



**Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas
de los Ríos Limay, Neuquén y Negro**

SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**CONTROL DE FLORACIONES ALGALES EN LOS EMBALSES
DE LA CUENCA DEL RÍO NEGRO**

Informe Período 2005 - 2010



CIPOLLETTI, SEPTIEMBRE 2010



Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro

AUTORIDADES

Consejo de Gobierno:

- *Presidente: Ministro del Interior
Cdr. Florencio RANDAZZO*
- *Gobernador de la Provincia de Neuquén
Dr. Jorge SAPAG*
- *Gobernador de la Provincia de Río Negro
Dr. Miguel SAIZ*
- *Gobernador de la Provincia de Buenos Aires
Don Daniel SCIOLI*

Comité Ejecutivo:

- *Presidente: (cargo rotativo anual)
Representante de la Provincia de Buenos Aires
Don Gustavo ROMERO.*
- *Representante de la Provincia de Neuquén
Ing. Elías Alberto SAPAG.*
- *Representante del Estado Nacional
Arq. José Alberto CIAMPINI.*
- *Representante de la Provincia de Río Negro
Ing. Horacio COLLADO*

CONTROL DE FLORACIONES ALGALES EN LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO NEGRO

Informe Período 2005 - 2010

Propuesta Técnica elaborada por la

UNIDAD DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL AGUA

Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC)
Secretaría de Gestión Ambiental (SGA)

Provincia del Neuquén
Subsecretaría de Medio Ambiente (SMA)
Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH)

Provincia de Río Negro
Departamento Provincial de Aguas (DPA)



Subsecretaría de Medio Ambiente



DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO



AUTORIDAD INTERJURISDICCIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LIMAY, NEUQUÉN Y NEGRO
SECRETARÍA DE GESTIÓN AMBIENTAL

CONTROL DE FLORACIONES ALGALES EN LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO NEGRO

Informe Período 2005 - 2010

CONTENIDO

1. Introducción

1.1. Antecedentes

1.2. Objetivos

2. Aspectos metodológicos

2.1. Monitoreo

2.2. Sistema de alarmas y avisos de floraciones

3. Resultados

3.1. Dinámica y variación temporo-espacial

3.2. Sistema de alarmas y avisos

4. Conclusiones

5. Referencias

CONTROL DE FLORACIONES ALGALES EN LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL RÍO NEGRO

RESUMEN

El objetivo de programa es efectuar un seguimiento de las floraciones algales en la cuenca del río Negro y prevenir a las plantas potabilizadoras mediante un sistema de alertas. Las tareas fueron desarrolladas por la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro y los Organismos Provinciales competentes en materia de agua, en el marco de la Unidad de Gestión de Calidad del Agua. Durante el período 2005 – 2010 se efectuaron análisis quincenales de densidad del fitoplancton en cinco estaciones de muestreo, ubicadas en los ríos Limay y Negro y en el embalse Mari Menuco. Se implementó un sistema de alertas y comunicaciones con las plantas potabilizadoras, considerando planes de contingencia basados en niveles de alerta, según la densidad y toxicidad de las floraciones. Se analizó la dinámica algal y se evaluó el sistema de alarmas y avisos. En el río Limay las Crisófitas y Cianofitas del “complejo Anabaena”, fueron los grupos dominantes, registrándose las mayores densidades del “complejo” entre los meses de octubre y marzo. En el embalse Mari Menuco predominaron las Crisofitas y Criptofitas, con floraciones del “complejo” entre marzo y junio. En el río Negro no se registraron concentraciones relevantes de Cianofitas. En el 77 % de los muestreos se estableció un nivel de alerta 1 (densidad algal mayor a 500 cel/mL), y en el 15 % un nivel de alerta 2 (mayor a 2000 cel/mL). El sistema de avisos y alarma se encuentra sistematizado, resultando una adecuada herramienta de gestión para las floraciones.

1. INTRODUCCIÓN

Los ríos, lagos y embalses constituyen una de las más importantes fuentes de abastecimiento de agua dulce para los diversos requerimientos y actividades humanas, razón por la cual su preservación y control representan una tarea permanente e imprescindible para sostener en el tiempo dichas necesidades. La calidad del agua de estos ambientes se ve sometida a diversas presiones, producto tanto de la acción directa del hombre como de la de ciertos componentes biológicos de los ecosistemas que, como en el caso de las algas del fitoplancton, pueden manifestar un crecimiento desmedido ante un aporte excesivo de nutrientes. Las Cianobacterias o Cianofitas, componentes habituales del fitoplancton de agua dulce [1] [2], presentan diversas ventajas competitivas sobre otros tipos de algas y, ante condiciones ambientales propicias (como por ejemplo el enriquecimiento de las aguas) pueden multiplicarse de forma profusa, originando un desarrollo explosivo denominado “floraciones” o “blooms algales” [3], [4]. Las floraciones de cianofitas constituyen en muchos casos un serio problema para los suministros de agua, dado que interfieren su tratamiento y deterioran su calidad. Su potencial capacidad de generar y liberar al medio metabolitos secundarios tóxicos, implica un riesgo tanto para los organismos del medio acuático como para la salud humana.

