



MVOTMA

Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

LAGUNA DEL SAUCE
Monitoreo de calidad de agua
Temporada estival 2018 - 2019



Febrero, 2019

**CONSULTOR EN EVALUACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA
LAGUNA DEL SAUCE**

Proyecto URU/14/001

Producto 6

**Sistematización de los monitoreos del segundo semestre,
informe bimensual de recorrido e informe de Evaluación de
la evolución de la calidad del agua.**

Elaboración: MSc Mariana Nin

Fecha de entrega: 01/03/2019

INTRODUCCIÓN

Este informe contiene una síntesis de las variables físicoquímicas y biológicas que describen la calidad de agua de Laguna del Sauce durante el período noviembre 2018-febrero 2019. La información fue obtenida mediante el monitoreo de frecuencia semanal que se desarrolla desde hace cuatro temporadas a cargo del Centro Universitario Regional Este bajo responsabilidad de OSE-UGD (Unidad de Gestión Descentralizada). Todos los datos originales se encuentran en la base de datos compartida entre la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA) y las dos instituciones mencionadas, en formato Excel; en los informes sinópticos que resumen las variables físicoquímicas, y en los informes de fitoplancton, ambos elaborados por CURE y OSE-UGD, como parte del convenio entre ambas instituciones. Asimismo la información procesada es disponibilizada a toda la población a través del Sistema de Información Ambiental (DINAMA-MVOTMA).

MÉTODOS

Desde hace cuatro temporadas se instauró un monitoreo estival de componentes fisicoquímicos y de la comunidad fitoplanctónica de frecuencia semanal, que permite advertir tempranamente la ocurrencia o posibilidad de ocurrencia de floraciones algales potencialmente tóxicas para el consumo humano, para una previsión de acciones en la planta de potabilización de OSE-UGD. Este programa es llevado adelante por el Grupo de Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos (CURE- UdelaR) en convenio con OSE – UGD y en coordinación con MVOTMA y la Comisión de Cuenca de la Laguna del Sauce.

Durante el período que abarca desde el 13/11/2018 hasta el 21/2/2019 se llevó a cabo un muestreo por semana desde embarcación a motor en seis puntos distribuidos en el cuerpo de la laguna y sistemas asociados (Figura 1). En cada punto se tomaron muestras de:

- Temperatura, Alcalinidad (pH), Conductividad, Oxígeno disuelto, Turbidez, Clorofila y Ficocianina con Sonda multiparámetro cada 0,5m de profundidad¹.
- Transparencia con Disco de Secchi.
- Color verdadero y aparente
- Composición de microalgas con BentoTorch
- Tres muestras (réplicas) cuantitativas integradas de fitoplancton, integrando verticalmente la columna de agua en cada punto mediante un tubo muestreador de 10cm de diámetro y 2m de largo.
- Una muestra cualitativa integrada de fitoplancton para posterior medición, identificación taxonómica y fotografía de los organismos mayores a 2 μm en microscopio óptico, mediante arrastres manuales de red de plancton de 20 μm de malla (hasta 4 arrastres de 3m de largo, dependiendo de la concentración de fitoplancton).

La cuantificación del fitoplancton fue realizada:

- en Biovolumen, considerando el volumen ocupado por los organismos fitoplanctónicos en un volumen conocido de muestra ($\text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$)
- en células equivalentes por mililitro, como Biovolumen * 10000 ($\text{Cel Eq} \cdot \text{mL}^{-1}$).

