



Editorial de la Universidad  
Tecnológica Nacional

**Seminario de Procesos Fundamentales  
Físico-Químicos y Microbiológicos  
Especialización y Maestría en Medio Ambiente  
Laboratorio de Química  
F.R. Bahía Blanca – U.T.N.  
2009**

**Microbiología de las aguas residuales - Aplicación de  
Biosólidos en Suelo**

*Lic. Gustavo Fernando Merli,  
Ing. Nestor Omar Ricciuti*

→ **Evaluación de la calidad del agua de los recursos hídricos  
superficiales de la cuenca del arroyo Chasicó; Sudoeste  
bonaerense**

*Lic. Noelia Torres*

**Celdas de Combustible  
Ventajas de una generación de electricidad limpia y  
eficiente vía electroquímica**

*Ing. Carlos A. Pistones*

**Los efectos de los Campos Electromagnéticos en la salud  
*Roberto D'Elmar, Gabriel Mujica, José Luis Haure***

**Microbiología de la leche  
*Ing. Mauricio Celis y Lic. Daniel Juárez***

**Síndrome del edificio enfermo  
*Ing. Ma. Cecilia Montero***

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

[edutecne@utn.edu.ar](mailto:edutecne@utn.edu.ar)

# **SEMINARIO: PROCESOS FUNDAMENTALES FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**2009**

**PROFESORES: ROBERTO E. RODRIGUEZ – MILENA E. URIBE ECHEVARRÍA**

## **EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL ARROYO CHASICÓ; SUDOESTE BONAERENSE**

**Lic. Noelia Torres**

### **OBJETIVO DEL TRABAJO**

El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar una recopilación y análisis de bibliografía y estudios previos, que permitan dar a conocer las características físicas, químicas y microbiológicas de los recursos hídricos de la cuenca del arroyo Chasicó. Este análisis permitirá evaluar el grado potencial de contaminación y facilitará herramientas para una adecuada gestión en la explotación de los recursos hídricos desde el ámbito regional.

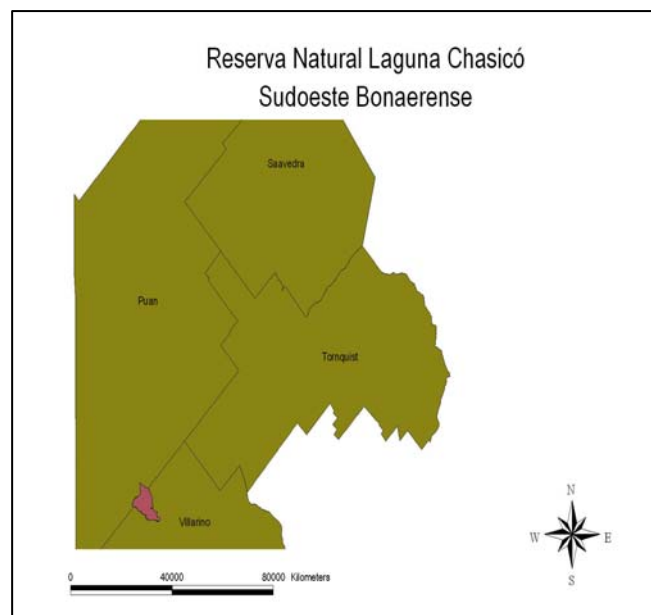
### **UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

La cuenca del arroyo Chasicó abarca una superficie aproximada de 3800 km<sup>2</sup> (Bonorino et al, 1989) y comprende parte de los partidos de Saavedra, Puán, Tornquist y Villarino. Es una cuenca endorreica y forma parte de las tres cuencas que desaguan al Sistema de Ventania y tiene sus nacientes al noroeste del cordón serrano, en la Sierra del Curamalal. El colector principal es el arroyo Chasicó el cual desagua en la laguna homónima ubicada en una gran depresión llamada “Depresión del Chasicó”.

Sus límites hidrológicos son: la cuenca del río Sauce Chico al E, la cuenca del arroyo Pigüé al N y una zona sin drenaje superficial por el O y S. Esta cuenca endorreica, presenta diferentes elementos geomorfológicos que definen su comportamiento hidrológico: la laguna de Los Chilenos, la laguna Chasicó, el arroyo Chasicó y las Salinas Chicas. La población total que habita esta cuenca es de aproximadamente 75.000 habitantes.

La Laguna Chasicó se encuentra ubicada en el Sudoeste bonaerense en la porción noroeste del partido de Villarino, a unos 25 metros por debajo del nivel del mar, siendo el cuerpo de agua más bajo de Sudamérica. Es, por su extensión y por la importancia de su recurso pesquero, una de las más importantes de la Provincia de Buenos Aires. Estas particularidades, sumadas a la diversidad biológica de su entorno (más de 140 especies de aves, mamíferos y especies vegetales únicas); ameritaron su declaración en 1999 como “Reserva Natural Provincial de Objetivos definidos Mixtos” mediante ley provincial N° 12.353, bajo la normativa de la Ley 10.907 de Reservas Naturales.