1.1. Antecedentes

Históricamente, en la Cuenca del río Negro, se ha documentado la ocurrencia de floraciones algales, que se producen habitualmente en los embalses Ramos Mexía y Arroyito, trasladando sus efectos aguas abajo por los ríos Limay y Negro [5], [6], [7], [8]. Debido a los citados efectos negativos que pueden provocar las cianofitas, a nivel mundial se han establecido estrategias de monitoreo de los cuerpos de agua destinados a suministro de agua potable, y planes de acción específicos para las plantas de potabilización [3], [4]. Dichos planes de acción o contingencia contemplan Niveles de Alerta, establecidos de acuerdo con la densidad y toxicidad de las floraciones [9].

La Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC), en el marco de la Unidad de Gestión de Calidad del Agua, ha implementado desde el año 1995, en conjunto con los Organismos competentes en materia de agua de las Pcias. de Río Negro y Neuquén, un sistema de control y seguimiento de las floraciones, con el objetivo de prevenir a los

operadores de las plantas potabilizadoras del impacto que pueden producir estos eventos sobre los procesos y la calidad del agua tratada [10], [11].

1.2. Objetivos

El objetivo del presente Informe es exponer los resultados del monitoreo de las floraciones algales en los embalses de la cuenca del río Negro durante el período 2005 – 2010 y de la implementación del sistema de alertas y comunicaciones establecido para informar y prevenir a las plantas potabilizadoras.

2. ASPECTOS MÉTODOLÓGICOS

2.1. Monitoreo

Se establecieron cinco estaciones de muestreo las cuales fueron seleccionadas siguiendo los criterios establecidos en etapas anteriores [5], [6], [7], [8]. Dos de las estaciones se encuentran en el río Limay, aguas abajo de la serie de embalses, una localizada en Arroyito y la otra en Neuquén Capital; otra estación en el río Negro en la ciudad de Viedma y las dos restantes en el embalse Mari Menuco, en la toma de agua de la Villa y en cercanías de la bocatoma del acueducto que abastece a la ciudad de Neuquén (Lindero Atravesado) (Figuras 1 a 5).

Los muestreos se efectuaron en ciclos anuales, con una frecuencia quincenal durante el período 2005 – 2010 en la época de mayor probabilidad de ocurrencia de las floraciones (octubre a abril), excepto para los sitios localizados en el embalse Mari Menuco, los cuales fueron incorporados durante la primavera – verano 2009 – 2010.

Las tareas de campo fueron efectuadas por técnicos del Departamento Provincial de Aguas (DPA) de la Pcia. de Río Negro, la Dirección Pcial. de Recursos Hídricos del Neuquén (DPRH) y de la AIC. Esta última, además coordinó las tareas de campo y envío de las muestras al laboratorio.

Las muestras destinadas a la determinación de densidad fitoplanctónica fueron colectadas con una botella muestreadora tipo Van Dorn, se fijaron con solución de Lugol y fueron analizadas en el Laboratorio de la División Científica Ficología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Plata, de acuerdo con la metodología propuesta por Utermöhl [12].

Otra fuente de información adicional fueron los reportes de los Concesionarios Hidroeléctricos durante situaciones extraordinarias.