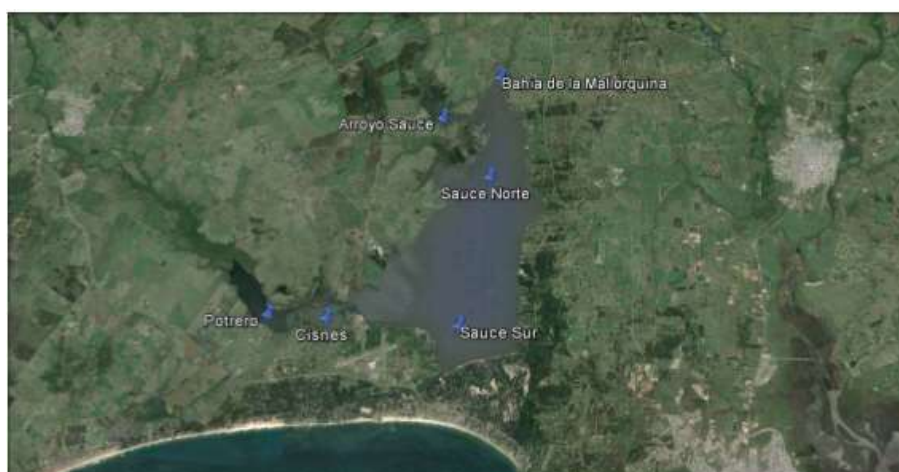


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo.

¹ Los datos presentados en este informe corresponden a las muestras integradas en la columna de agua mediante el cálculo del promedio. Los datos completos, discriminados por profundidad, se presentan en la base de datos adjunta.

RESULTADOS

Evolución de las variables físicoquímicas

La temperatura se comportó de manera uniforme entre las distintas estaciones, comenzando el período con valores relativamente bajos (entre 20 y 23 °C) hasta mediados de diciembre, y valores mas altos y variables entre muestreos en el resto del período (entre 23 y 28 °C). Hubo tres picos de temperatura máxima: las últimas semanas de diciembre y enero y a mediados de febrero (Figura 2). La temperatura promedio del período fue de 23,58 °C, un grado por debajo de la temperatura promedio de las temporadas anteriores (24,47 °C).

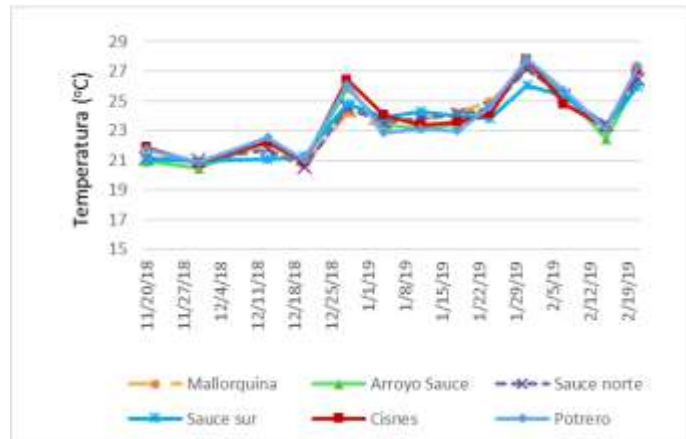


Figura 2. Variación de la temperatura °C en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

La transparencia de la columna de agua se ve determinada por la turbidez (que indica la cantidad de partículas en suspensión en la columna) y el color, que indica la concentración de material disuelto que colorea el agua. Si se observa únicamente la transparencia, medida como profundidad del disco de Secchi, se puede observar que los valores presentaron amplia variación espacial sobre los meses de noviembre y la primer mitad de diciembre (donde Sauce Sur se destaca como la estación de mayor transparencia), que sobre fines de diciembre y durante enero se homogeniza (presentando todas las estaciones valores entre 40 y 95cm de profundidad del disco de Secchi) para mostrar en febrero una tendencia al incremento, donde se destaca Arroyo sauce con un pico de 184cm (Figura 3). La transparencia promedio fue de 76,46, un poco más elevada que el promedio de las temporadas anteriores (71,50).

