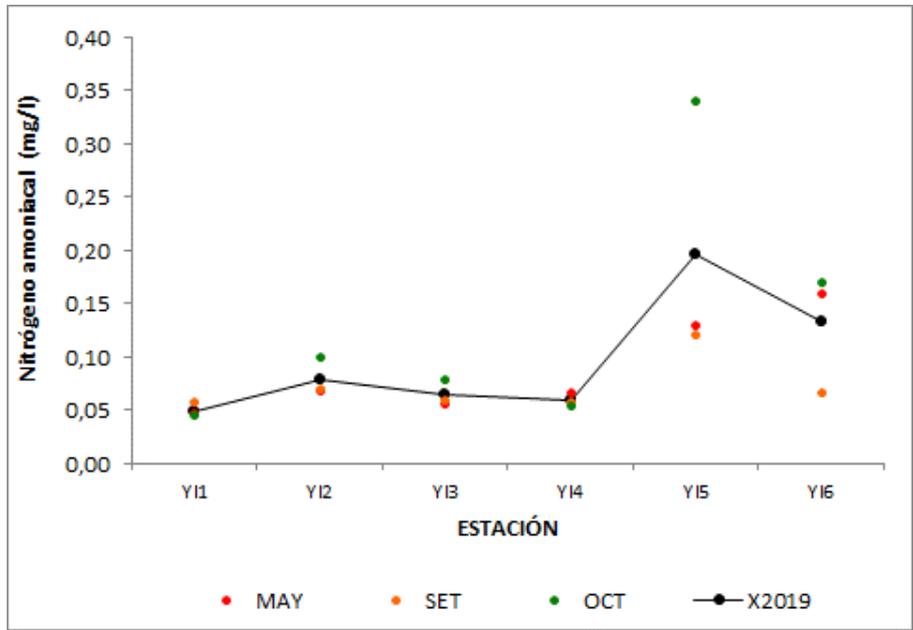


Figura 44: Fluctuaciones del Nitrógeno amoniacal a lo largo del río Yí

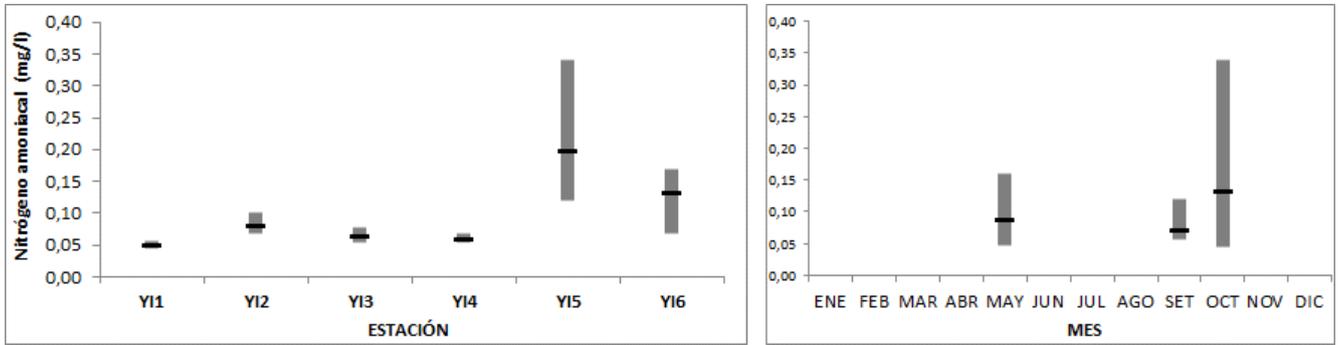


Figura 45: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Nitrógeno amoniacal con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.2.5 Amoniaco libre (NH₃)

El Amoniaco presenta su valor máximo de 0,011 mg/L en la estación YI1 en el mes de octubre y su valor mínimo de 9,3 e-5 mg/L en la estación YI2 que corresponde al mes de mayo. El promedio fue de 0,0013 mg/l y la mediana de 0,0003 mg/l (Figura 46).

La distribución espacial de las concentraciones refleja una disminución en la concentración promedio a lo largo del curso con alta variabilidad en la cuenca alta que también disminuye hacia la desembocadura, no atribuible a aportes puntuales de centros poblados (Figura 46). Por su parte, los valores se mantienen constantes entre mayo y setiembre para luego reflejar un aumento en octubre junto con un gran aumento en el rango de variación (Figura 47).

Todas las concentraciones de Amoniaco se encuentran por debajo del límite máximo de 0,02 mg/L establecido por el decreto 253/79, por lo tanto el cumplimiento es del 100% (Figura 46); (Ver Anexo 2).

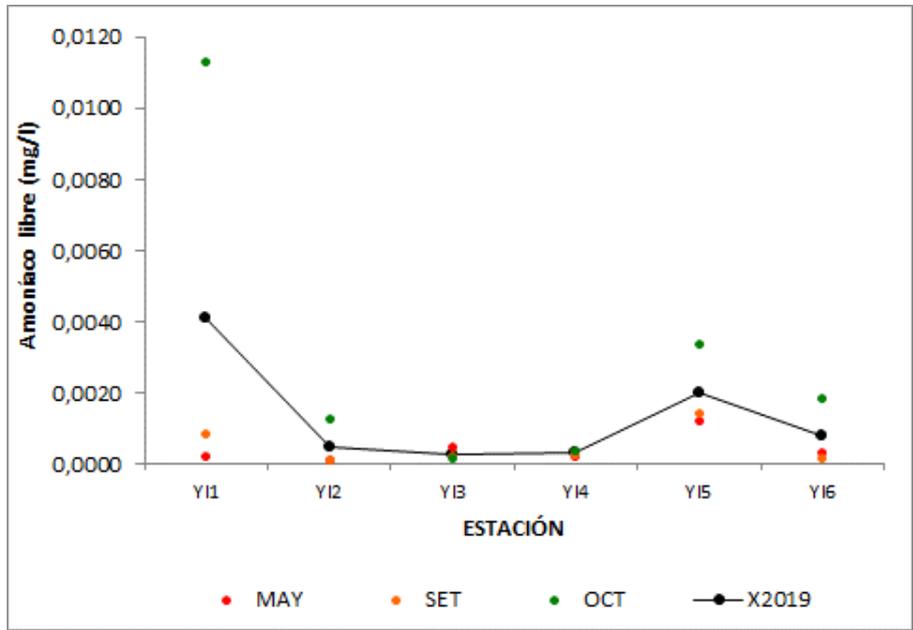


Figura 46: Fluctuaciones del Amoníaco libre a lo largo del río Yí

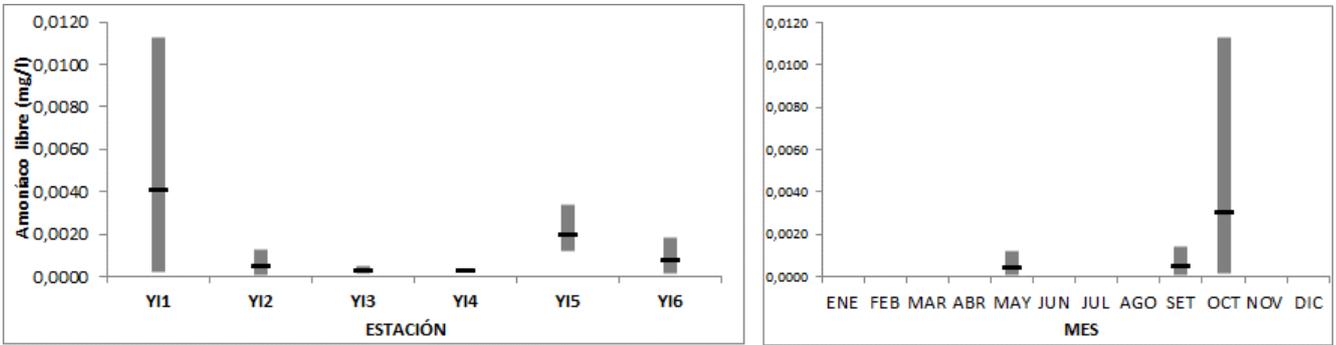


Figura 47: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Amoníaco libre con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.2.6 Fósforo Reactivo Soluble (PO₄)

El Fósforo reactivo soluble presentó un valor máximo de 320 µg/L en la estación YI4 en el mes de mayo y un mínimo de 25 µg/L correspondiente a la estación YI1 del mismo mes. El valor promedio fue de 93,4 µg/L y la mediana se encuentra en la concentración de 59,5 µg/L (Figura 48). Cabe destacar que el 18% de los datos no superan el límite de cuantificación de 18 µg/L.