Sobre el sudoeste de la laguna se encuentra emplazado el Balneario Chapalcó; esta villa turística cuenta con emprendimientos hoteleros, cabañas, restaurantes y todo tipo de instalaciones para la atención de los visitantes. Si bien la población estable de la villa no supera las 250 habitantes, anualmente en plena temporada de pesca, ingresan unos 65.000 turistas de todo el país para practicar la pesca deportiva del pejerrey.



Balneario Chapalcó en la actualidad (fotos propias)

## **CLIMA**

El área analizada se halla incluida en la franja zonal de climas templados, definidos como aquellos que poseen valores medios anuales de temperatura comprendidos entre 14°C y 20°C, con estaciones térmicas bien diferenciadas (STEFFENS, A. y Otro, 1994). La región sufre una disminución de las precipitaciones hacia el oeste y el sur como consecuencia de la alternancia de masas de aire de distinta procedencia; aunque siempre caracterizadas por su escasa humedad, lo cual explica la denominación de “clima templado de transición con tendencia a la aridez” o semiárido. La diferenciación climática entre la parte superior de la cuenca (subhúmedo) y la inferior (subhúmedo seco) está dada, fundamentalmente, por la disminución de la precipitación en esa dirección (BONORINO, 1989)

Los registros pluviométricos medios anuales decrecen progresivamente desde la cabecera (800 mm) hacia la parte inferior de la cuenca (555 mm), es decir que la precipitación es una función lineal de la altitud (Paoloni, et al, 1988). Por otra parte puede señalarse que en el área del Sistema de Ventania pueden diferenciarse dos períodos estacionales de lluvias, uno de escasez en la temporada de otoño-invierno y el otro de precipitaciones frecuentes que corresponde a primavera-verano (Fiorentino, 1999).

## **VEGETACION**

En esta región convergen tres provincias fitogeográficas: la Pampeana, Del Espinal y del Monte (CABRERA, A. 1976) con comunidades adaptadas a las limitaciones ambientales del sector. La primera se hace presente a través del Distrito Pampeano Austral extendiéndose hasta el Salitral de la Vidriera, siendo las gramíneas el tipo biológico dominante. A medida que se avanza hacia el sur, se extienden, formando áreas ecotonales de distintas dimensiones, las provincias del Espinal, con el Distrito del Caldén, cuya dominancia está dada por el *Prosopis caldenia* y la del Monte con el género *Larrea* en sus tres variedades como especies más representativas. Las formaciones vegetales originarias, en su mayoría, se encuentran con diferentes grados de modificación o han desaparecido por completo debido a diversos motivos, entre los cuales sobresalen su potencial leñoso y el avance de la frontera agrícola (ZINGER, A., 2000).

## **GEOMORFOLOGIA**

La región estudiada se caracteriza por un típico relieve de llanura; el único elemento orográfico está constituido por las sierras que conforman el Sistema de Ventania las cuales ocupan el extremo de la región (García y García, 1964)

La altura máxima de la cuenca se registra en el cerro Curamalal Grande (1037 msnm) y la mínima, de 20 msnm, corresponde al pelo de agua de la laguna Chasicó que es el nivel de base de la cuenca (Bonorino, Riggiero y Mariño, 1989).

El cuerpo de agua de la laguna Chasicó se encuentra rodeado de formaciones medianosas compuestas por arenas finas y medias, producto de la acción eólica, formando parte de una extensa depresión con alineamiento regional de orientación este-sudeste a oeste-noroeste e integrando un gran valle poligénico (González Uriarte, M., 1984).

## **FACTORES QUE MODIFICAN LA CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA**

### **Comportamiento hidrológico de la cuenca, sujeto a las condiciones climáticas de la zona (ciclos secos y húmedos recurrentes)**

La cuenca del arroyo Chasicó por ser endorreica, tiene la particularidad de presentar un sistema más complejo que el de las otras vertientes que desaguan en el Atlántico. El régimen está estrechamente vinculado a las condiciones climáticas del área, donde los ciclos secos y húmedos, permiten diferenciar dos estadios en su comportamiento hidrológico; uno de ellos se da en el momento en que el sistema se encuentra completamente integrado (cuenca alta, media e inferior funcionan en conjunto y simultáneamente) esto ocurre, durante los períodos húmedos, cuando los excedentes hídricos de la subcuenca superior son transferidos, a través del arroyo Chasicó, hasta la laguna del mismo nombre como receptora final de la cuenca.