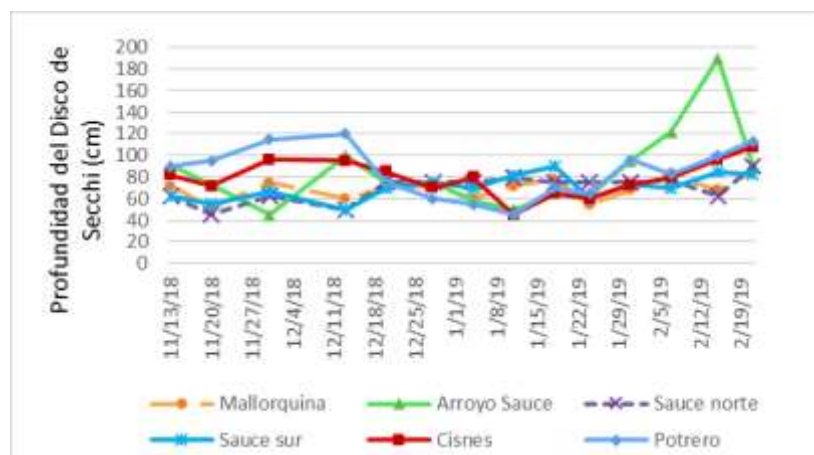


Figura 3. Variación de la profundidad del Disco de Secchi (estimador de transparencia) en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

Un análisis conjunto de esta variable con la turbidez y el color permite observar que estas dos acompañan y explican las variaciones en la primera, en particular el aumento sobre el final del período.

La turbidez osciló en valores siempre inferiores al umbral de 20 NTU en las tres estaciones que no se encuentran en el cuerpo principal de la laguna (Arroyo Sauce, Cisnes y Potrero), alcanzando valores mínimos en torno a 5NTU hacia el final del período, lo cual coincide con el aumento mencionado en la transparencia. Las tres estaciones ubicadas en el cuerpo principal (Sauce Sur, Sauce Norte y Mallorquina) comenzaron la temporada estival con valores de entre 22 y 30 NTU que decayeron desde mediados de diciembre hasta alcanzar valores mínimos en torno a los 10 NTU al final del período (Figura 4). Dentro de este patrón general fue posible advertir algunos eventos de incremento de la turbidez especialmente marcados en Potrero, a mediados de diciembre y de enero vinculado principalmente al aporte de sólidos desde la cuenca, y en Sauce norte a mediados de enero. En términos generales, la turbidez promedio del período para todas las estaciones se encontró un punto por debajo de la turbidez promedio de temporadas anteriores (14,63 y 15,66 NTU respectivamente).

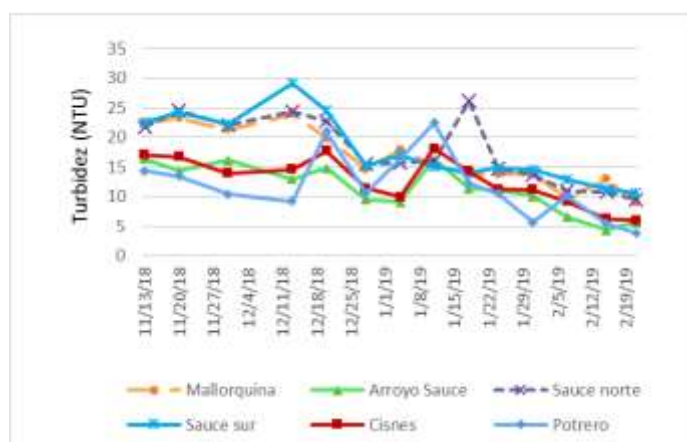


Figura 4. Variación de la Turbidez (NTU) en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

El color fue medido como color aparente y color verdadero, presentando ambos un patrón similar de incremento desde mediados de diciembre hasta fines de enero por efecto del aporte de materia orgánica disuelta y particulada desde la cuenca y posterior descenso (Figura 5). Los valores de color verdadero siempre se encuentran alrededor de 50mgPt/l por debajo del color aparente, diferencia que estaría explicada por el material particulado en suspensión. El valor promedio de Color aparente fue de 234,74 mgPt/l y el de Color verdadero 196,62.