Si se considera la distribución espacial de las concentraciones se observa una tendencia clara al aumento de las concentraciones de PO₄ y el rango de variación a lo largo del curso, destacándose el hecho de que la totalidad de los valores obtenidos en la estación YI1 se encuentran por debajo del valor sugerido por la MTA (Figura 48). También, si se considera la variabilidad temporal se nota una clara disminución de la concentración entre la campaña de otoño y la de invierno así como también una disminución en el rango de variación para luego aumentar levemente en octubre (Figura 49).

Solo 4 de los 18 resultados obtenidos no sobrepasaron el límite máximo de 35 µg/L propuesto por la mesa técnica del agua MTA en 2017. Esto refleja un incumplimiento del 72 % (Figura 48); (Ver Anexo 2).

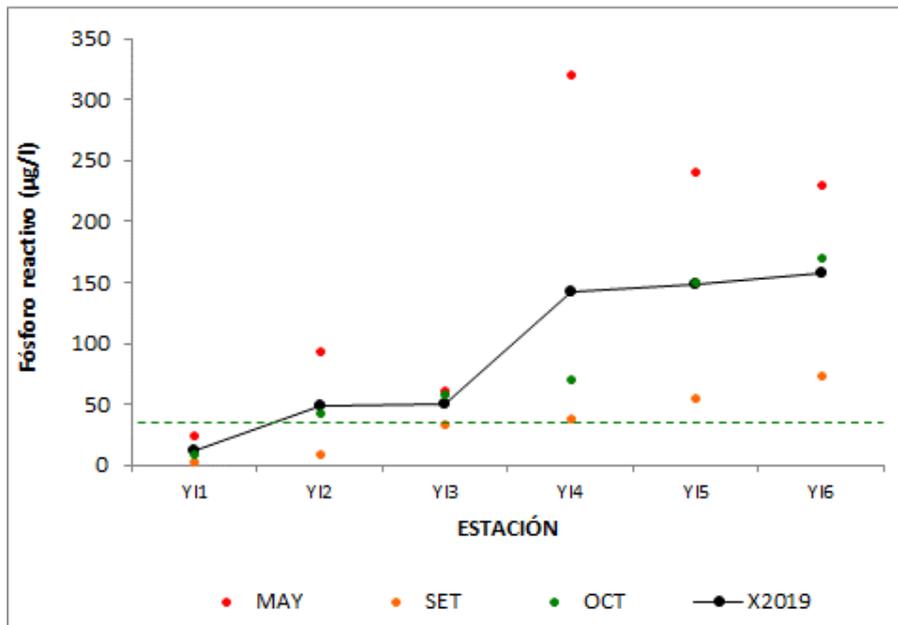


Figura 48: Fluctuaciones del Fósforo reactivo a lo largo del río Yí

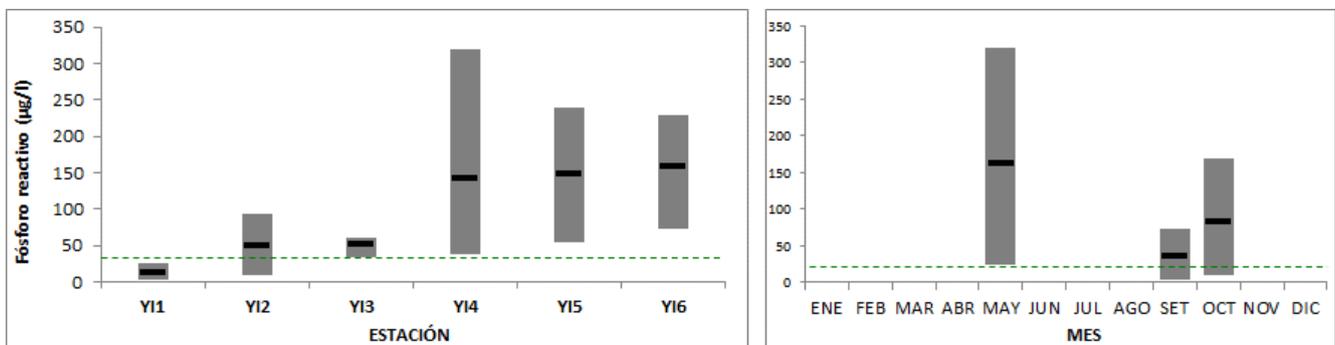


Figura 49: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Fósforo reactivo con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019. --- La línea verde punteada marca el límite máximo de 35 µg/L propuesto por la mesa técnica del agua en 2017.

4.2.7 Fósforo Total

El Fósforo total presentó un valor máximo de 360 µg/L en la estación YI4 en el mes de mayo y un mínimo de 48 µg/L correspondiente a la estación YI1 en el mes de octubre. El valor resultó de 133,2 µg/L y la mediana corresponde a la concentración de 95,5 µg/L (Figura 50).

En el caso de la distribución espacial de concentración, este parámetro experimenta un claro aumento neto de concentración desde las nacientes hacia la desembocadura con un claro aporte de fuentes difusas y puntuales asociadas a la segunda mitad del río. En la primera mitad del curso las concentraciones son homogéneas mientras que desde el punto YI4 en adelante el promedio se triplica (Figura 50).

A su vez, en mayo se encuentran las mayores concentraciones, para disminuir al mínimo en setiembre y luego aumentar levemente en octubre (Figura 51).

Se encontró que 13 de 18 valores exceden el valor máximo de 70 µg/L sugerido por GESTA en 2014. Esto refleja un 72% de incumplimiento de esta variable (Ver Anexo 2). Con respecto al estándar de 25 µg/L establecido por el decreto 253/79, ningún valor cumple con el mismo lo que se traduce como un 100% de incumplimiento. (Figura 50).