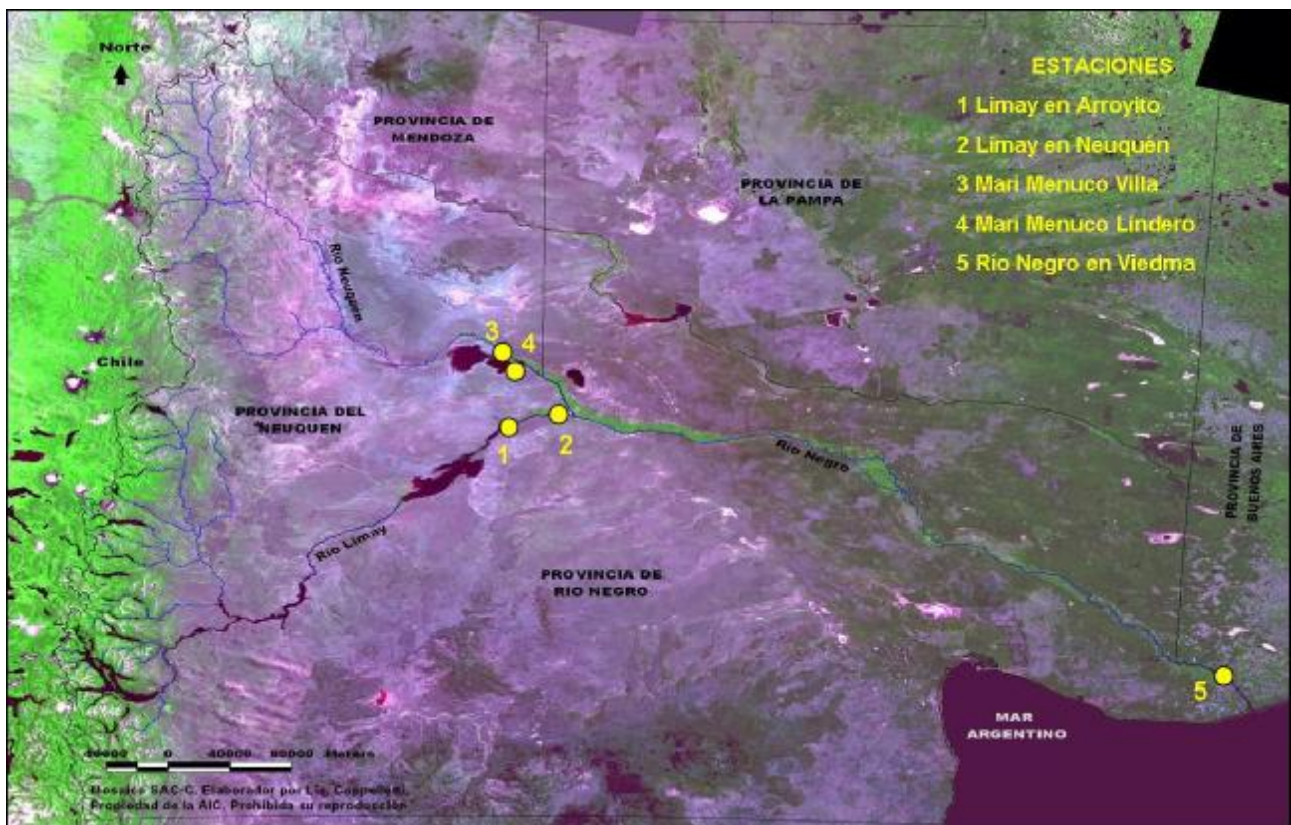


Figura 1: Ubicación general de las estaciones de muestreo



Figura 2: Ubicación específica de la estación en el río Limay (ARROYITO)



Figura 3: Ubicación específica de la estación en el río Limay (NEUQUÉN)



Figura 4: Ubicación específica de la estación en el río Negro (VIEDMA)

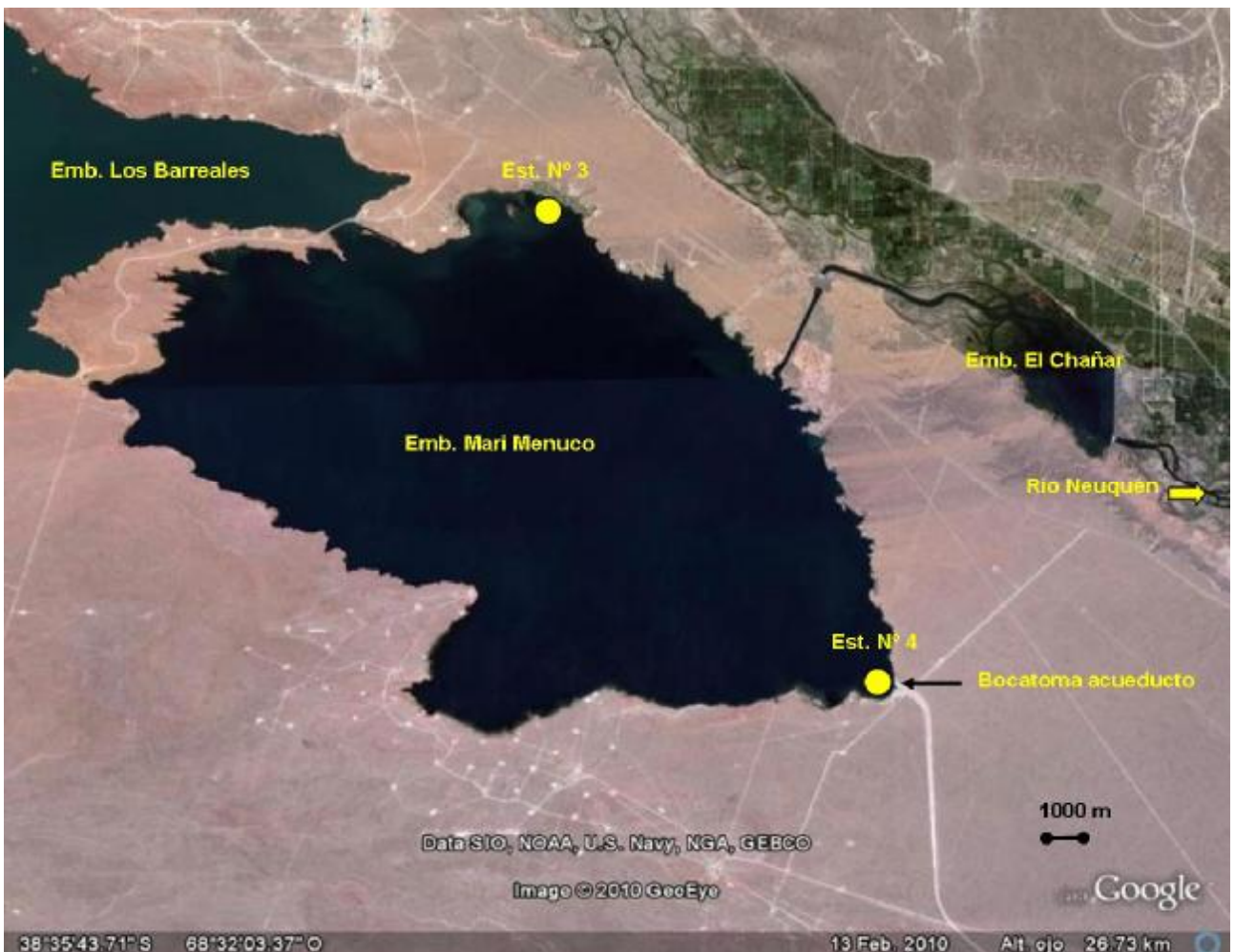


Figura 5: Ubicación específica de las estaciones en el embalse MARI MENUCO (Villa y Lindero)