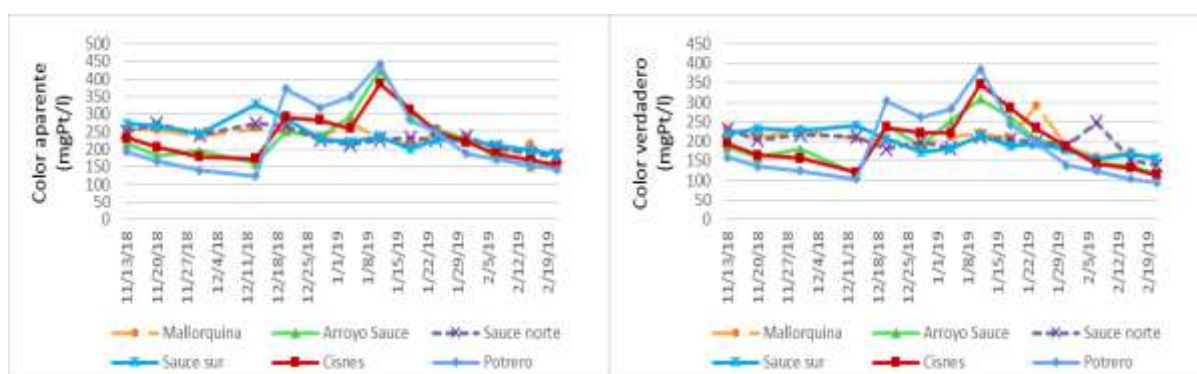


Figura 5. Variación del Color aparente y verdadero en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

El pH se mantuvo en valores entre 6 y 8 en todas las estaciones, encontrándose más variación espacial a partir de la mitad de diciembre, donde alcanza valores levemente más básicos. Arroyo sauce fue la

estación que registró valores más bajos durante todo el período (entre 6 y 7,2) y Sauce Norte y Sur los más elevados (entre 7 y 8,1) (Figura 6). En ningún muestreo se detectaron valores por encima del límite superior de 8,5 establecido por el Decreto 253/79 para los cursos Clase 1. El valor promedio para esta variable en todo el período fue de 7,28, más cercano a la neutralidad que el promedio de las temporadas anteriores (7,83).

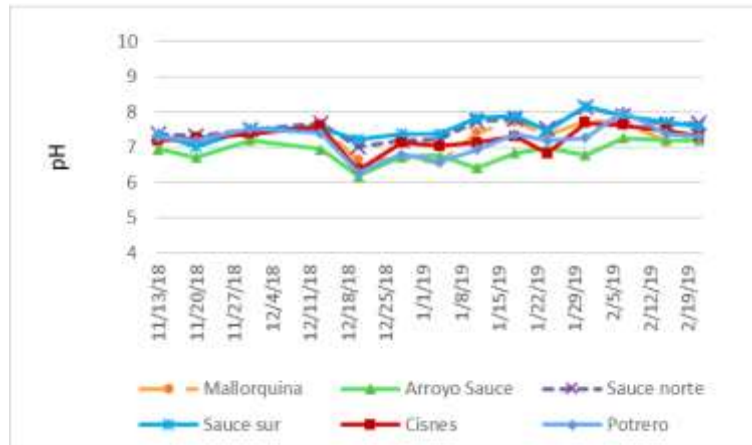


Figura 6. Variación del pH en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

La Conductividad se ubicó en valores entre 100 y 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el comienzo (noviembre y primer mitad de diciembre) y final del período de muestreo (febrero), siendo siempre Potrero la estación que presentó valores superiores al igual que en temporadas anteriores (Figura 7). A mediados de diciembre y durante todo enero los valores decayeron en todo el cuerpo de agua presentando valores entre 71,20 y 134,44, indicando una disminución en la cantidad de sales en el sistema relacionada con el descenso en el volumen global de agua, con valores mínimos en Arroyo Sauce. El promedio del período fue de 130,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un poco menor que el de las temporadas anteriores (152,53 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