El régimen de esta cuenca está estrechamente vinculado a las condiciones climáticas del área, donde los ciclos secos y húmedos, permiten diferenciar dos estadios en su dinámica hidrológica; uno de ellos se da durante los períodos húmedos, cuando las precipitaciones extraordinarias sobre la cuenca superior provocan el desborde natural de la laguna de Los Chilenos, transfiriéndose estos excedentes hídricos a través del arroyo Chasicó hasta la laguna homónima. El otro estadio se da durante los ciclos secos cuando la laguna de Los Chilenos actúa como embalse natural interrumpiendo, temporariamente, la salida de agua a través del arroyo Chasicó, con lo cual disminuye

marcadamente el aporte a la laguna Chasicó, pues sólo recibe la contribución de la cuenca media inferior. **Este proceso de desconexión-integración incide directamente sobre el nivel de la laguna Chasicó y las características físico químicas de sus aguas, como consecuencia de los elevados aportes de agua dulce.**

La extensión de este cuerpo de agua en 1963 era de aproximadamente unas 3100 hectáreas. En la actualidad la superficie ronda en las 10000 hectáreas. Así también, el contenido salino ha variado de 100 g/l en 1960, a 20g/l en la actualidad; como consecuencia de los enormes caudales de agua dulce aportados a la cuenca desde la irrupción del último ciclo húmedo a mediados de 1970.

El pico de inundación en 1983 coincidió con uno de los más fuertes eventos de la corriente de “El Niño” en Argentina. En este año, la villa Chapalcó, desapareció completamente bajo las aguas de la laguna Chasicó (Lara, 2006); ocasionando pérdidas de viviendas particulares y emprendimientos turísticos.

#### **Actividad agrícola-ganadera**

El uso agropecuario es la actividad fundamental. Está diversificado en agricultura de secano y de riego, por gravedad y por bombeo de agua subterránea, destinándose las áreas con mayores limitaciones (litorales y arenales) a un uso pecuario creciente y aun exclusivo (González Uriarte y otro; 1985). En la parte alta de la cuenca la aptitud agrícola del suelo es de un 60%, disminuyendo hacia la cuenca inferior a menos del 30% (G. Cruzate, INTA 1986)

Debido a la existencia de un suelo semi-árido poco propicio para el cultivo, se utilizan fertilizantes nitrogenados (urea) para aumentar el rendimiento; trayendo como principal consecuencia del uso indebido el aumento de nutrientes aportados por el drenaje de la cuenca.

#### **Actividad turístico-recreativa**

Existen en la cuenca dos lagunas que desarrollan funciones turístico-recreativas. Los emprendimientos no son de uso oficial debido a que se encontraban en campos particulares. Estos se hallan en la laguna Chasicó y en la laguna de Los Chilenos. Las actividades de la laguna Chasicó, como se comentó anteriormente, se limitan a la pesca deportiva y a la náutica y están asociadas al turismo regional. La laguna de Los

Chilenos, se encuentra en el partido de Tornquist y está relacionada al circuito turístico de Sierra de la Ventana.

El decrecimiento en el nivel salino, debido a los grandes aportes de agua dulce al sistema, otorgó la posibilidad de abrir nuevos horizontes impulsando en la década de los '90 la pesca deportiva del pejerrey; realizando siembras sucesivas en la mayoría de las lagunas el sudoeste bonaerense.

En la actualidad, la laguna Chasicó por su riqueza ictícola es una de las más importantes de la provincia de Buenos Aires. Todos los años miles de turistas visitan la Villa Chapalcó para practicar la pesca deportiva del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). En el año 2007 se registró la afluencia de 50 mil personas en forma anual<sup>1</sup>.

La necesidad de infraestructura para dar respuesta al miniturismo generado por la pesca deportiva, ha alentado el emplazamiento de hospedajes, comercios y otros (fileteadoras, venta de carnada, alquiler de lanchas, etc.). Dicha infraestructura, provoca también alteraciones sobre el ecosistema lagunar (descargas de nutrientes, desechos, canalizaciones, etc.) y los recursos que alberga; presionando sobre su capacidad de carga.

## **CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL ARROYO CHASICO**

### **CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS**

Según Fiorentino, Carmen E. y Paoloni, Juan D., se advierte que el **tenor salino** es bajo en la cabecera de la cuenca, clasificándose las aguas como de buena calidad. A medida que transitan hacia el desagüe, el contenido de sales solubles totales se va incrementando paulatinamente, tendiendo a triplicarse.