2.2. Sistema de alarmas y avisos de floraciones

El sistema de control y seguimiento de floraciones se encuentra implementado desde el año 1995, y tiene como objetivo prevenir a los operadores de las plantas potabilizadoras del impacto que pueden producir estos eventos sobre los procesos y la calidad del agua tratada.

El sistema implementado es una secuencia de acciones de manejo y monitoreo que permite la toma de decisiones a los responsables del suministro público de agua. Se basa en tres niveles de alerta establecidos según la densidad de Cianofitas en el agua y su toxicidad. Se considera nivel de alerta 1 cuando la concentración se encuentra entre 500 a 2000 cel/mL, nivel de alerta 2 entre 2000 y 15000 cel/mL y nivel de alerta 3 cuando se registra una concentración mayor a 15000 cel/mL [9].

Las comunicaciones se realizan con las plantas potabilizadoras cuyas captaciones se localizan en los tramos inferiores de los ríos Limay, Neuquén y Negro, y además de prevenirlas, tienen el fin de solicitar información sobre los problemas que pudieran presentarse durante la operación de las mismas. La frecuencia de las comunicaciones, que se efectúan telefónicamente y mediante correo electrónico, es quincenal coincidente con los muestreos de rutina, y semanalmente al detectarse una floración.

A partir de los resultados de densidad algal obtenidos, se identifica el nivel de alerta correspondiente a cada estación de muestreo. Con dicha información y los resultados de las comunicaciones con los operadores de las plantas potabilizadoras, se elaboran reportes de situación que son remitidos periódicamente a los operadores, a fin de que puedan tomar con antelación las medidas adecuadas para cada situación particular. Las plantas potabilizadoras integradas al sistema de alarmas y avisos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Plantas potabilizadoras incluidas en el sistema de alarmas y avisos implementado por la AIC.

Ambiente	Lugar	Organismo Operador
Río Limay	Arroyito	ENSI ¹
	Plottier	Cooperativa de Servicios Públicos
	Neuquén	EPAS ²
Río Neuquén	Centeranio	EPAS
	Vista Alegre	EPAS
	Parque Industrial Neuquén	EPAS
	Bocahue	EPAS
	Cipolletti	ARSA ³
Río Negro	Allen	ARSA
	Gral. Roca	ARSA
	Chichinales	ARSA
	Choele Choel	ARSA
	Patagones	ABSA ⁴
	Viedma	ARSA
	San Antonio	ARSA

Notas: ¹Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E., ²Ente Provincial de Aguas y Saneamiento, ³Aguas Rionegrinas S.A., ⁴Aguas Bonaerenses S.A.

3. RESULTADOS

En el presente informe se exponen los resultados obtenidos en los monitoreos efectuados desde octubre de un año a marzo o abril del año siguiente durante el período 2005-2010.

Se presenta una descripción de la dinámica y variación temporo-espacial de los grupos algales en cada estación de muestreo, obtenida a partir de los resultados del análisis taxonómico (reconocimiento de las distintas especies integrantes de la comunidad algal) y las densidades relativas de cada taxón, halladas en las muestras de agua. En este punto se analiza la ocurrencia de floraciones de cianofitas.

Se detallan asimismo los resultados obtenidos a partir de la ejecución del sistema de alarmas y avisos a las Plantas Potabilizadoras.

3.1. Dinámica y variación temporo-espacial

Se identificaron un total de 266 especies de algas en los distintos ambientes estudiados, presentando la mayor riqueza específica el grupo Crisofita con un 55 % del total de los taxones registrados, seguido por Clorofita con el 30 % y Cianofita con el 8 %. Dentro del 7 % restante se encuentran las especies registradas dentro de los grupos Pirofitas, Euglenofitas, Criptofitas y Rodofitas.

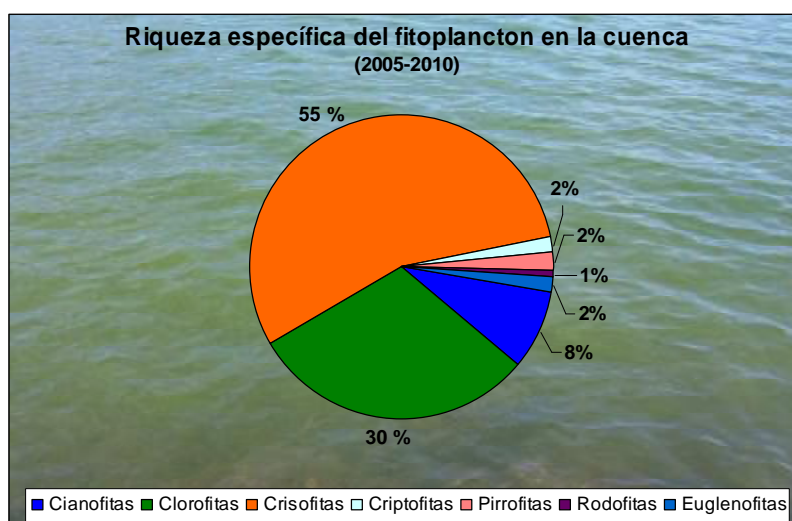


Figura 6: Riqueza específica porcentual de los grupos algales componentes del fitoplancton de la cuenca