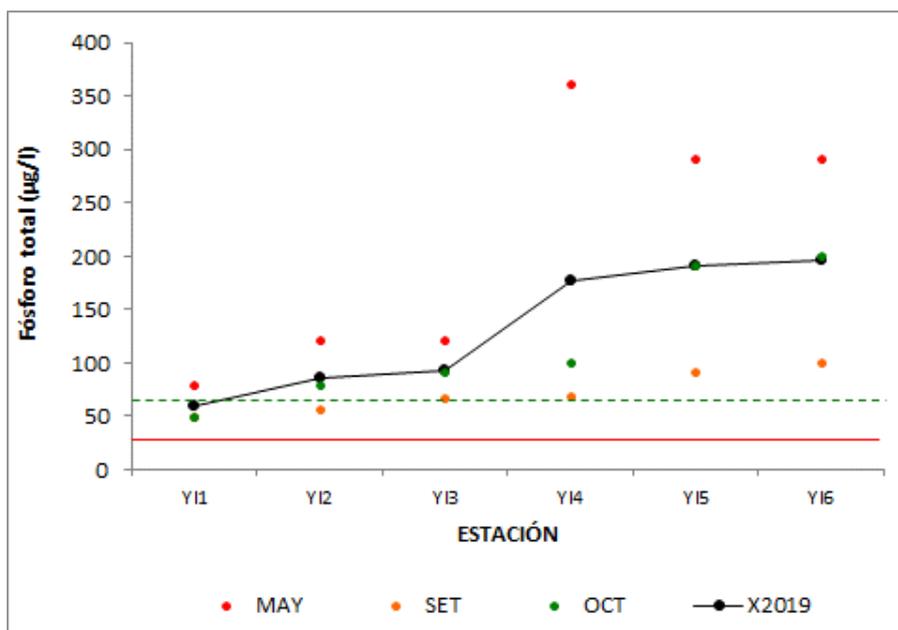


Figura 50: Fluctuaciones del Fósforo Total a lo largo del río Yí

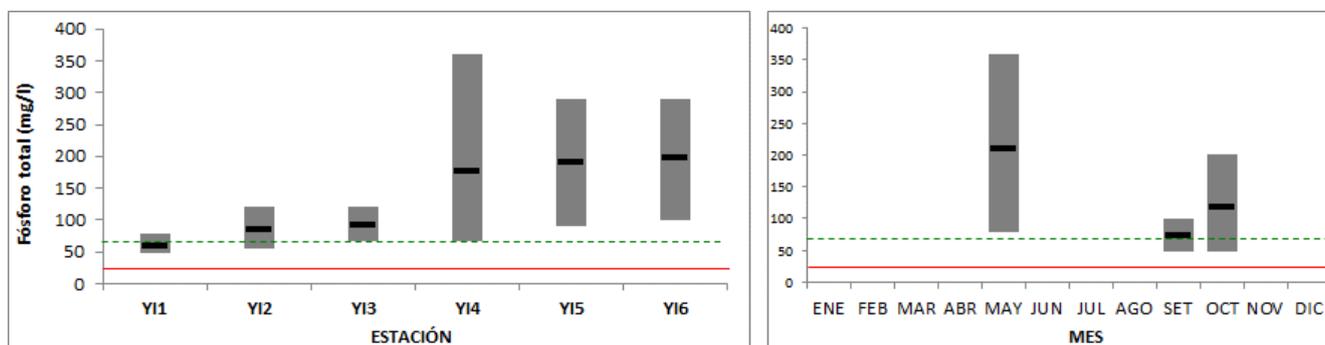


Figura 51: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) del Fósforo Total con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

- La línea verde punteada marca el límite máximo de 70 µg/L sugerido por GESTA en 2014.
- La línea roja continua marca el estándar de 25 µg/L fijado en el Decreto 253/79.

4.3 Parámetros Biológicos

4.3.1 Clorofila a y Feofitina a

En lo que respecta a la Clorofila a solo una concentración superó los límites de la técnica, valor que corresponde a la estación YI4 que alcanzó en el mes de mayo los 3,6 µg/L. La totalidad de datos correspondientes a la Feofitina a no superó los límites de la técnica. Siendo los límites de la técnica para la Clorofila a LD=0,7 µg/L, LC=2,2 µg/L y para la Feofitina a LD=1,9 µg/L, LC=5,6 µg/L.

El único valor cuantificable correspondientes a la Clorofila a cumple con el límite máximo de 30 µg/L sugerido por la Mesa Técnica del Agua en 2017 lo que se interpreta como un 100 % de cumplimiento (Ver Anexo 3).

4.3.2 Coliformes Termotolerantes

La magnitud de esta variable alcanza un valor máximo de 1900 UFC/100ml en la estación YI5 en el mes de octubre mientras que su mínimo de 28 UFC/100ml ocurre en la estación YI4 en el mes de setiembre. El promedio resultó de 473,3 UFC/100ml mientras que la mediana de 270 UFC/100ml (Figura 52).

Si se considera la distribución espacial de este parámetro, se observa un leve aumento en el promedio por estación hacia la desembocadura del curso, más claro en la cuenca baja, donde la influencia de la ciudad de Durazno y emprendimientos asociados es evidente (Figura 52). También se nota un leve descenso en la concentración promedio desde mayo a setiembre para luego volver a aumentar en octubre junto con un aumento en el rango de variación (Figura 53).

Considerando lo planteado anteriormente, ningún dato sobrepasa el estándar de 2000 UFC/100ml establecido por el decreto 253/79, de esto se desprende que los datos presentaron un 100% de cumplimiento (Figura 52); (Ver Anexo 3).

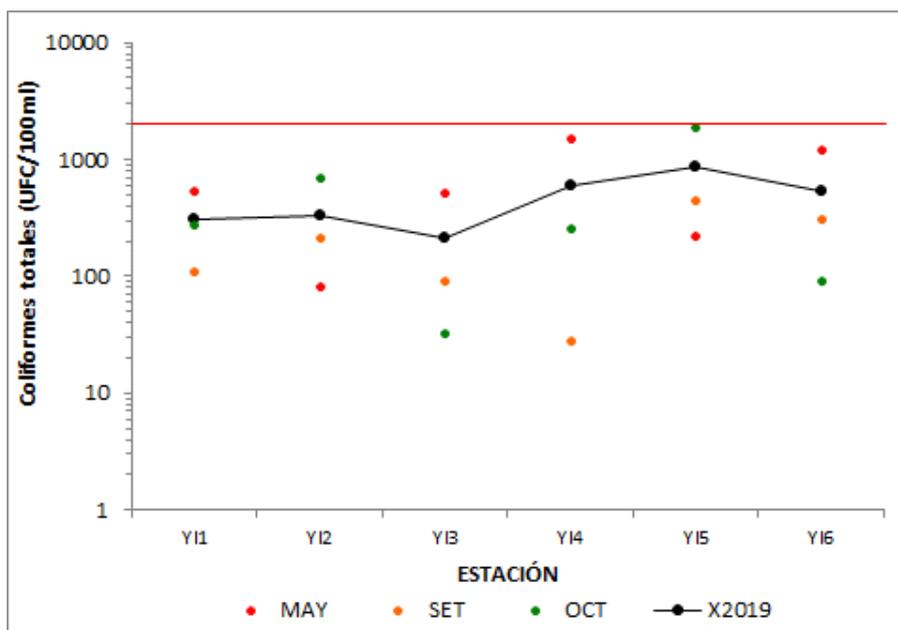


Figura 52: Fluctuaciones de la concentración de Coliformes totales a lo largo del río Yí

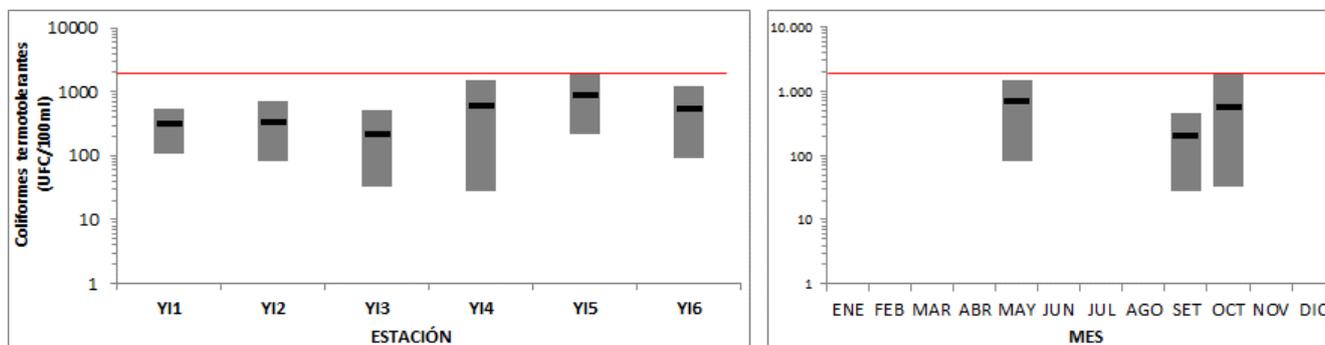


Figura 53: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la concentración de Coliformes termotolerantes con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

— La línea roja continua marca estándar de 2000 UFC/100 ml establecido en el Decreto 253/79.

