

## **CUENCA DEL RÍO BLANCO: CONTAMINACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

**Zuluaga, J.** <sup>(1-2)</sup>; **Bermejillo, A.** <sup>(1)</sup>; **Drovandi, A.** <sup>(1-2)</sup>; **Filippini, M.** <sup>(1)</sup>; **Cónsoli, D.** <sup>(1)</sup>; **Valdés, A.** <sup>(1)</sup>; **Morsucci, A.** <sup>(2)</sup>; **Verdú, M.** <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Fac. C. Agrarias, U.N. de Cuyo; Alte. Brown 500 Chacras de Coria. Mendoza - Tel. +54-261-4135010 – <sup>(2)</sup> INA-CRA; Belgrano 210 Oeste (5500) Mendoza - Tel. +54-261-4286998/4960004 – [jzuluaga@ciudad.com.ar](mailto:jzuluaga@ciudad.com.ar)

### **Resumen Técnico**

La cuenca del Río Blanco prácticamente no ha sido estudiada en función de la problemática de la contaminación del recurso hídrico. El abastecimiento de agua potable a la ciudad de Mendoza, en parte proviene de este río. Con ese fin, en la zona de Potrerillos se construyeron obras de toma y una planta de tratamiento para potabilizar el agua que se envía por un acueducto a la ciudad. Cuando se construyeron las mismas, la población establecida en la zona de Potrerillos era muy escasa, pero actualmente esta situación ha cambiado y la actividad humana genera una cantidad creciente de residuos sólidos y líquidos contaminantes. Las urbanizaciones de montaña ubicadas aguas arriba del embalse Potrerillos se abastecen de vertientes y cursos superficiales de esta cuenca.

Los objetivos de este trabajo fueron relevar las fuentes de contaminación del recurso hídrico; analizar la actual gestión en la cuenca y proponer futuras acciones para mejorar el manejo del agua. Para ello, se realizó una recopilación de antecedentes de la infraestructura de las principales villas turísticas y se identificaron las fuentes de vertidos contaminantes sobre la cuenca. Se seleccionaron estratégicamente y georreferenciaron 8 puntos de muestreo: Alto Las Vegas, El Salto, Vallecitos, Río Blanco, Alto Manatí, Las Mulas, Río Mendoza y Embalse Potrerillos. En ellos, periódicamente, desde el 2005 hasta la actualidad, se determinaron parámetros físicos-químicos como pH, CEA, cationes, aniones, RAS, oxígeno disuelto,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ , metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn) y parámetros microbiológicos: bacterias aeróbicas mesófilas, coliformes totales y coliformes fecales.

De los análisis anteriores se desprende que son aguas de salinidad baja (Riverside) o escasamente salina (Wainstein), salvo en los puntos Embalse Potrerillos y Río Mendoza donde son de salinidad moderada o levemente salina. El problema que se destaca es la presencia en arroyos, de bacterias coliformes, que si bien no afectan la calidad del agua para riego, constituyen un potencial problema para la salud humana. Los contenidos de bacterias coliformes totales sobrepasaron en su mayoría el valor límite dado por el CCA para agua potable. Las bacterias coliformes fecales sobrepasaron en todos los muestreos el límite fijado por para agua potable, superando incluso en algunos puntos el valor límite para poder regar cultivos de categoría A. Los valores altos de coliformes totales y fecales se deben probablemente a los desagües domiciliarios y a la deposición de animales cerca del punto de muestreo.

**Palabras claves:** contaminación – agua – Río Blanco - Mendoza

## INTRODUCCIÓN

El Río Blanco abastece en parte la necesidad de agua potable de la ciudad de Mendoza. Con ese fin, en la zona de Potrerillos, se construyeron obras de toma y una planta de tratamiento para potabilizar el agua, que se envía por un acueducto a la ciudad. Cuando se construyeron esos aprovechamientos, la población establecida en la zona de Potrerillos era muy escasa. El consumo de agua y los desechos aquí producidos no eran de mucha relevancia, como tampoco lo era el impacto generado sobre el medio ambiente.

Esta situación ha cambiado en las dos últimas décadas, se han incrementado significativamente los barrios con población estable, como así también las casas de fin de semana respondiendo a una creciente actividad turística. Todas estas viviendas se abastecen de agua a partir de vertientes y cursos superficiales pertenecientes a la cuenca del río Blanco. Asimismo la actividad humana que se desarrolla genera una cantidad creciente de residuos sólidos y líquidos contaminantes. Como consecuencia de ello y debido a las modificaciones que se han producido sobre la geomorfología y el paisaje de la cuenca del río Blanco, se presume que se estarían induciendo modificaciones negativas en los aspectos cuantitativos y cualitativos del recurso hídrico disponible en las obras de toma.