En cuanto a la densidad algal, el mayor valor se registró en las dos estaciones del *río Limay* (2159 cél/mL y 2030 cél/mL en Arroyito y Neuquén Capital respectivamente) considerando el promedio de los datos obtenidos durante todo el período de estudio. De dichas concentraciones, las Crisofitas aportaron alrededor del 60 % del total del fitoplancton y las Cianofitas aproximadamente el 30 %; las Clorofitas contribuyeron en un bajo porcentaje (Figura 6).

En ambas estaciones, se detectó una gran variabilidad estacional en la abundancia de grupos y especies algales. Particularmente, en el grupo Crisofita, las especies registradas en mayor concentración y con mayor frecuencia fueron *Aulacoseira pseudogranulata*, *Discostella glomerata* y *Fragilaria crotonensis*. Dicha dominancia se vio interrumpida en contadas ocasiones, por floraciones puntuales de Cianofitas, representadas en todas las oportunidades por especies del género *Anabaena* (*A. circinalis*, *A. spiroides* y *A. lemmermanni*), indicadas como taxón mixto bajo la denominación de *Anabaena sp.* (Complejo toxigénicas). En cuanto a las Clorofitas se registraron en bajas concentraciones, siendo la especie más importante y frecuente *Klebsormidium klebsii*.

En el río Negro, la densidad algal promedio fue sustancialmente menor que la observada en el río Limay (1216 cél/mL). Las Crisofitas fueron el grupo dominante durante la mayor parte del período considerado (un 75 % de la concentración total de fitoplancton), seguidas por las Clorofitas (18 %). Las Cianofitas, tan destacadas en el río Limay, representaron en este caso sólo un 5 % de la densidad total (Figura 6). Las especies *Cocconeis placentula* y *Cyclotella sp.* dominaron dentro del grupo Crisofita, *Klebsormidium klebsii* en las Clorofitas y, a diferencia con el río Limay, dentro de las Cianofitas se registró un predominio de las especies *Oscillatoria sp.*, *Phormidium aff tergestinum*, *Coelosphaerium sp.* y *Snowella lacustres*; sólo se detectaron las especies del Complejo *Anabaena sp.* en escasas ocasiones y en muy baja concentración.

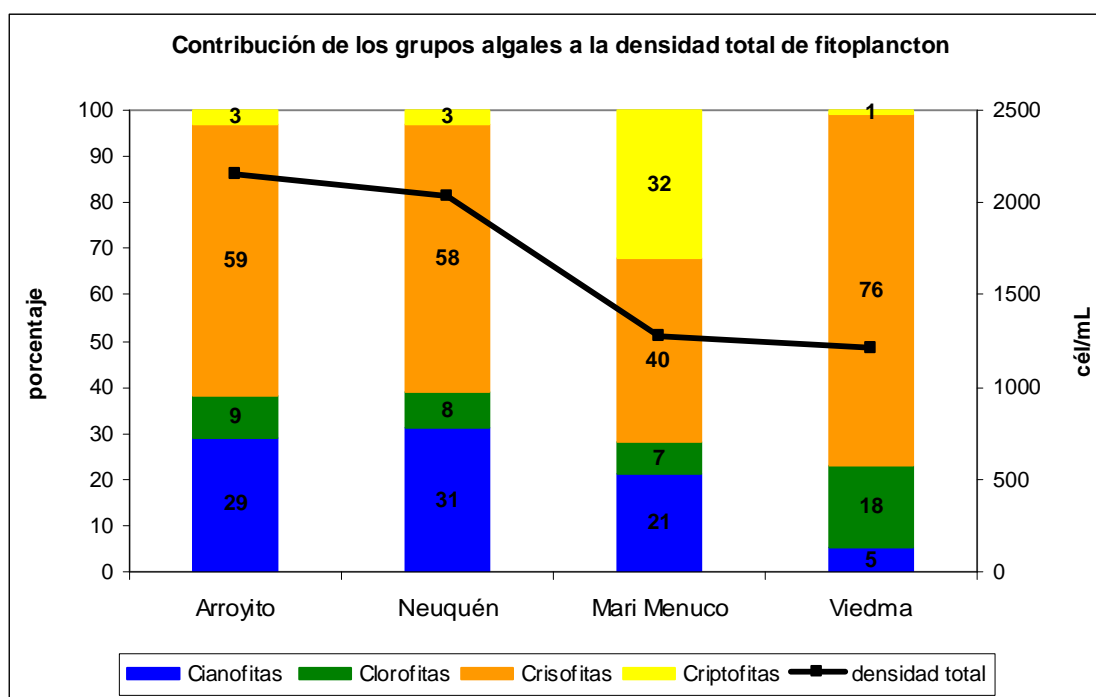


Figura 7: Contribución porcentual de los diferentes grupos algales a la densidad total del fitoplancton

En el caso del embalse *Mari Menuco*, en virtud de la similitud entre los registros obtenidos, se unificaron los resultados de ambas estaciones a fin de realizar el análisis y descripción del ambiente.