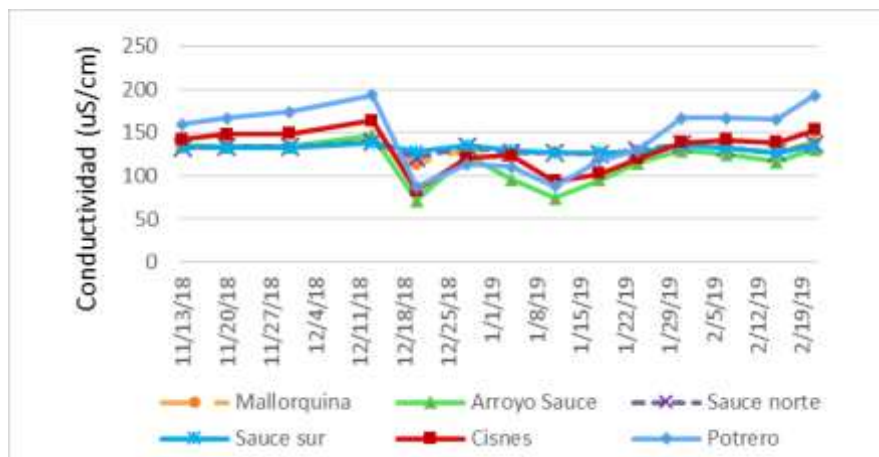


Figura 7. Variación de la Conductividad en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

El Oxígeno disuelto presentó un descenso de distinta magnitud dependiendo de la estación a mediados de diciembre, principalmente en Cisnes, Potrero y Arroyo Sauce (que registró los valores más bajos, de hasta 3,602 mg/l y 40% de saturación), y en menor medida en las estaciones ubicadas en el cuerpo de agua principal, que se mantuvieron en valores por encima de 7 mg/l y cercanos a la saturación (80-100%) (Figura 8). Desde ese momento en adelante, la variable presentó valores por debajo del estándar establecido por la normativa (5mg/l) en Potrero y Arroyo Sauce. Hacia el final del período en los

sistemas asociados se observa una tendencia al incremento en ambas variables. Los valores promedio fueron levemente menores a los de temporadas anteriores: 7,27 y 7,64 mg/l para la temporada actual y las anteriores respectivamente y 85,39 y 91,07 % de saturación en el mismo sentido.

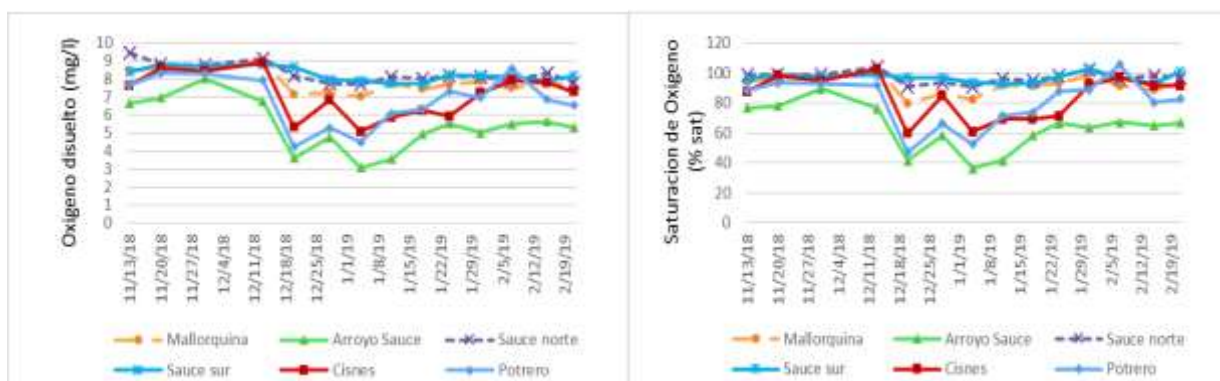


Figura 8. Variación del Oxígeno disuelto y saturación de oxígeno en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