4.4 Compuestos halogenados adsorbibles (AOX)

La máxima concentración de estos compuestos ocurrió en el mes de mayo en el sitio YI5 y fue de 60 µg/L mientras que la mínima, de 19 µg/L se corresponde a la estación YI6 en el mes de mayo (Figura 54). El promedio resultó de 16,6 µg/L y la mediana de 10,0 µg/L.

Del total de datos analizados, 11 no superen los límites de la técnica. Estos datos se encuentran en toda la campaña del mes de octubre, en 4 de los 6 datos del mes de setiembre y en la estación YI2 en el mes de mayo.

En lo relativo a la distribución espacial de las concentraciones, se observa una leve tendencia alcista a lo largo del curso que se aprecia más claramente en el tramo de la cuenca baja (Figura 54). A pesar de las bajas concentraciones se puede ver un descenso de los valores de mayo a setiembre y de setiembre a octubre como también disminuye claramente el rango de variación (Figura 55).

Del total de los datos, solo 3 de los valores superan el límite máximo de 25 µg/L establecido por la República Federal Alemana. Eso refleja un 83 % de cumplimiento con respecto a esta variable (Figura 54); (Ver Anexo 3).

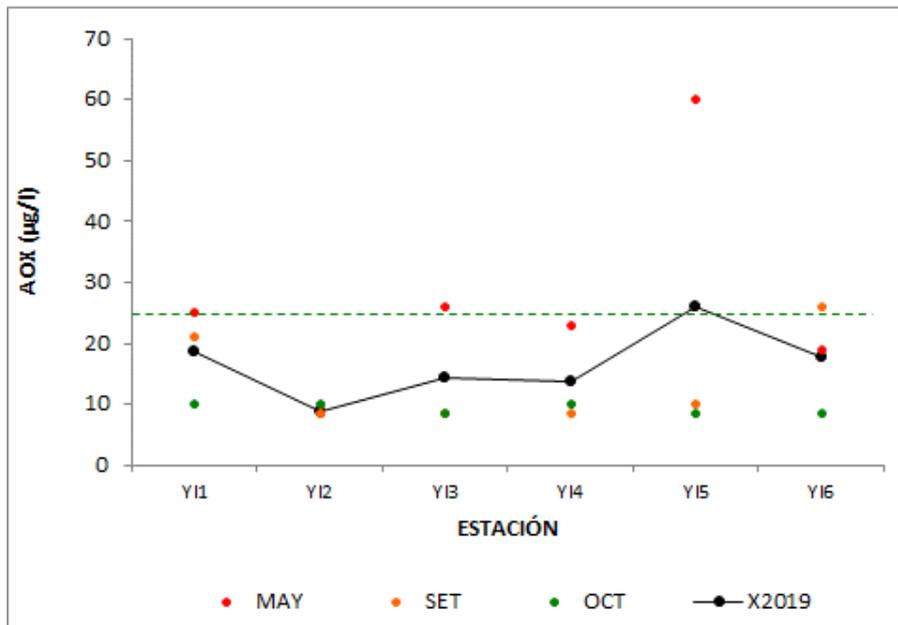


Figura 54: Fluctuaciones de los compuestos halogenados adsorbibles a lo largo del río Yí

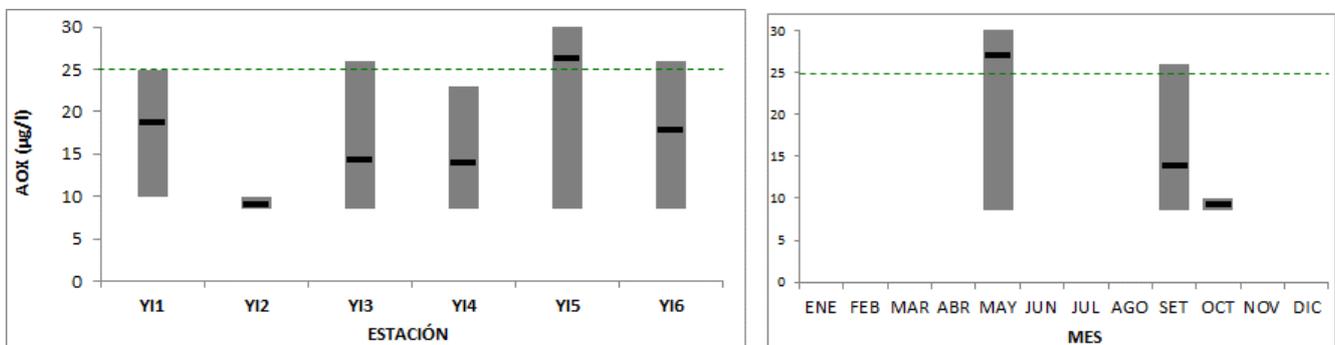


Figura 55: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de los compuestos halogenados adsorbibles con sus máximos, mínimos y promedios en el río Yí durante 2019.

4.5 Fitosanitarios

4.5.1 Glifosato

Este compuesto solo supera el límite de detección de la técnica que es igual a $0,4 \mu\text{g/L}$, en los tres puntos de la cuenca baja del río (YI4, YI5 y YI6), en el mes de mayo. Entre estos valores ocurre un máximo de $1,5 \mu\text{g/L}$ en la estación YI4 y un mínimo de $0,85 \mu\text{g/L}$ registrado en la estación YI5 en el otoño. El promedio se sitúa en la concentración de $0,5 \mu\text{g/L}$ y la mediana en $0,4 \mu\text{g/L}$.

Según la distribución espacial de la concentración, experimenta una tendencia al aumento de las concentraciones hacia la desembocadura, mientras que en lo que respecta a la variabilidad temporal se registra una disminución de los valores desde mayo a setiembre y octubre donde las concentraciones son indetectables.

Cabe destacar que ningún valor supera la concentración máxima de $65 \mu\text{g/L}$ sugerida por GESTA agua en 2014, lo que se interpreta como un 100% de cumplimiento (Ver Anexo 3).

4.5.2 AMPA

En el tramo final del curso se encuentra el máximo registrado de $0,77 \mu\text{g/L}$ correspondiente a la estación YI6 en el mes de mayo mientras que el mínimo, de $0,51 \mu\text{g/L}$, se registró en la estación YI 6 en el mes de setiembre. El promedio fue de $0,4 \mu\text{g/L}$ y la mediana de $0,3 \mu\text{g/L}$ (Figura 56).