En este cuerpo de agua, la densidad fitoplanctónica promedio fue de 1276 cél/mL, siendo las Crisofitas el grupo dominante seguido de las Criptofitas y Cianofitas (Figura 6). Dentro del primer grupo, las especies que presentaron mayor densidad a lo largo del período fueron, *Asterionella formosa*, *Cyclotella ocellata*, *Stephanodiscus sp.*, *Navicula sp.*, *Fragilaria crotonensis* y *Epithemia sorex*; en el grupo Criptofitas se destacó la especie *Chroomonas minuta* y durante las floraciones de Cianofitas dominaron las especies del complejo *Anabaena*. Para este último taxón se registraron densidades de 7548 cél/mL en Lindero durante el mes de marzo de 2010 y 5736 cél/mL en la toma de Villa en el mes de mayo del mismo año (figura 10).

En todos los casos que se produjeron floraciones de Cianofitas en la cuenca, predominaron las especies del género *Anabaena*, particularmente *A. circinalis*, *A. spiroides* y *A. lemmermanni*, denominadas conjuntamente como *Complejo Anabaena*. En el río Limay estos eventos se registraron entre los meses de octubre y marzo, en el embalse *Mari Menuco* entre marzo y junio, mientras que en la estación sobre el río Negro no se registraron concentraciones relevantes de Cianofitas. En las figuras 7 a 9 se presentan las densidades máximas del complejo *Anabaena* halladas mensualmente en las distintas estaciones de muestreo durante el período considerado.

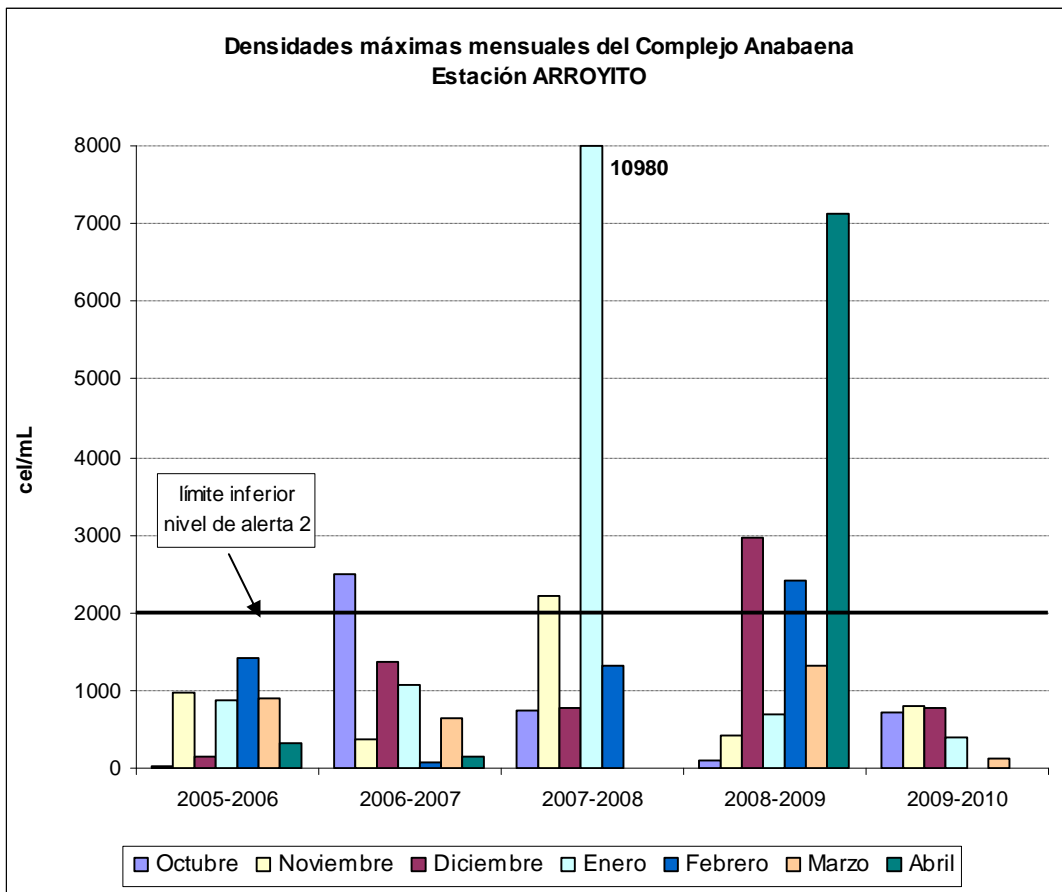


Figura 8: Densidades máximas mensuales del Complejo Anabaena, en la estación Arroyito, para el período analizado.