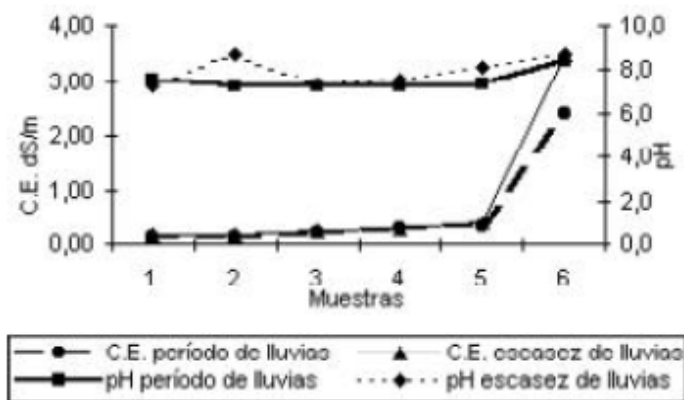
Con respecto a los valores de **PH**, indicativos de la acidez o alcalinidad de las aguas, los valores van de la neutralidad a una baja alcalinidad. El comportamiento de este parámetro, tiene variaciones similares en las dos temporadas estacionales, mostrándose ligeramente superior en el período de precipitaciones frecuentes. Esto

---

<sup>1</sup> Diario La Nueva Provincia, 3 de agosto de 2007.

señala una importante influencia ejercida por las lluvias, dado que el quimismo de la misma, se ve reflejado en las aguas superficiales (Gráfico 1).

Gráfico 1



En cuanto a la **dominancia de iones**, las aguas se clasifican en cabecera como **bicarbonatadas cálcico-magnésicas** para los dos períodos considerados, lo que reafirma lo expresado oportunamente a la importancia del quimismo de las precipitaciones, ya que éstas se caracterizan por la misma dominancia de iones. A medida que se acercan a la desembocadura desaguan como **bicarbonatadas sódicas** principalmente en temporada de lluvias escasas (Bonorino, A., 1989).

Las variaciones hídricas registradas a lo largo de la cuenca son el resultado de los procesos químicos, fundamentalmente de **hidrólisis, disolución, intercambio iónico y procesos de reducción y absorción** en menor escala que se registran como consecuencia de la interacción del agua con la composición mineralógica del loess. Tal es así, que el porcentaje de aumento del sodio se debería a la hidrólisis de las plagioclasas, así como **el exceso de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sería el resultado de la hidrólisis de carbonato cálcico que se halla presente en la tosca.**

Con respecto a **elementos trazas**, tales como **arsénico, boro y flúor**, las concentraciones halladas exceden los límites permitidos para aguas potables, para agricultura bajo riego y para ganadería.

Debe tenerse en cuenta que la zona que abarca esta cuenca hídrica es un área dedicada en su mayoría las actividades agropecuarias y recreativas - turísticas, donde además se hallan localizados centros urbanos dentro de la jurisdicción. De acuerdo al



marco de referencia es fundamental tener en cuenta la ingesta de aguas con arsénico, al ser un elemento de carácter acumulativo, en consecuencia acarrea efectos no deseados debido a su toxicidad.

También con el objetivo de **evaluar el estado general del agua de la laguna Chasicó**, técnicos del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires han realizado desde 1999 hasta el 2007 numerosos estudios limnológicos e ictiológicos; de los cuales sólo se ha podido acceder a los realizados en 2003, 2004, 2006 y 2007. De estos estudios, sólo los correspondientes al año 2003 y 2004 poseen resultados de la medición de parámetros físicoquímicos.

Si bien, la información no es completa, se ha confeccionado el siguiente cuadro que resume los **resultados de la medición de parámetros físicoquímicos en la laguna Chasicó y en la boca del arroyo Chasicó** en los años 2003 y 2004:

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS AGUA LAGUNA CHASICO					
		2003		2004	
Año		Laguna	Boca A°	Laguna	Boca A°
Parámetro	Superficie Actual (has)	8500		8000	
	Transparencia (Secchi m)	1,6	0,8	1,2	
	Profundidad (m)	12	1,8	12	
	Salinidad (g/l)	16,48	15,53	18,9	
	PH	8,64	8,6	8,7	
	Conductividad (ms/cm)	25,2	24,1	27	
	Carbonatos (meq/l)	4,5	4,8	5,9	
	Bicarbonatos (meq/l)	9,9	10,3	12,4	
	Cloruros (meq/l)	244,8	231,3	248,1	
	Sulfatos (meq/l)	17,7	15,9	96,3	
	Sodio (meq/l)	240,5	223	-----	
	Potasio (meq/l)	3	3	-----	
	Calcio (meq/l)	3,2	2,9	5,2	
	Magnesio (meq/l)	40	40	38,1	