Las concentraciones de este derivado del Glifosato denominado AMPA (Ácido aminometilfosfónico), no superan el límite de cuantificación de $0,5 \mu\text{g/L}$ en los 3 puntos de la cuenca alta del río Yí en ninguna de las 3 campañas (Figura 56). Considerando todas las estaciones, resulta que un 67 % de los valores no superan los límites de la técnica.

Se observa un aumento neto de la concentración de AMPA y sus rangos de variación desde las nacientes a la desembocadura con un claro aumento en el segundo tramo del curso (Figura 56).

A su vez ocurre una disminución en las concentraciones desde los meses más cálidos a los más fríos ya que experimenta una caída de mayo a setiembre para volver a aumentar en octubre (Figura 57).

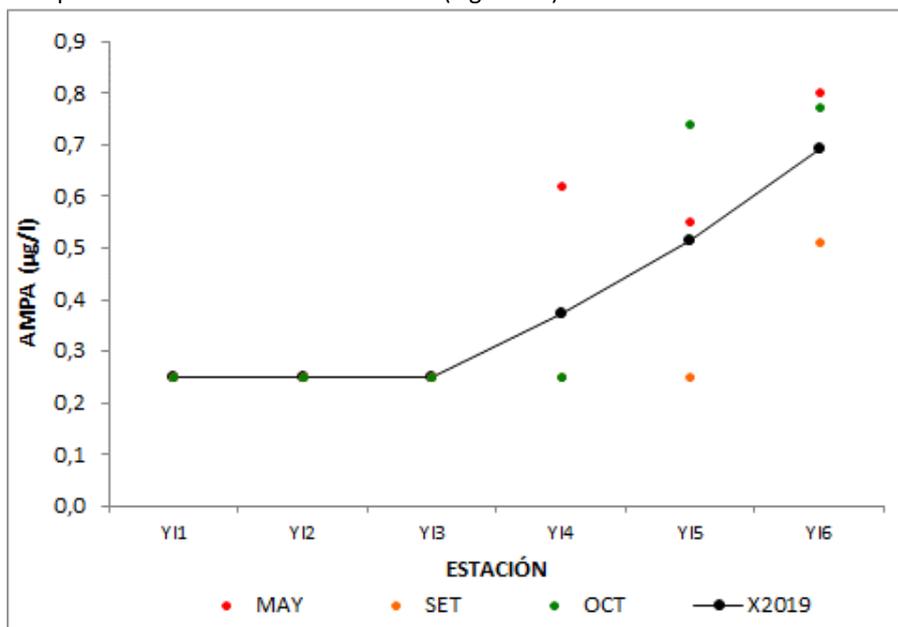


Figura 56: Fluctuaciones de la concentración de AMPA a lo largo del río Yí

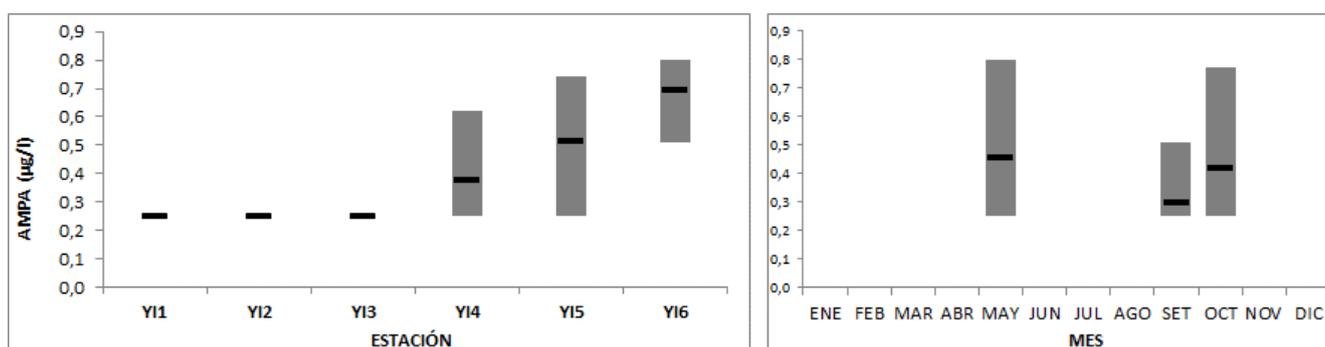


Figura 57: Variación espacial (izquierda) y temporal (derecha) de la concentración de AMPA en el río Yí durante 2019.

4.6 Índices de Calidad de Agua

4.6.1 IET

Cuando se considera el Índice de Estado Trófico, las estaciones YI1 y YI2 cercanas a las nacientes presentan valores asociados a la mesotrofia y desde la estación YI3 hacia la desembocadura los valores corresponden a un sistema eutrófico (Figura 58). Esto muestra una tendencia a la pérdida de calidad del agua a medida que nos desplazamos río abajo (Figura 59).

YI1	YI2	YI3	YI4	YI5	YI6
57	59	59	61	63	63

Figura 58: Resultado numérico del IET por estación de monitoreo.