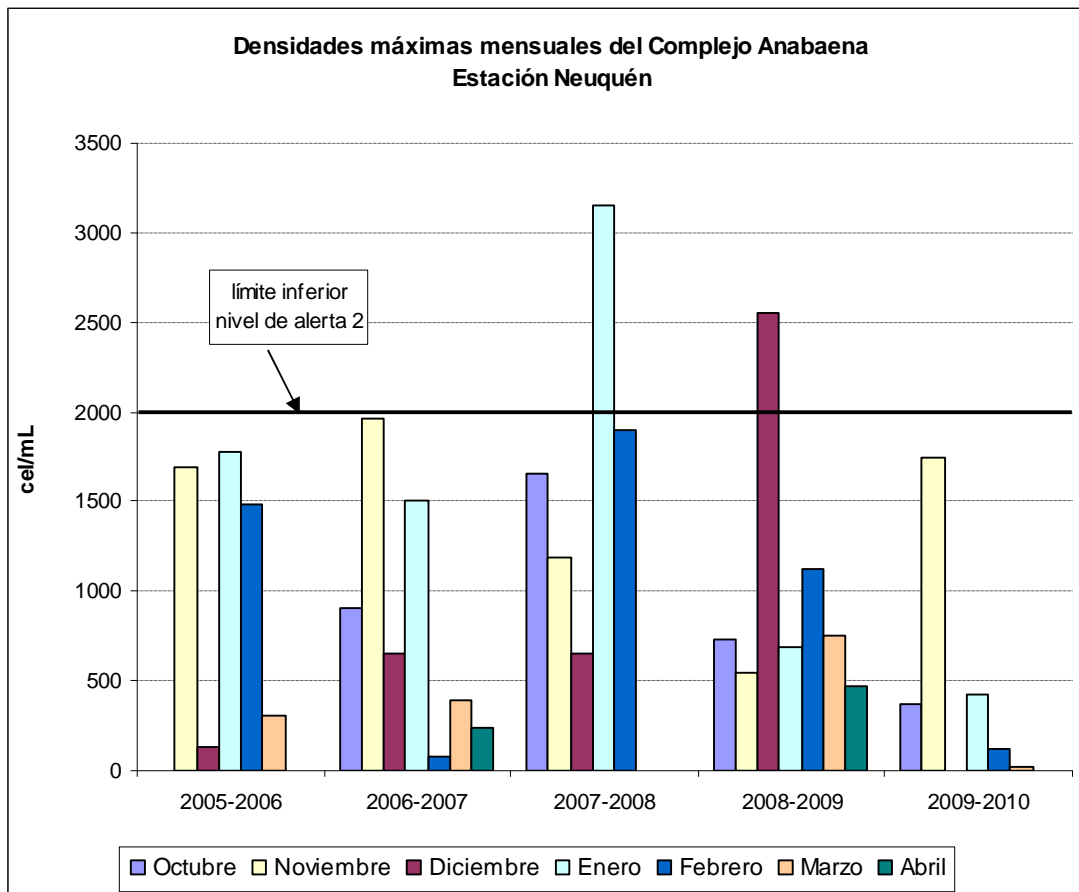


Figura 9: Densidades máximas mensuales del Complejo Anabaena, en la estación Neuquén, para el período analizado.

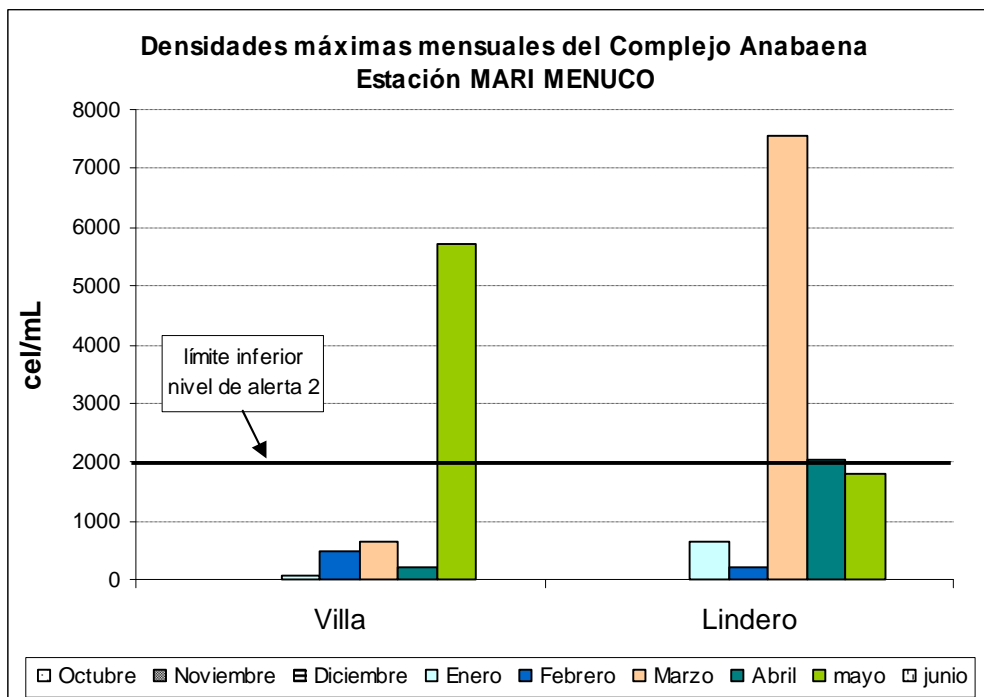


Figura 10: Densidades máximas mensuales del C. Anabaena, en el embalse Mari Menuco, para el período 2009-2010