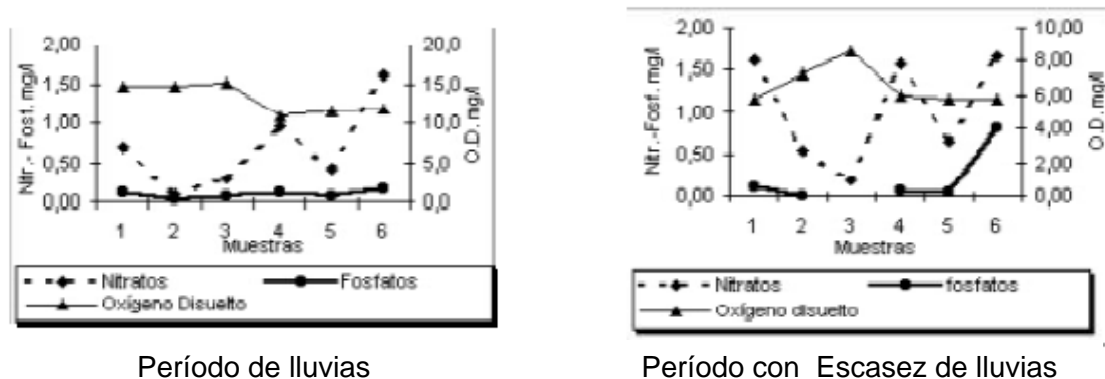
Fuente: Informes Técnicos Subs. De Actividades Pesqueras. Minist. de Asuntos Agrarios Pcia. de Buenos Aires

Según Fiorentino, Carmen E. y Paoloni, Juan D, en cuanto a los poluentes que afectan la calidad de las aguas, hay que señalar la detección de **nitratos y fosfatos** que alteran el proceso de biocenosis<sup>2</sup>. La presencia de estos nutrientes en las aguas

<sup>2</sup> Biocenosis: Término que engloba el conjunto de las comunidades vegetales (fitocenosis), animales (zoocenosis) y de microorganismos (microbiocenosis), que se desarrollan en un biotopo determinado (espacio físico, natural y limitado, en el cual vive una biocenosis). Las especies que constituyen una biocenosis manifiestan diversas formas de interacción, como la competencia (la lucha por el espacio y el alimento), el parasitismo (la explotación alimentaria de un organismo por otro) o la predación (el consumo de una especie por otra). Estas relaciones son complejas, cada organismo desempeña un papel

superficiales hacen disminuir el **contenido de oxígeno disuelto** y, en el período de escasez de precipitaciones, hay una propensión a tener una concentración más alta de nutrientes. En general, los contenidos de nitratos tienden a ser elevados hacia la desembocadura (Gráfico 2)

Gráfico 2



La determinación y cuantificación de elementos traza, así como la de nutrientes en el agua, está señalando el grado de contaminación que presentan las mismas ya sea de tipo natural o antrópica. Si bien las fuentes de contaminación son de diferentes orígenes, en algunos casos se podrían localizar a través de estaciones fijas de monitoreo.

También se obtuvieron datos relacionados con la concentración de nutrientes en la cuenca baja o inferior (arroyo y laguna Chasicó) con estaciones de monitoreo en diferentes puntos de la laguna y aguas arriba de la desembocadura del arroyo Chasicó. Estos datos fueron provistos por especialistas del Dpto. de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional del Sur.

Las muestras extraídas frente a la Villa Chapalcó situada frente a la laguna, arrojan un nivel de fósforo disuelto de 522.5µg/l. Esto indicaría un exceso considerable de nutrientes fosforados en las aguas de la laguna. Estos datos se obtuvieron de los muestreos realizados durante el año 2007. En resumen los resultados aseguran:

- **Alto concentración de PO<sub>4</sub> (fosfato) frente a la Villa Chapalcó.** Es de público conocimiento que los propietarios de lanchas y botes realizan la limpieza de las mismas con detergente concentrado y en su mayoría, arrojan esa agua dentro de la laguna.

---

determinado en la cadena trófica (productores, consumidores, descomponedores), y la alteración de dichas relaciones puede provocar una perturbación en su equilibrio.

- **Alto concentración de Nitrógeno en el arroyo Chasicó** (estación de muestreo 500m aguas arriba del arroyo). Como consecuencia del uso de:
  - fertilizantes nitrogenados (urea) para el cultivo de forrajeras destinadas al pastoreo de ganado de la zona, atribuido a la existencia de un suelo semi-árido poco propicio para el cultivo.

A esto se le suma el aporte de nutrientes que ingresa de forma directa al cuerpo de agua, tales como:

- Líquidos cloacales, que llegan a través de conductos precarios desde las viviendas aledañas a la ribera.
- Materia orgánica en descomposición (residuos de pesca, sedimentos orgánicos, etc.) arrojada por los pescadores desde sus botes o lanchas.

## **CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS**

Se abordará el proceso de eutroficación en la laguna Chasicó, manifestado por el crecimiento desmedido de microalgas que inducen a una variedad de cambios químicos y biológicos que conducen al deterioro de la calidad de agua; afectando la población de pejerreyes y significando un riesgo potencial para el desarrollo económico de la región. Se enfatizará en la aparición reciente de **algas cianófitas o cianobacterias** que alteran las características microbiológicas del cuerpo de agua.