La Clorofila *a* medida in situ (estimador de la abundancia de Fitoplancton) partió de valores muy bajos durante el mes de noviembre en torno a los 4ug/l (mínimos en Arroyo Sauce), que se incrementaron bruscamente hasta un máximo de 13,2 ug/l hacia mediados de diciembre en Cisnes, Sauce Norte y Mallorquina (Figura 9), coincidiendo con una floración de la Diatomea *Aulacoseira granulata* (ver más adelante). Luego de este evento las estaciones que se habían incrementado descendieron nuevamente mientras que aumentaron Potrero y Arroyo Sauce, presentando las distintas estaciones valores entre 5 y 10 ug/l. Febrero en general presentó valores medios más bajos, excepto un aumento puntual en Mallorquina que alcanzó los 13,62ug/l, para luego retomar la tendencia a la baja hacia el final del período. El promedio de Clorofila *a* estuvo por encima del promedio de temporadas anteriores: 6,64 y 5,89 ug/l respectivamente.

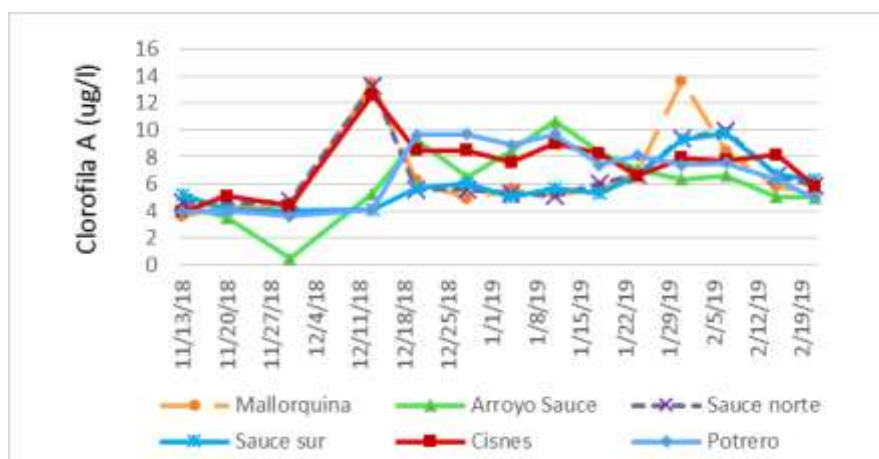


Figura 9. Variación de la Clorofila A en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

La concentración de Cianobacterias estimada in situ a través de la medición del pigmento Ficocianina, se mantuvo con valores bajos durante noviembre, diciembre y casi todo enero, presentando a fines de este mes un incremento leve (Mallorquina y Sauce Sur), moderado (Cisnes) y fuerte (Potrero) que alcanzó registros de hasta 14153 cel/ml en esta última, para luego decaer nuevamente a valores menores a los 4000 cel/ml en todas las estaciones (Figura 10). El promedio para la temporada fue más bajo que el promedio de temporadas anteriores (2356,28 y 2811,08 respectivamente)