En esta zona, a partir de la construcción del dique Potrerillos, se presume que el mismo influirá significativamente en el proceso de desarrollo de la zona, incrementándose los loteos para la construcción de casas de fin de semana y desarrollo de camping. Previendo que esta corriente poblacional, hacia la cuenca del río Blanco continuará manifestándose en los próximos años, se torna imprescindible estudiar los impactos que se han venido produciendo sobre el ambiente y diagnosticar el impacto futuro bajo distintas hipótesis de desarrollo. Para estos estudios se debe tener en cuenta, fundamentalmente, que el uso consuntivo de mayores volúmenes de agua en esta zona compromete la dotación actual a la ciudad de Mendoza y su calidad.

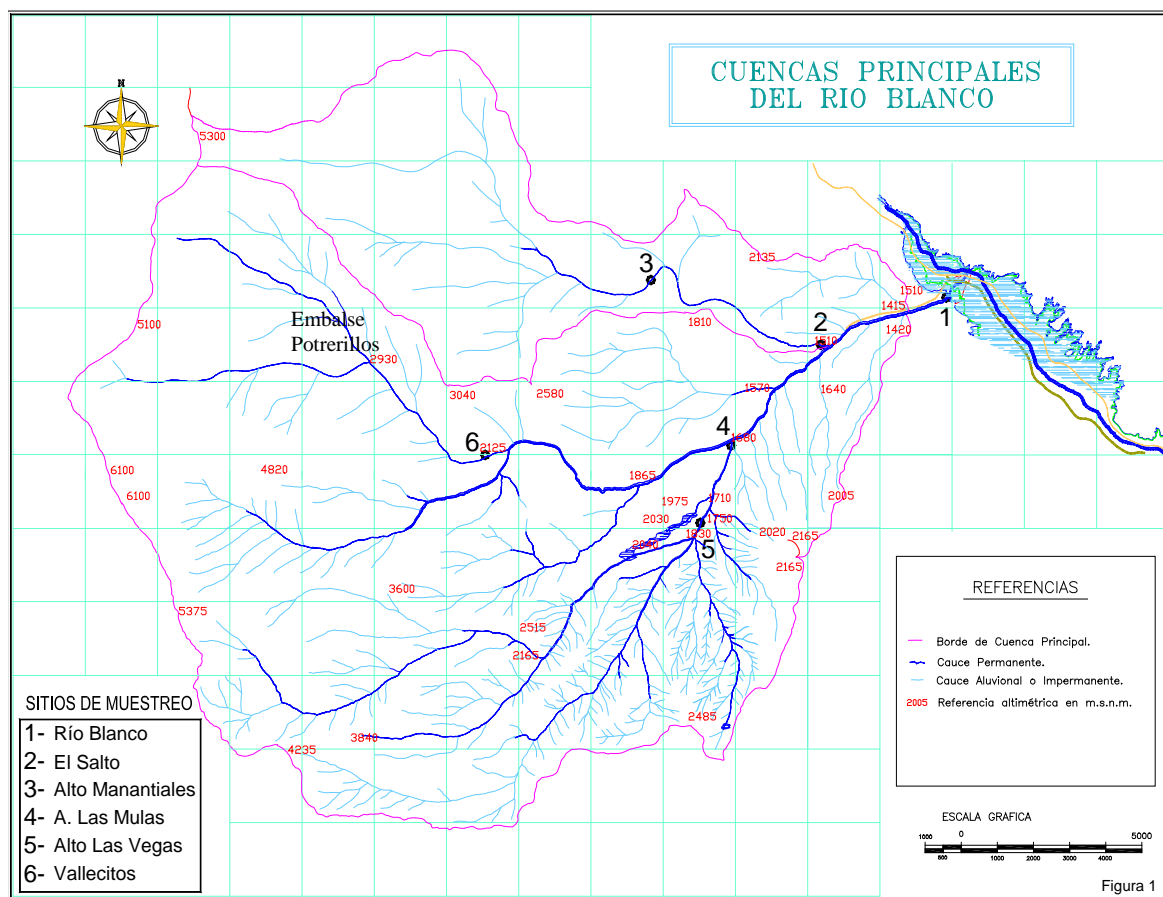
Se estima una fuerte contaminación a las napas freáticas hacia el futuro debido a la falta de servicios de saneamiento, como por ejemplo la falta de cloacas y planta de tratamiento de efluentes. Las aguas servidas se tratan en pozos sépticos que incorporan sus residuos a las napas freáticas, y la importante pendiente de la zona hace que esta contaminación llegue al embalse, disminuyendo su calidad.