La eutroficación es un proceso natural que está intensificado por influencia antrópica: actividades agrícolas, vertidos sin tratamiento, etc. Esta eutrofiación recibe el nombre de cultural<sup>3</sup>. La **eutrofización cultural o antrópica**, consiste en la fertilización acelerada causada por el enriquecimiento de nutrientes (fundamentalmente nitrógeno y fósforo) provenientes de desechos urbanos, agrícolas e industriales provenientes de fuentes puntuales o de fuentes no puntuales o difusas. Dentro de éstas últimas podemos citar los aportes de fertilizantes provenientes de la cuenca de drenaje superficial.

---

<sup>3</sup>Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). A. Cirelli, 1999.

Sin embargo, el fenómeno de eutrofización no depende sólo de factores externos sino de factores intrínsecos ligados a la trama trófica. Esta consideración está ligada al hecho de que cada ambiente acuático presenta su propio desarrollo de los ciclos biogeoquímicos, o sea su metabolismo y evolución.<sup>4</sup>

Se ha llegado al conocimiento, según estudios previos en el tema, que las lagunas pampásicas poseen naturaleza eutrófica. La laguna Chasicó no es la excepción. Estudios realizados recientemente, indican que esta eutrofia natural se ha intensificado, debido al aporte de nutrientes proveniente de las actividades antrópicas (agropecuarias y turísticas) que se desarrollan en la zona que involucra a la cuenca hídrica del arroyo Chasicó; en cuya desembocadura forma la laguna homónima.

Las lagunas y lagos según los niveles de fósforo disuelto ( $PO_4$ ) en sus aguas, pueden clasificarse en: Oligoeutróficas, Eutróficas e Hipereutróficas. Esta clasificación, define como hipereutróficas aquellas lagunas que contienen niveles de fósforo disuelto mayores a  $100\mu g/l$ . Las aguas de la laguna Chasicó, según el monitoreo realizado en el 2007, arrojan un nivel de fósforo disuelto de  **$522.5\mu g/l$** , constituyéndose en una laguna hipereutrófica.

Los cuerpos de agua en donde el nutriente limitante para el crecimiento algal es el nitrógeno y no es el fósforo, en razón de que reciben un gran aporte del mismo, encuentran favorecida la proliferación de las cianofíceas, que son algas que puede aprovechar el nitrógeno gaseoso proveniente de la atmósfera.

En la laguna Chasicó, se ha considerado el fósforo como el factor más limitante para el crecimiento de algas, por eso el fósforo disuelto o fosfato ( $PO_4$ ) es tomado como parámetro de referencia al momento de realizar el análisis de las muestras.

### **Proceso de Eutrofización**

En forma general se puede definir como un abastecimiento excesivo de los nutrientes nitrógeno y fósforo a los cuerpos de agua, con el consecuente crecimiento acelerado de microalgas y otras plantas verdes que por lo general recubren la superficie del agua e impiden el paso de luz solar a las capas inferiores (Doménech, 1995; EPA, 1995).

---

<sup>4</sup> Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). A. Cirelli, 1999.

Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén repletas de nutrientes, porque esto beneficia a los seres vivos. El problema está en que si hay exceso de nutrientes, crecen en abundancia las plantas y otros organismos. El proceso de putrefacción (degradación de la materia orgánica) consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos.

Para medir los niveles de oxígeno presentes en el agua, se utiliza un valor denominado demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Se suele expresar en mg (o ml) de oxígeno consumido (por los microorganismos que degradan la materia orgánica) por litro durante 5 días a una temperatura definida, generalmente de 20 grados Celsius. La pregunta ahora sería ¿qué relación tiene la presencia de nutrientes en el agua con la DBO?

Debido a que la actividad metabólica de los organismos y el consumo de oxígeno son función de la temperatura, el agotamiento de oxígeno es más rápido en aquellas estaciones del año donde la temperatura es más elevada (Ecología, Ramón Margalef). Es por esto, que durante la primavera y el verano al producirse mayor radiación solar, se acelera el proceso de fotosíntesis de las algas. Además, el alto contenido de nutrientes como P y N, provoca un crecimiento exponencial. Esta proliferación de algas se ve acompañada por el crecimiento del plancton, ya que estos microorganismos se alimentan de ellas.

Este fenómeno se acentúa durante las noches, donde al no existir fotosíntesis las algas no producen oxígeno y el cuerpo de agua disminuye la capacidad de retenerlo debido a las altas temperaturas. Así, los cuerpos de agua comienzan a entrar en un estado de hipoxia (falta de oxígeno). Esta hipoxia, puede provocar mortandad de peces y el crecimiento de un tipo de algas denominadas cianobacterias, algunas de ellas tóxicas tanto para los peces como para los seres humanos.

### **Cianobacterias en la laguna Chasicó**

Las cianofíceas también llamadas **cianobacterias o algas verde-azules**, son aquellas que generalmente forman colonias globosas o filamentosas y donde muchas tienen vesículas de gas que les permite flotar, pueden generar floraciones visibles por la formación de densas pátinas verdes.