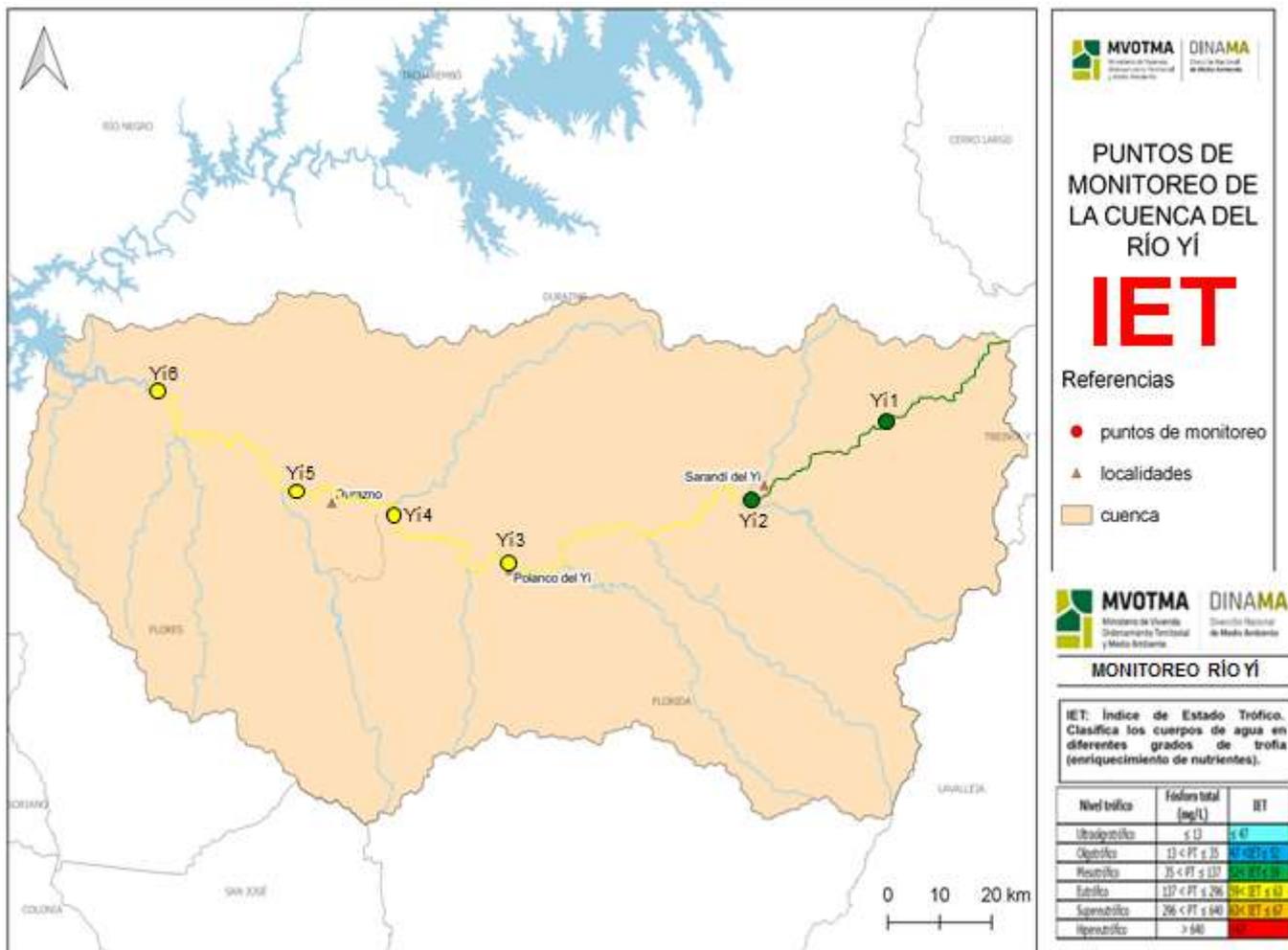


Figura 59: Representación gráfica del IET a lo largo del río Yí en el 2019 considerando la escala cromática.

4.6.2 IQA

En lo que respecta al Índice de Calidad de Agua IQA, todas las estaciones del curso presentaron valores correspondientes a la categoría de calidad de agua “media” (Figura 60), a su vez se observa una leve tendencia al descenso de la calidad del agua hacia la desembocadura (Figura 61).

Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
62	61	63	61	58	58

Figura 60: Resultado numérico del IQA por estación de monitoreo.

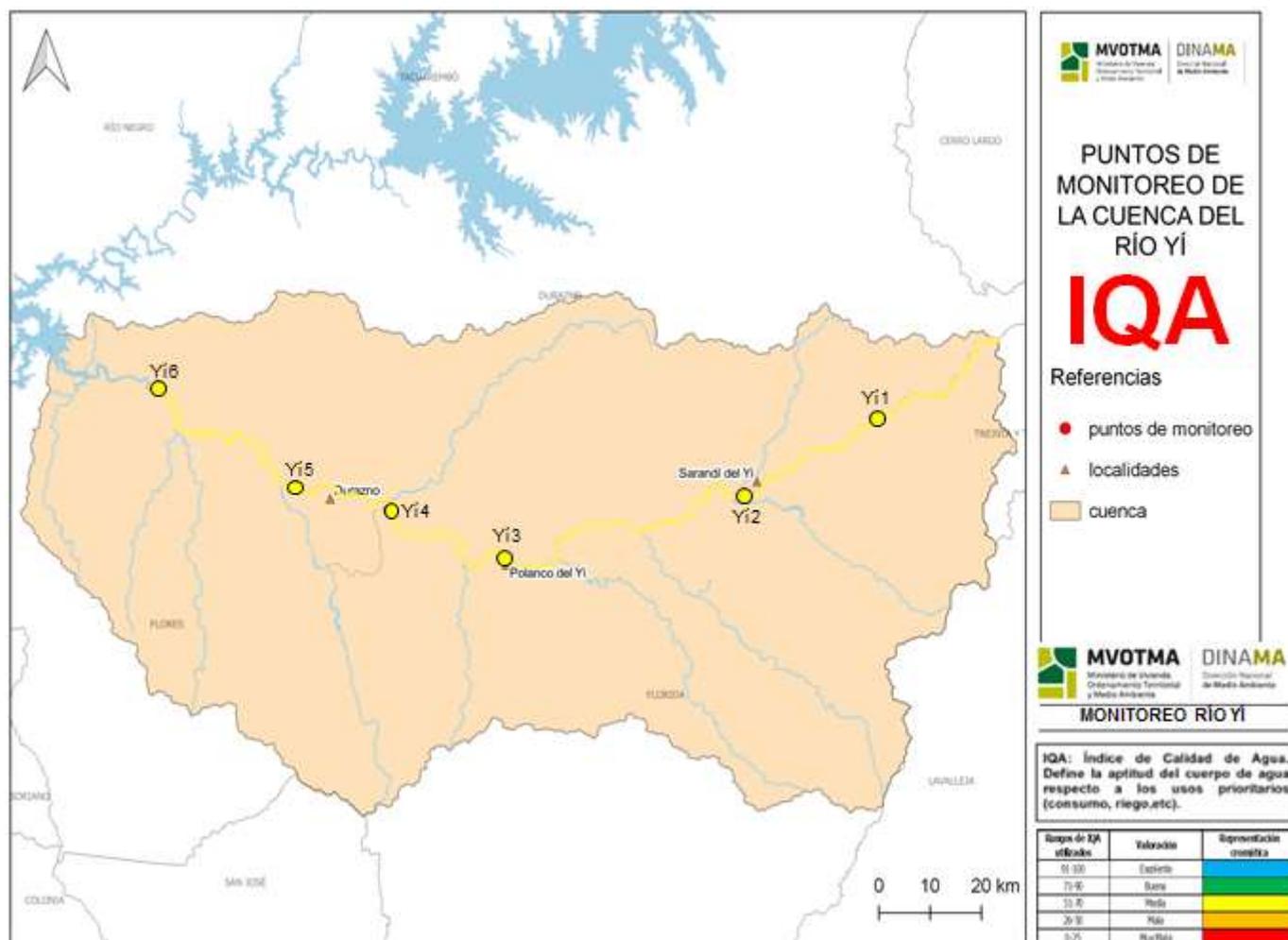


Figura 61: Representación gráfica del IQA a lo largo del río Yí en el 2019 considerando la escala cromática.

5. Síntesis

El primer monitoreo coordinado por DINAMA de la cuenca del río Yí (durante 2019) refleja, en términos generales, condiciones aceptables de calidad de agua.

De todas las variables que poseen estándar o valores sugeridos, el 68% presenta un 100% de cumplimiento con respecto a estos valores. La mayor parte de las variables siguen el ciclo estacional situándose dentro de los rangos aceptables. Los incumplimientos con respecto a los valores guía ocurren en ocasiones puntuales.

El Fósforo Total presenta concentraciones muy elevadas que promedialmente duplican el valor guía sugerido por el grupo GESTA agua en 2014 y quintuplican los valores estándar del decreto 253/79. Eso hace que esta variable sea la de mayor consideración en esta cuenca.

El Fosfato también es una variable a considerar ya que promedialmente triplica los valores sugeridos por la Mesa Técnica del Agua en 2017.

El Nitrógeno total presenta valores elevados y supera promedialmente un 50% al valor guía sugerido por MTA en 2017.

Los Coliformes Termotolerantes, que están asociados a la descarga de efluentes de centros poblados, reflejaron un aumento claro en la cuenca baja asociado al impacto de la ciudad de Durazno.

Los Fitosanitarios a pesar de reflejar un aumento de concentraciones en la cuenca baja, registraron valores muy bajos, un 75% de los datos no superan los límites de la técnica y para el caso del Glifosato presentó concentraciones promedialmente 120 veces menores que el valor sugerido por GESTA agua en 2017. Estos valores hasta el momento no representan un riesgo para la calidad del agua.