La subsistencia de los pobladores de la villa, es a partir del comercio destinado a productos de los rubros panadería, minimarket o almacenes pequeños. Parte de las necesidades son cubiertas por vendedores ambulantes que suben desde Mendoza. Se observa una fuerte inclinación a la función turística, destacándose un acelerado proceso de cambio, advirtiendo un crecimiento explosivo de la actividad de la construcción destinado al hospedaje temporario, además se observa una fuerte demanda de tierras. Todo esto está motivado por las características del lugar y principalmente por la cercanía al dique Potrerillos.

Los principales objetivos planteados para el desarrollo de la presente investigación fueron los de (i) relevar las fuentes de contaminación del recurso hídrico en la cuenca del río Blanco; (ii) analizar la actual gestión en la cuenca; y (iii) proponer futuras acciones para mejorar el manejo del agua en dicha zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

De la extensa red del sistema del río Blanco se seleccionaron 6 sitios de muestreo, correspondientes al río y a sus principales afluentes: Alto Las Vegas, Vallecitos, río Las Mulas, Alto Manantiales y río Blanco. Y desde el año 2008 se incorporaron los puntos de Río Mendoza y Embalse Potrerillos. En la Figura 1 se aprecian los puntos de muestreo.



**Figura 1. Puntos de muestreo**

In situ se realizaron las siguientes determinaciones:

- **Conductividad Eléctrica (C.E.A.)** con conductivímetro portátil marca Eijkelkamp
- **pH:** con pH-metro portátil marca Eijkelkamp
- **Temperatura:** con termómetro analítico
- **Oxígeno Disuelto (O.D.)**

En el laboratorio se determinó:

- **Salinidad y peligrosidad sódica:** se valoró la concentración de los siguientes iones: Sodio (Na) y Potasio (K) por fotometría de llama; Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), por complexometría con EDTA; Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y Bicarbonatos ( $\text{HCO}_2^-$ ), mediante volumetría ácido-base; Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), con método volumétrico de Mohr. Además se calculó el RAS (Relación de absorción de sodio)
- **Fosfatos:** por el método colorimétrico del ácido salicílico (APHA, AWWA, WPCF, 1992), en espectrofotómetro HACH DR/2010, con kit correspondiente. Los resultados se expresaron como  $\text{mg PO}_4^{-3} / \text{dm}^3$ .

- **Nitratos:** se determinó por el método por reducción con cadmio, empleando kits del laboratorio HACH. Las lecturas se realizaron en espectrofotómetro de la misma empresa y se expresaron en  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .
- **Bacterias aerobias mesófilas:** recuento en ágar por Standar Methods 9215.B (APHA, AWWA, WPCF, 1992).
- **Bacterias coliformes totales:** técnica del NMP (APHA, AWWA, WPCF, 1992)
- **Bacterias coliformes fecales:** técnica del NMP (APHA, AWWA, WPCF, 1992)
- **Metales pesados:** por espectrofotometría de Absorción Atómica (APHA, AWWA, WPCF, 1992), sobre las muestras previamente sometidas a digestión ácida, con Espectrofotómetro de Absorción Atómica, para determinación de cobre, cinc, plomo y cadmio. Se utilizaron estándares certificados

## RESULTADOS

A modo de ejemplo, a continuación se presentan los resultados encontrados en algunas de las variables estudiadas (figuras 2 a 9).

**Fig. 2:**  
Variación de la  
CEA en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 3:**  
Variación del  
RAS en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 4:**  
Variación de los  
contenidos de  
PO4-3 en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 5:**  
Variación de las  
Bacterias  
Aeróbicas  
Mesófilas en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 6:**  
Variación de las  
Bacterias  
Coliformes  
totales en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 7:**  
Variación de las  
Bacterias  
Coliformes  
fecales en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 8:**  
Variación de los  
contenidos de  
Cadmio en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

**Fig. 9:**  
Variación de los  
contenidos de  
Zinc en los  
diferentes puntos  
de muestreo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos obtenidos hasta el presente en los distintos sitios de muestreo y a lo largo de los ciclos agrícolas, se destacan las siguientes conclusiones.