3.2. Sistema de alertas y avisos

Durante el período en estudio se efectuaron en total 73 muestreos, a partir de los cuales se estableció un nivel de alerta 1 en el 77 % de los casos, un nivel de alerta 2 en el 15 % y en ningún caso se alcanzó el nivel de alerta 3.

Mediante los avisos y comunicaciones se contactó en 62 ocasiones a los operadores de las plantas potabilizadoras, reportándose en el 37% de los casos algún tipo de inconveniente en la operación de las mismas. Las situaciones reportadas pueden haber estado relacionadas con los niveles de alerta registrados, indicándose como problemas principales, olores y/o taponamiento de filtros en algún sector de los sistemas de tratamiento. Las plantas ubicadas en las localidades de Chichinales y Viedma reportaron inconvenientes con mayor frecuencia que el resto.

4. CONCLUSIONES

En la cuenca del río Negro durante el período 2005 – 2010, las Crisofitas fueron el grupo algal predominante, con ocurrencias puntuales de floraciones de Cianofitas, en particular con especies del género *Anabaena*.

Las floraciones de Cianofitas detectadas en el río Limay reflejan, como ya fuera indicado en otros trabajos, la situación existente en los embalses Chocón y Arroyito localizados aguas arriba. Si bien hubo momentos en donde se registraron floraciones notables, éstas no representaron inconvenientes en las plantas potabilizadoras localizadas sobre los ríos Limay y Negro.

Las floraciones ocurridas en el embalse Mari Menuco no fueron percibidas o no afectaron los procesos de potabilización en las Plantas localizadas sobre el río Neuquén.

Durante las situaciones en que se registraron en algunas estaciones altas densidades algales, nunca se detectó una floración potencialmente tóxica.

El sistema de avisos y alarmas se encuentra sistematizado, resultando una adecuada herramienta de gestión para el seguimiento y control de las floraciones. Por tal motivo, se recomienda implementar sistemas similares en futuros embalses de la cuenca y en sus áreas de influencia aguas abajo, especialmente si son utilizados como fuente de provisión de agua potable.

5. REFERENCIAS

- [1] Humm, J.H; Wicks, R.S. (1980) – Introduction and Guide to the marine blue green algae. John Wiley and sons – USA. 110-150.
- [2] Lindstöm, E. S.; Kamust-Van, A.M.; Zwart, G. (2005) – Distribution of typical freshwater bacterial groups is associated with pH, Temperature and lake water retention time. Applied and Environmental Microbiology, 71(12), 8201-8206.
- [3] Giannuzzi, L. (2009) – Cianobacterias y cianotoxinas : identificación, toxicología, monitoreo y evaluación de riesgo. Primera Edición - Buenos Aires, Argentina. 238 p.
- [4] UNESCO. (2009) – Cianobacterias plantónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16.
- [5] Labollita, H. A. (1989) – Estado trófico de embalses. DEA, GIR, HIDRONOR S.A. Informe técnico, 12 p.
- [6] Cifuentes, O.; Labollita, H. A.; Bassani, S. A. (1996) – Zonificación cualitativa de la contaminación en la cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro, en XVI Congreso Nacional del Agua, Neuquén, Argentina.
- [7] Alcalde, R.; Gil, M. I.; Hann, E.; Bassani, S.; Cifuentes, O. y Labollita, H. A. (1996) – Estudio de floraciones algales en el embalse ezequiel Ramos Mexía (I Etapa). Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC), Departamento Provincial de Aguas (DPA) y Dirección General de Recursos Hídricos (DGRH). Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB/UNC), División Científica Ficología (Fac. Cs. Nat. y Museo, UNLP) y LIBIQUIMA (UNC).
- [8] Alcalde, R.; Gil, M. I.; Hann, E.; Cifuentes, O. y Labollita, H. A. (1998) – Estudio de floraciones algales en el embalse ezequiel Ramos Mexía (II Etapa). Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC), Departamento Provincial de Aguas (DPA) y Dirección General de Recursos Hídricos (DGRH). Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB/UNC) y División Científica Ficología (Fac. Cs. Nat. y Museo, UNLP).
- [9] Falconer, I. R. (1993) – Algal toxins in seafood and drinking water. Academic Press. 224 p.
- [10] Labollita, H. A. (2007) – Control de floraciones algales en la cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro, en XXXI Jornadas Argentinas de Botánica. Volumen 2, 169-170. Corrientes, Argentina.
- [11] Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). Reportes Quincenales, periodo 2005-2010, Programa Control de Floraciones algales.
- [12] Utermöhl, H. (1958) – Zur Vervollkommung der Quantitative Phytoplankton Methodik. Mit. Int. Verein. Limnol., 9:1-38.