Es importante destacar, que alrededor de veinte géneros (tipos) de cianofíceas pueden generar toxinas y ser responsables de episodios de envenenamiento entre las cuales la más común es la mortandad masiva de peces. Las toxinas tienen toxicidad intermedia entre las del veneno de cobra y algunas especies producen **neurotoxinas**, otras **hepatotoxinas** y otras ambas. De manera que la presencia de estas algas constituye un peligro potencial para la salud humana, para el ganado, la acuicultura o la vida silvestre en general.

Según una publicación presentada por Germán Kopprio, Hugo Freije,, Rubén Lara y otros especialistas en octubre del 2008 en el Simposio organizado por el Estuarine and Coastal Sciences Association (ECSA 44) y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO) realizado en la ciudad de Bahía Blanca; debe atribuirse a las cianobacterias tales como *Nodularia spp.* and *Oscillatoria sp.* la responsabilidad por la mortandad de peces en la laguna Chasicó.



La cianobacteria *Oscillatoria*, es un género de alga azul que genera una hepatotoxina, llamada Microcistina. La *Nodularia spumigena* fue la primera cianobacteria conocida por sus efectos mortales sobre los animales (Francis, 1878). La toxina nodularina producida por *Nodularia spumigena*, es un pentapéptido cíclico que actúa como una hepatotoxina, ya que produce hemorragias masivas en el hígado de mamíferos, rompe la estructura del hígado y tiene ciertos efectos sobre los riñones (Eriksonn y otros, 1988; Sandström y otros, 1990). La inhibición de fosfatos proteínicos de serina-teonina representa el mecanismo de acción de la nodularina (Fujiki y otros, 1996).

En el siglo XIX, se registraron varios brotes tóxicos y acumulaciones de *Nodularia spumigena*. La bibliografía existente trata sobre brotes de *N. spumigena* asociados con

el envenenamiento de patos (Kalbe y Tiess, 1964), perros (Edler y otros, 1985; Nehring, 1993), vacas (Gussmann y otros, 1985) y ovejas (Main y otros, 1977). Hasta la fecha, no se han reportado envenenamientos de seres humanos por *Nodularia spumigena*; sin embargo, los seres humanos pueden ser tan susceptibles a las toxinas como el resto de mamíferos.

## CONCLUSIONES

Como se nombró anteriormente, el arroyo Chasicó, es el curso de agua más importante de esta cuenca hídrica. Con respecto a **elementos trazas**, tales como **arsénico, boro y flúor**, las concentraciones halladas exceden los límites permitidos para aguas potables, para agricultura bajo riego y para ganadería.

Con respecto a la categorización del recurso hídrico superficial para su aprovechamiento agrícola-ganadero; la calidad del agua para riego, en función de la conductividad eléctrica (tenor salino), no presenta inconvenientes para su utilización, especialmente en la cabecera y subcuenca media. Pero debido a la presencia de flúor, boro y arsénico (elementos trazas), su empleo sufre limitaciones en aquellos cultivos sensibles. Esto generalmente se da en el curso inferior de los ríos y arroyos donde las concentraciones aumentan considerablemente (Florentino C., 1999).

En cuanto a los poluentes que afectan la calidad de las aguas, hay que señalar la detección de **nitratos y fosfatos** que alteran el proceso de biocenosis. La presencia de estos nutrientes en las aguas superficiales hacen disminuir el contenido de **oxígeno disuelto** y, en el período de escasez de precipitaciones, hay una propensión a tener una concentración más alta de nutrientes. En general, los contenidos de **nitratos** tienden a ser elevados hacia la desembocadura.

La determinación y cuantificación de elementos traza, así como la de nutrientes en el agua, está señalando el grado de contaminación que presentan las mismas ya sea de tipo natural o antrópica. Si bien las fuentes de contaminación son de diferentes orígenes, en algunos casos se podrían localizar a través de estaciones fijas de monitoreo. La presencia de estos nutrientes en las aguas superficiales hacen disminuir el **contenido de oxígeno disuelto** y, en el período de escasez de precipitaciones, hay una propensión a tener una concentración más alta de nutrientes. En general, los contenidos de nitratos tienden a ser elevados hacia la desembocadura.

En lo que respecta a la calidad microbiológica del agua de la laguna Chasicó (receptora final de la cuenca), estudios recientes permitieron detectar floraciones de algas cianófitas o cianobacterias; que evidencian un proceso de eutrofización natural que se ve intensificado por la actividad antrópica. Algunas de estas cepas de cianobacterias encontradas son tóxicas y por lo tanto pueden provocar la muerte de peces.