Respecto al pH, no se observaron diferencias significativas entre los distintos muestreos realizados. Los valores se encuentran comprendidos entre 6.69 y 8.47 y corresponden a tenores normales para la cuenca del río Mendoza. No se encontraron valores inferiores a 6, los que indicarían vertidos contaminantes. Además se observó, que en todos los casos los valores fueron inferiores a 8,5 que es el valor máximo admisible para el desarrollo de vida acuática (Tyller Miller, 1994)

En cuanto a los valores de conductividad eléctrica actual (C.E.A.) se puede apreciar que los valores en las muestras oscilaron entre 104 y 649  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Las muestras extraídas de las nacientes de los arroyos, en los sitios de Alto las Vegas y Alto Manantiales nunca superaron los 210  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , lo cual significa que su salinidad es baja según la Clasificación de Riverside o escasamente salina según Wainstein (Avellaneda et al,2004). Los restantes análisis nunca superan el valor de 649, lo que determina que su salinidad es moderada o levemente salina lo que las hace adecuadas para el riego de todos los cultivos, aún para los sensibles debido a la buena permeabilidad de los suelos de esta zona. No se aprecian grandes variaciones anuales aunque el mayor tenor de salinidad se da en el mes de junio cuando los caudales son muy escasos y el Arroyo El Salto es el que más alta salinidad media posee. Se nota claramente como la carga salina aumenta desde las nacientes de los arroyos hasta llegar al río Blanco en su desembocadura en el embalse de Potrerillos

Los valores de peligrosidad sódica (RAS) variaron entre 0,11 y 1,24 presentando los más altos valores el Arroyo el Salto; sin superar en ningún caso el valor 2, que responde al límite superior de la categoría S1 de Riverside correspondiente a Baja Peligrosidad Sódica. De allí que estas aguas pueden usarse para el riego en casi todos los suelos, sin peligro que el nivel de Sodio intercambiable suba demasiado.

Los valores de oxígeno disuelto se presentan como adecuados, y en varias oportunidades han superado los 9 mg/L; según Tyller Miller un agua a 20°C es de buena calidad cuando presenta tenores de oxígeno superiores a 9,2 mg/dm<sup>3</sup> mientras que estaría seriamente contaminada si posee valores de oxígeno disuelto inferiores a 4 mg/dm<sup>3</sup>.

Los valores de fosfatos generalmente están por debajo del límite máximo tolerable (0,70 mg.L<sup>-1</sup>) de la Resolución N° 778 del Departamento General de Irrigación, lo cual se explica debido a que no hay establecimientos agroindustriales que vuelquen a los cauces sustancias del tipo detergente, que en este caso sólo pueden provenir de desagües domiciliarios. Las muestras que superan levemente este límite son principalmente las del río Blanco para el invierno de 2007.

Los valores encontrados para nitratos están muy por debajo del límite máximo tolerable (45 mg.L<sup>-1</sup>) de la Res. N° 778 del Dpto. General de Irrigación.

En cuanto a la situación microbiológica, los valores de bacterias aeróbicas mesófilas permiten apreciar que muy frecuentemente las muestras sobrepasan el valor límite dado por el Código Alimentario Argentino (C.A.A. 1998) para agua potable (500 U.F.C/cm<sup>3</sup>).

La única excepción sería el caso de Vallecitos, donde solo en algunas oportunidades se sobrepasa el valor. Los ríos Blanco y Las Mulas son los que más carga contaminante poseen. Si bien esta agua es distribuida por el Departamento General de Irrigación para riego, en la práctica se la usa para el abastecimiento de viviendas empleándola para el aseo personal, el lavado de alimentos y en algunos casos para beber.

Los contenidos de bacterias coliformes totales muestra que en casi todos los muestreos se sobrepasa el valor límite dado por el CCA, para agua potable ( $NMP = 2$  bacterias/100  $cm^3$ ). La mayor contaminación ocurre en los meses primaverales y cabe aclarar que dentro de este grupo de bacterias se incluyen géneros propios del suelo.