Se constató el deterioro general de la calidad de agua en la cuenca baja con respecto a la cuenca alta, asociado al aumento en las concentraciones de nutrientes (NT, Fósforo Total Y Fósforo Reactivo Soluble), coliformes termotolerantes, DBO5 y DQO. Estos parámetros son comúnmente asociados a la actividad humana por lo que puede ser explicado por el impacto de fuentes

difusas asociadas a esta zona, y a fuentes puntuales que incluyen los aportes de centros poblados como Polanco del Yí y Durazno. Estos efectos se hacen visibles en el último tercio del curso.

El pico en el segundo tercio del río de los sólidos, la turbidez, el sodio y el potasio puede ser atribuible a fuentes difusas en ese tramo aguas arriba a la ciudad de Durazno.

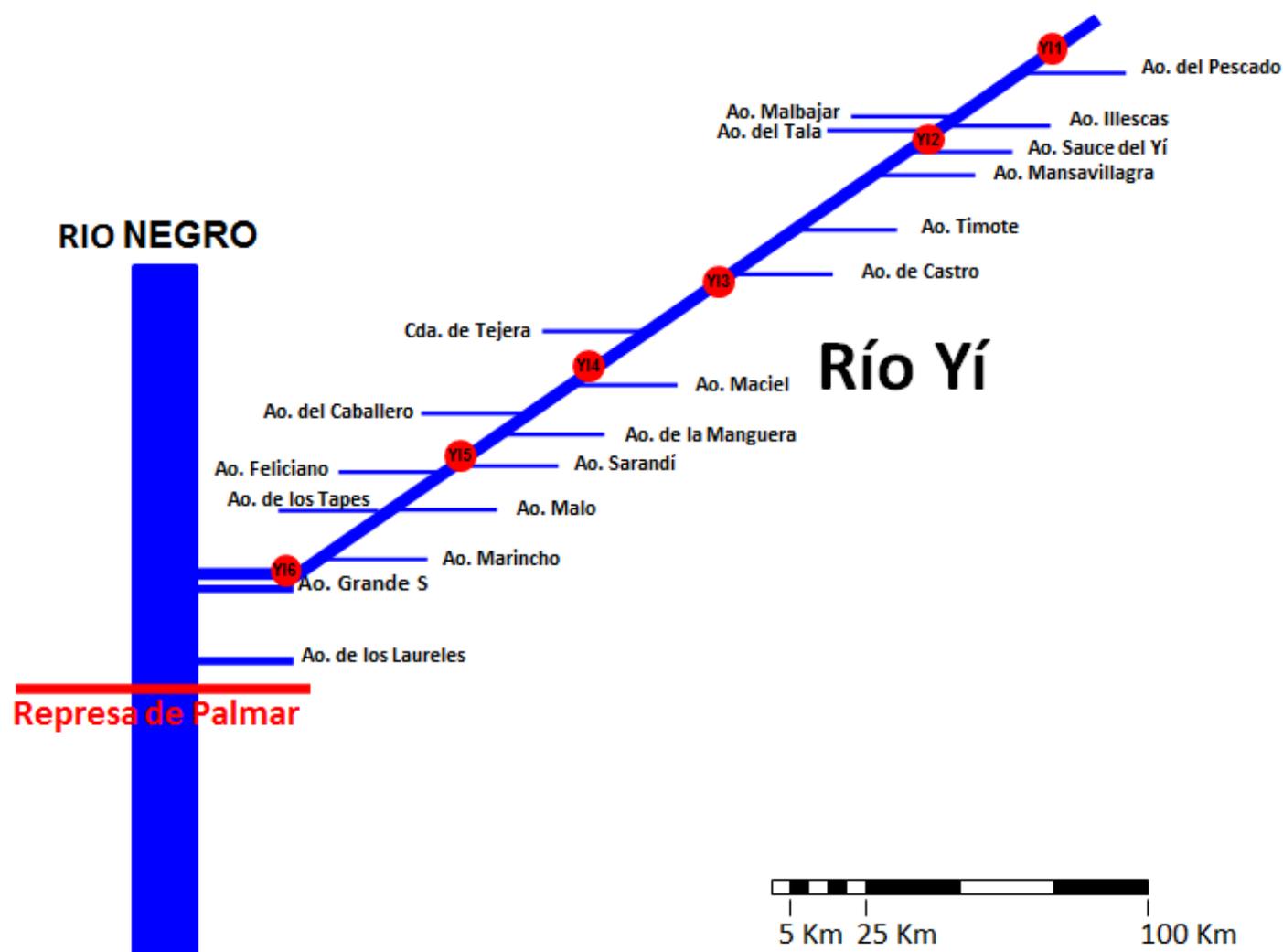
La máxima concentración del amoníaco libre y de las sustancias fenólicas fue registrada en las nacientes, por lo que no puede ser atribuible a aportes puntuales de centros poblados, en consecuencia se asocian a aportes difusos desconocidos.

Los parámetros que registran su valor máximo en mayo pueden estar reflejando los efectos de un aumento de caudal y consecuente arrastre de sustancias.

El Índice de Estado Trófico (IET) refleja las altas concentraciones de PT registradas, mostrando dos porciones de río bien diferenciadas: la porción media superior con características mesotróficas y la porción media inferior con aguas eutróficas.

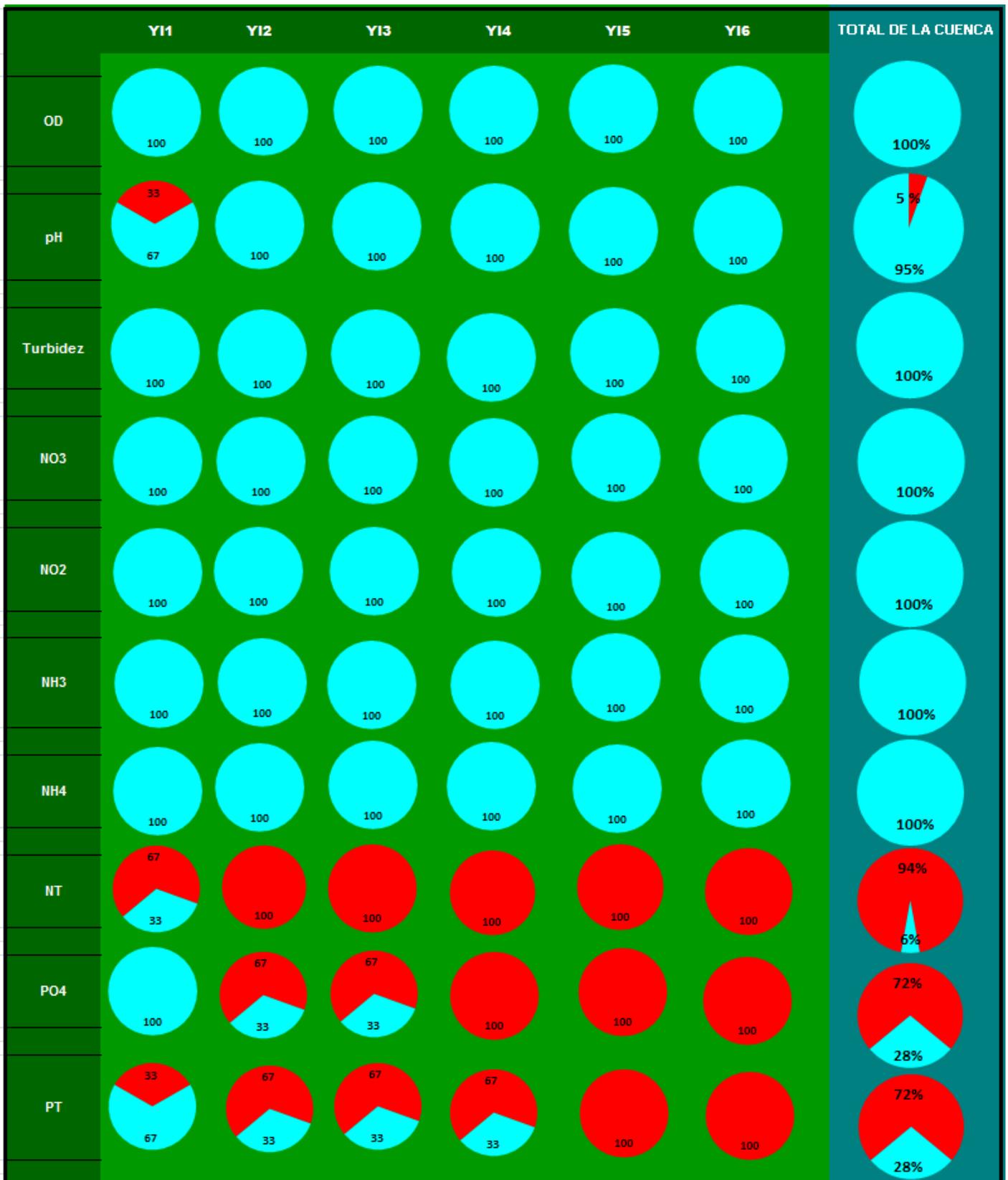
El índice de calidad de agua IQA, que refleja la calidad del agua de forma integral, clasifica a todo el curso principal del Yí dentro de la categoría de calidad "Media" con valores levemente inferiores en el último tercio del curso.