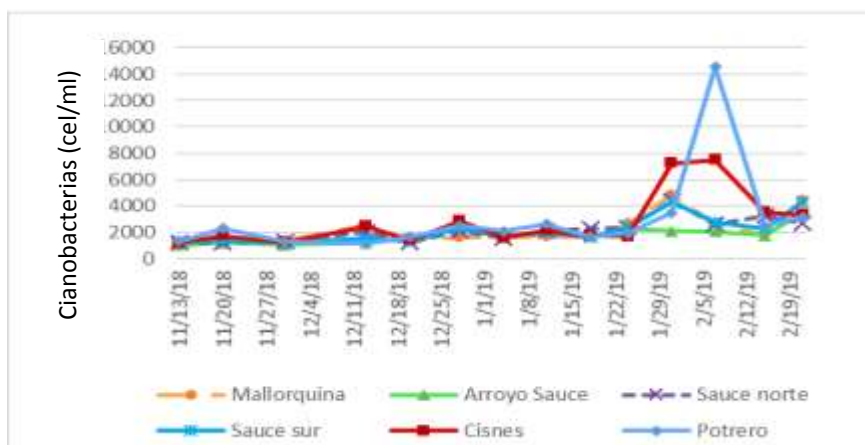


Figura 10. Variación de la concentración de cianobacterias estimada a partir de la Ficocianina en las distintas estaciones de muestreo durante el período analizado.

Evolución del fitoplancton en el período²

Este período se caracterizó en términos generales por biovolúmenes bajos tanto de fitoplancton como de cianobacterias, que en dos ocasiones puntuales, dos eventos de floración a mediados de diciembre y fines de enero, alcanzaron algún nivel de Alerta de acuerdo a la escala considerada por OSE para agua bruta³, (Tablas 1 y 2). Esta última floración de cianobacterias mencionada fue la de mayor magnitud del período, y se manifestó en todo el sistema excepto Potrero, alcanzando en Sauce Norte y Mallorca nivel de Alerta 3, Sauce Sur y Cisnes Alerta 2, y Arroyo Sauce Alerta 1.

Durante la mayor parte del período la comunidad fitoplanctónica del cuerpo de agua principal estuvo dominada por Bacillariophyta (diatomeas), acompañadas por Cryptophyta y Chlorophyta sobre el comienzo del período. En el muestreo del 13 de diciembre la dominancia de Bacillariophyta estaba dada por una floración de *Aulacoseira granulata*, especie que no presenta riesgo sanitario, y comenzaron a detectarse concentraciones bajas de Cyanobacteria (*Dolichospermum* sp.) en Sauce Sur, Cisnes y Potrero (esta última alcanzando nivel de Alerta 2). Hacia fines de diciembre decae la floración aunque el grupo mantiene la dominancia, aparece Dinophyta integrando la comunidad, y bajan los niveles de Cyanobacteria que se registra solo en Potrero. En el mes de enero la comunidad se torna más variada, aun con dominancia de Bacillariophyta (aparecen en mayor biovolumen Dinophyta y Euglenozoa) y presencia de Cyanobacteria en los tres sistemas asociados. Hacia el final de enero el biovolumen total aumenta y alcanza su máximo en el muestreo del 30 de enero donde *Dolichospermum planctonicum* (Cyanobacteria) desarrolla una floración que abarca todo el sistema excepto Potrero, acompañado por Bacillariophyta (Tablas 1 y 2).

² Para esta sección se considera el período 13/11/2018 hasta 30/1/2019 ya que a la fecha de elaboración de este informe no se cuenta con informes posteriores de fitoplancton.

³ Los niveles de alerta en base a biovolumen de cianobacterias utilizados por OSE-UGD de acuerdo a recomendaciones internacionales para agua pura son los siguientes: 0 – 0,05 mm³/l Nivel de vigilancia; 0,05-0,2 mm³/l Nivel de alerta 1; 0,2-1,0 mm³/l Nivel de alerta 2; 1,0-2,0 mm³/l Nivel de alerta 3.

Tabla 1. Biovolumen de Fitoplancton (mm³/L) en cada estación durante todo el período estival.