La totalidad de los resultados de bacterias coliformes fecales sobrepasa el límite fijado por el CCA, para agua potable (ausencia en 100  $cm^3$ ). Las bacterias coliformes fecales muy esporádicamente pueden causar enfermedades, y se encuentran siempre presentes en las heces, su aparición en agua indica una descarga de materia fecal a la misma, y su presencia supone que junto a ellas pueden encontrarse microorganismos patógenos (Stocker, 1981). El agua de riego puede eventualmente usarse para consumo humano (sin tratamiento previo) por los obreros rurales y por asentamientos inestables a la orilla del río, lo que señala el peligro potencial del curso de agua como transmisor de enfermedades de origen fecal (hepatitis A, cólera, fiebre tifoidea). De igual forma, al regar con agua contaminada cultivos como lechugas, espinacas, etc, que frecuentemente se consumen crudas, pueden transmitirse estas enfermedades si las hojas no son convenientemente lavadas.

Los altos valores hallados, tanto de coliformes totales, como de coliformes fecales se deben probablemente a los desagües domiciliarios y a la deposición de animales cerca del punto de muestreo. Coincidiendo los mismos con los meses fríos, en los que el ganado desciende de la montaña a los valles (invernada), aumentando de esta forma la contaminación fecal del río al producirse la fusión en primavera y verano. En noviembre de 2007 en el Alto Las Vegas y Vallecitos se sobrepasó el valor límite de agua de riego, que es de 1000 coliformes fecales/mL para cultivos categoría A- vegetales que comúnmente se consumen crudos, frutales regados por aspersión, pasturas, campos de deportes, parques públicos- (EPAS, Resolución 35/96).

Al analizar los resultados de metales pesados, se destaca que los contenidos de cobre en ningún caso superaron el valor máximo tolerable para aguas de riego (EPAS, 1995) de 0,2  $mg.L^{-1}$ . Respecto a los contenidos de zinc, se destaca que sólo en los muestreos efectuados en Vallecitos y en el río Blanco superaron el valor máximo tolerable para aguas de riego (EPAS, 1995) de 0,2  $mg.L^{-1}$ . El plomo en ningún caso superó el valor máximo tolerable para aguas de riego (EPAS, 1995) de 5  $mg.L^{-1}$ . El cadmio es el metal que presenta mayor problemática, ya que en casi todos los muestreos efectuados (excepto los de Nov y Dic 2007) superó el valor máximo tolerable para aguas de riego de 0,01  $mg.L^{-1}$ .

Como síntesis a lo largo del año y en todos los puntos de muestreo, para los cuatro metales pesados analizados (cromo, plomo, cadmio y cinc), sólo se detectaron en todos los sitios valores levemente superiores a los establecidos para agua para riego (EPAS, 1996) para el caso de cadmio, mientras que en el caso de cinc se superó el límite sólo en Vallecitos y en el río Blanco.

Como conclusiones del presente trabajo se puede afirmar que una visión integral de los resultados obtenidos respecto del contenido de sales totales y la peligrosidad sódica de las



aguas permiten calificar a las aguas del río Blanco como levemente salinas y de escasa peligrosidad sódica, por lo que son aptas para el riego de todo tipo de cultivos y de suelos. Si se analiza el pH y el contenido de oxígeno disuelto puede afirmarse que, aún en las condiciones más desfavorables, la concentración de este elemento, no sólo no impide la vida acuática sino que contribuye a la autodepuración de la materia orgánica presente en el agua de riego.

Desde el punto de vista de los parámetros microbiológicos el agua del río Blanco es apta para el riego de cultivos de hoja que se consumen crudos, así como para frutales regados por aspersión y pasturas en general (estos cultivos se denominan “tipo A” en las directrices sobre calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura para riego restringido (ACRE)). Esta afirmación se basa en que 95% de las muestras analizadas estuvo por debajo de las mil coliformes fecales por centímetro cúbico (1000 coliformes fecales/cm<sup>3</sup>) con excepción del muestreo de noviembre de 2007 en Alto las Vegas y Vallecitos. Sin embargo, resulta importante resaltar que la misma agua de riego no es apta para uso doméstico, bebida de animales ni recreación, ya que no cumple con las normas del CCA.

Por último, el análisis de metales pesados, se puede concluir que dichos componentes no representan riesgo alguno para la salud de la población de usuarios del agua. Los valores encontrados estuvieron generalmente por debajo de los límites permitidos para agua de riego a excepción de cadmio y cinc que superaron levemente los máximos. No obstante, se recomienda una necesaria prudencia en la interpretación de los resultados, atendiendo a una posible presencia, en el agua de riego, de otros componentes distintos a los aquí analizados cuya peligrosidad no ha podido ser evaluada. En general la carga contaminante aumenta desde las nacientes hasta llegar a la desembocadura del río Blanco en el embalse de Potrerillos y el efluente más contaminado es el río las Mulas.