6. Anexos

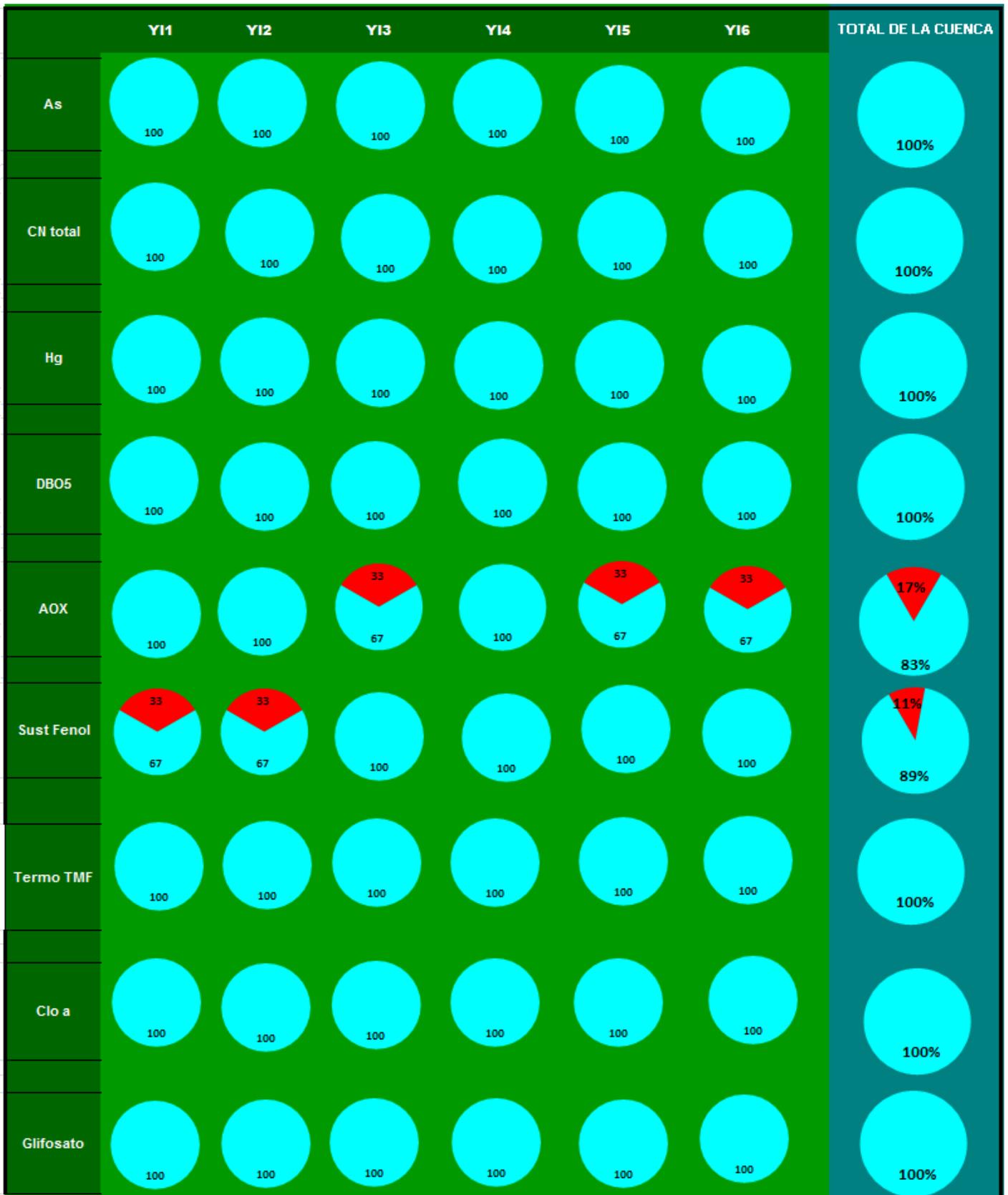


Anexo 1 : Esquema del curso del Río Yí con sus principales afluentes y la ubicación de las 6 estaciones de monitoreo.

Anexo 2: Representación gráfica del cumplimiento de los estándares y los valores sugeridos por parte de las variables que los poseen, en las 6 estaciones y en el total de la cuenca del río Yí. En celeste se representa el porcentaje de datos que se encuentra dentro de los valores deseados, es decir en cumplimiento y en rojo los que se encuentran fuera o en incumplimiento.



Anexo 3: Representación gráfica del cumplimiento de los estándares y los valores sugeridos por parte de las variables que los poseen, en las 6 estaciones y en el total de la cuenca del río Yí. En celeste se representa el porcentaje correspondiente a los datos que se encuentran dentro de los valores deseados, es decir en cumplimiento y en rojo la los que se encuentran fuera o en incumplimiento.



7. Bibliografía

- Agua, G. (2014). *Borrador de trabajo GESTA Agua. Propuesta de modificación del Decreto 253/979 y modificativos*. Manuscrito: 1-19.
- American Public Health Association, A. W. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. USA: 21st edition.
- GEMS/Agua. (1994). *Guía operativa*. . 3ª Edición. PNUD-OMS-UNESCO-OMM.
- Lamparelli., M. (2004). *Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos*. San Pablo.
- LAWA-Verfahren, Z. (1998). "Chemischen Gewässerklassifikation. En L.-V. Zur, [*LAWA procedure for "chemical classification of bodies of water"*].
- modificativos, D. 2. (1979). Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas. *Uruguay*.
- Mvotma, MGAP, Comisión de Cuenca del Río Yí. (2017). *Mvotma*. Recuperado el 22 de Abril de 2020, de Plan local de gestión del Río Yí:
file:///D:/Users/usuario/Downloads/INDICE_Plan_Local_de_Gestion_de_RRHH_del_RioYi.pdf
- Pablo Núñez Demarco, L. S. (2018). HISTORIA DE LA GEOLOGÍA PRECÁMBRICA DE URUGUAY: Revisión de las divisiones estructurales, tectoestratigráficas sus límites y nomenclaturas.