	Sauce Norte	Sauce Sur	Bahía Mallorca	Arroyo Sauce	Cisnes	Potrero
13/11/18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20/11/18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30/11/18	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	0,3
13/12/18	5,4	0,2	5,4	1,6	2,8	8,6
20/12/18	0,2	0,3	3,9	0,8	1,5	0,9
30/12/18	0,5	0,8	0,2	0,6	1,5	0,6
4/1/19	0,1	0,4	0,1	0,2	0,9	0,8
11/1/19	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
18/1/19	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
24/1/19	1,5	1,6	1,2	1		
31/1/19	8,3	6,3	12,6	2,7	3,9	1,1

Tabla 2. Biovolumen de Cianobacterias (mm³/L) en cada estación durante todo el período estival. Se indica con distintos colores el estado respecto a los niveles de alerta considerados por OSE-UGD para la toma de agua (Rojo: Nivel 3; Anaranjado: Nivel 2; Amarillo: estado de vigilancia; Blanco: valor aceptable).

	Sauce Norte	Sauce Sur	Bahía Mallorca	Arroyo Sauce	Cisnes	Potrero
13/11/18	0	0	0	0	0	0
20/11/18	0	0	0	0	0	0
30/11/18	0	0	0	0	0	0
13/12/18	0	0	0	0	0	1,03
20/12/18	0	0	0	0	0,1	0,02
30/12/18	0	0	0	0	0	0,01
4/1/19	0	0	0	0	0	0
11/1/19	0	0	0	0,01	0	0,02
18/1/19	0	0	0	0	0	0
24/1/19	0	0,03	0	0		
31/1/19	2,85	1,65	3,98	0,25	1,37	0

SÍNTESIS

La temporada estival 2018-2019 comenzó con condiciones climáticas dominadas por importantes precipitaciones y temperaturas relativamente bajas, que determinaron condiciones limnológicas estables hasta aproximadamente mediados de diciembre. Hasta ese momento el cuerpo de agua se presenta con buena mezcla en la columna de agua, nivel de agua alto, buena oxigenación y agua coloreada por aporte de materia orgánica disuelta y en suspensión, como consecuencia de las precipitaciones en la cuenca. Los niveles de Clorofila *a* comenzaron bajos (4 ug/l), pero en diciembre mostraron algunos incrementos y amplia variación, presentándose incluso una floración sobre mediados del mes debida a *Aulacoseira granulata*. La Ficocianina durante noviembre y diciembre fue muy baja.

Desde mediados de diciembre y durante todo enero la temperatura ambiente comenzó a aumentar y con ella la del agua (incluso se presentaron algunas olas de calor). Esto trajo una disminución en la turbidez acompañado de un aumento en el color, disminuyeron la conductividad, levemente el pH (que presentó mayor variación entre estaciones) y el Oxígeno disuelto. La Clorofila *a* aumentó su valor medio respecto al mes y medio anterior, alcanzando a fines de enero valores cercanos a los de la floración de diciembre, en un nuevo evento de floración. En este mismo evento se registró el primer incremento de Ficocianina del período, asociado a una floración de *Dolichospermum planctonicum* acompañado por Bacillariophyta.

Finalmente el mes de Febrero comenzó con temperaturas más bajas, la transparencia continúa en aumento, en consonancia con la disminución de la turbidez y el color, al igual que la conductividad y el Oxígeno disuelto. Si bien desde inicios del mes de febrero se detiene la floración en el cuerpo principal, esto no sucede en los sistemas asociados, que luego de una ola de calor a mediados de mes se presentaron una nueva floración exclusivamente de *Dolichospermum planctonicum*, principalmente en Cisnes y Potrero, que decayó hacia el final del período.

A modo de síntesis, las condiciones de la calidad del agua en la laguna del Sauce durante la temporada 2018-2019 fueron predominantemente buenas, con un biovolumen de cianobacterias particularmente bajo en relación a las temporadas anteriores, salvo excepciones puntuales que fueron rápidamente controladas por las condiciones ambientales y limnológicas. Como resultado de esto, el proceso de potabilización en la planta de OSE-UGD no presentó complicaciones debidas a la calidad del agua bruta que ingresó a la planta, así como tampoco se vieron obstaculizados los usos recreativos de la laguna.

---///---