La actividad antropogénica es la principal causa de contaminación del sistema por lo que una eficiente policía del agua que haga cumplir toda la reglamentación destinada al vuelco de efluentes de particulares, y una oportuna planificación del mantenimiento, adecuación y construcción de plantas de tratamiento de efluentes, evitará que los arroyos se transformen en colectores de aguas contaminadas. Se logrará así, impedir numerosos procesos degradativos que no sólo contaminan la cuenca de este río, sino que harán peligrar la calidad del agua almacenada en el embalse Potrerillos.

Un resultado alentador, es que el embalse Potrerillos no presenta una carga importante de bacterias coliformes. Para conservar esta situación, demandaría por parte de las autoridades la implementación de medidas sencillas, de bajo costo, para disminuir la contaminación aguas arriba del río Blanco.

Como estrategia de defensa de la calidad del agua a corto plazo, se recomienda tratar de limitar el acceso de ganado a los cauces en los sectores altos de la cuenca, con el fin de disminuir la carga microbiana que ingresa al sistema. También se considera muy importante completar las obras de potabilización, que permitan a disponer de agua apta para consumo humano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M. R. y M. O. Moss.**(1997). *Microbiología de los alimentos*. España.
- Andreoli, C.** (1993). *Influencia de la agricultura en la calidad del agua*. En: Prevención de la Contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales consulta de expertos. FAO. Chile.
- APHA - AWWA - WPCF.** (1992). *Métodos Normalizados para el Análisis de aguas potables y residuales*; Ediciones Díaz de Santos, S.A.; 17 Ed.
- Association of Official Analytical Chemists.** 1995. *Official methods of analysis- waters and salts*.
- Avellaneda M.; Bermejillo A., Mastrantonio L.** (2004) *Aguas de Riego*. Ediunc. Mendoza
- Burgeois, C.M. et al** (1994). *Microbiología alimentaria*. España.
- Burt, J.** (1993). “*Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines*. En: Prevención de la Contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales de la consulta de expertos organizada por la FAO. Chile.
- Centro de Estrategias Territoriales para MERCOSUR (CETEM), Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo y Municipalidad de Luján de Cuyo** (2003) *Plan estratégico de acción para la gestión integrada y el desarrollo sostenible de Luján de Cuyo*
- Chambouleyron, J. et al.** 2002. *Conflictos Ambientales en Tierras Regadías*. Informe final FONCYT, INA y U.N.Cuyo. Mendoza 2002..
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO.** 1998. Ediciones Marzochi. Argentina.
- DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION** (1996). *Resolución N° 778. Reglamento general para el control de contaminación hídrica*. Mendoza.
- Drovandi, A., et al** (1997). “*The changing water quality from storage reservoir to the irrigated field, Tunuyán system, Argentina*” .Anales International Seminar: research program on irrigation performance (RPIP).Mendoza.
- EPA,** Method 608, 1979. *Organochlorine pesticides and PCB's*. Federal register. Vol. 44,N° 233.
- EPA,** Method 8141A, 1994. *Organophosphors compounds by gas chromatography: capillary column technique*. <http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf>
- Gerhard Rheinheimer.** (1987) *Microbiología de las aguas* . España.
- Kotlik, L.** (1998). *Normas de agua para vertidos y calidad guía en los cuerpos hídricos superficiales-Provincia de Mendoza*. En: “Programa Desarrollo Institucional Ambiental”. Inédito. Argentina.
- Lamb, J.C.** (1985). “*Water Quality and its Control*”. En: “*Lecture notes on Water Quality*”. IHE Delft, The Nedtherlands.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y OBRAS PÚBLICAS.** (1997). *Informe ambiental*. Gobierno de Mendoza.
- Peña Torrealba, H.** (1993). “*Caracterización de la calidad de las aguas naturales y contaminación agrícola en Chile*”. En: Prevención de la Contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales de la consulta de expertos organizada por la FAO. Chile.
- Stoker, H., S. Seager.** (1981). *Química ambiental. Contaminación del aire y del agua*. Ed. Blume. Barcelona, España.
- Tyler Miller, G.** (1994). *Ecología y Medio Ambiente*. Ed. Iberoamericana. México.
- Zuluaga, J. et al** (2005) “*Monitoreo de los contaminantes del agua en la tercera zona de riego del río Mendoza, con el nuevo escenario de operación del embalse Potrerillos*” 2005. Congreso Nacional del Agua Mendoza, Argentina”