La laguna Chasicó es, por su recurso pesquero, una de las lagunas más importantes del la Provincia de Buenos Aires y en ella se practica la pesca deportiva del pejerrey, especie emblemática de la zona asociada al desarrollo regional. Esta actividad dio origen a numerosos emprendimientos que surgieron ante la gran afluencia de turistas.

Si bien el pejerrey es una especie que se adapta a los distintos parámetros de salinidad, que varían según las condiciones climáticas de la región, puede verse potencialmente afectado por el crecimiento de algas cianófitas; como consecuencia del aporte excesivo de nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) provenientes de las actividades agropecuarias y urbanas que se desarrollan en las poblaciones incorporadas en toda la cuenca hídrica.

La contaminación general de los recursos debe analizarse desde el punto de vista de sus causas y de sus consecuencias, ya que termina siendo un problema que presenta derivaciones sociales y económicas. Una manera de atacar el problema es el manejo integrado de los recursos hídricos y la gestión participativa a nivel de cuencas como posibles vías de solución.

Es el enfoque integrado el que garantiza que todos los distintos componentes técnicos, científicos, institucionales, sociales, económicos puedan cerrar y converger sinérgicamente a un resultado positivo. Si no se cambian los sistemas productivos o las tecnologías que se están empleando seguirá existiendo la misma carga de fósforo, de nitrógeno y de sedimentos. Los centros científicos no toman decisiones pero facilitan la tarea de los tomadores de decisión con los resultados de sus investigaciones, y ese intercambio genera nuevas investigaciones<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). A. Cirelli, 1999.



## BIBLIOGRAFIA

-Bonorino, A; Ruggiero, E. y Mariño, E. Caracterización Hidrogeológica de la Cuenca del Arroyo Chasicó. Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) (La Plata). Informe n° 44 (1989).

-Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. CYTED. CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO. Alicia Fernández Cirelli. 1999

-Evaluación y Riesgo de Contaminación de los Recursos Hídricos Superficiales en las Vertientes del Sistema de Ventania. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias. Florentino, Carmen. Dpto. Agronomía UNS. Bahía Blanca (1999).

-Relación Sociedad-Naturaleza en Ecosistemas de Clima Templado Semiarido. Caso: Laguna Chasicó. Provincia de Buenos Aires. Tesis de Magíster en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (GADU). Universidad Nacional de Mar del Plata. Zinger, Susana (2000).

-Climate change, sea-level rise and the dynamics of South American Coastal wetlands: case studies and the global frame. Lara, Rubén. Simposio Fundación Humboldt. Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Argentinien: Begrenzung und Zuversicht Arbeits- und Diskussionspapier 5/2006. Buenos Aires.

-Evaluación Hidrológica de la Laguna Chasicó como base para una adecuada Gestión en la Explotación del Recurso. Florentino, Carmen y Paoloni, Juan.

-EFFECTS OF CLIMATE CHANGE AND EUTROPHICATION ON THE NATURAL RESERVE LAGUNA CHASICÓ, A COASTAL BRACKISH LAKE OF ARGENTINA. Germán Kopprío, Hugo Freije, Mónica Hoffmeyer, Cecilia Popovich, Carlos Strussmann, Rubén Lara. Simposio del Estuarine and Coastal Sciences Association (ECSA) Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). Bahía Blanca (2008)

-Fundamentos Biológicos, Económicos y Sociales para una correcta Gestión del Recurso Pejerrey. Editado por Grosman, Fabián. Autores Varios (1999).

-Conflictos y Política de Gestión del Agua. Gobernanza Territorial y Desarrollo en torno a la Crisis del Recurso (GEIA-FRBB / UNS). Director: Dr. Roberto Bustos Cara (UNS). Co-director: Mg. Ing. Aloma Sartor. Investigador: Ing. Horacio Campaña. Integrantes: Mg. Ing. Olga Cifuentes, Mg. Ing. Carlos Frank, Dr. Sergio Zalba, Dr. Ariel Egidi, Ing. Mariana González, Lic. Claudina Di Martino, Lic. Rossana Epulef y Lic. Noelia Torres. Vigencia: 01/01/08 – 31/12/2010.

-González Uriarte et all. (1996). "Riego del norte y centro este del Partido de Villarino y posibilidad de refuerzo del abastecimiento de agua potable a localidades de la zona y a la ciudad de Bahía Blanca y Gran Bahía Blanca". Convenio de Cooperación Municipalidad de Villarino (Pcia. de Buenos Aires), Fundación de la Universidad Nacional del Sur. Ed. UNS.

-MOP-UNS-CIC (1990) "Plan integral de Abastecimiento de Agua a Bahía Blanca y Gran Bahía Blanca". 8 Volúmenes. Ed. MOPBA. Argentina.

-<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/ecologia.html>

-[www.cepis.ops-oms.org/comun/gestcont/capi6.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/comun/gestcont/capi6.pdf). Algas y cianobacterias en aguas costeras y estuariales.

