

MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO Y RIESGO FREÁTICO EN EL CINTURÓN VERDE DE MENDOZA

Bermejillo, A. ⁽¹⁾; **Zuluaga, J.** ⁽¹⁻²⁾; **Drovandi, A.** ⁽¹⁻²⁾; **Filippini, M.** ⁽¹⁾; **Marti, L.** ⁽¹⁾; **Cónsoli, D.** ⁽¹⁾; **Valdés, A.** ⁽¹⁾; **Morsucci, A.** ⁽²⁾

⁽¹⁾ Fac. C. Agrarias, U.N. de Cuyo; Alte. Brown 500 Chacras de Coria. Mendoza - Tel. +54-261-4135010 – ⁽²⁾ INA–CRA; Belgrano 210 Oeste (5500) Mendoza - Tel. +54-261-4286998/4960004 – abermejillo@fca.uncu.edu.ar

En el Oasis Norte de Mendoza se encuentra el llamado “Cinturón Verde”, que comprende los distritos de Los Corralitos, La Primavera, Km 8, Mundo Nuevo y Las Violetas. Es una zona especializada en la producción de hortalizas que demanda grandes cantidades de agua para riego, como así también importantes aportes de plaguicidas y fertilizantes cuyos excesos se lixivian hacia los acuíferos, provocando un impacto negativo en las zonas ubicadas aguas abajo, las cuales usan este recurso para riego.

El objetivo fue evaluar la calidad del agua de riego. Para ello, se han monitoreado, desde noviembre de 1999 hasta la actualidad, aguas de riego: superficiales (4 puntos sobre el Canal Chachingo y 3 sobre el Pescara), subterráneas (3 perforaciones) y aguas de drenaje (3 puntos). En los cuales se analizan parámetros físico-químicos (pH, salinidad total, nitratos, fosfatos) y metales pesados (Cu, Cd, Zn y Pb). A partir del año 2007, se han controlado los freáticos ubicados en el área de estudio, correspondientes a la red del Dpto. Gral. de Irrigación, extrayendo muestras y determinando los parámetros antes mencionados. Esta información permite evaluar el funcionamiento hídrico de la zona con la puesta en marcha del embalse Potrerillos (2003) y sirve para calcular indicadores de riesgo freático y contaminación.

De los resultados se desprende que en general, los valores de pH están comprendidos entre 7 y 8, valores característicos de las aguas de Mendoza. Sin embargo, en Puente Blanco y en Canal Pescara, presentan datos inferiores, debido probablemente al vertido de efluentes industriales. En los meses de invierno, (menores caudales) se registran los tenores más altos de salinidad, C3-S1 (salinidad media y baja sodicidad) y las aguas de drenaje C4-S1 (alta salinidad y baja sodicidad). Con el embalse Potrerillos, disminuyó la carga contaminante en los meses de primavera, sobre todo en salinidad, sodicidad y pH. Siguen los picos en invierno y se observa una notable mejoría en los meses de verano y otoño. Los metales pesados han aumentado levemente su concentración, el Cd es el que más ha superado el límite máximo previsto.

Los niveles freáticos se acercan más a la superficie en los meses de febrero de 2008 (intensas lluvias) y en junio de 2008 (disminución de la evapotranspiración por parte de los cultivos). Comparando estas mediciones con los registros históricos, desde el 2004, los valores medidos se encuentran dentro de los valores medios.

Palabras claves: calidad de agua – riesgo freático – cinturón verde - Mendoza

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha observado en el sector agropecuario un aumento de la productividad apoyada por la mecanización, la biotecnología y el uso de fertilizantes y plaguicidas. Todo ello ha sido acompañado de una reducción en la superficie cultivada debido al avance de los centros urbanos (Pizzi et al., 1997). Además, existe la necesidad de ofrecer a los mercados productos de elevada calidad en función de los requerimientos del consumidor, a bajo costo y en cantidad suficiente.

Lo antes mencionado hace de la agricultura moderna una actividad de alto impacto ambiental. El sector también se ve afectado por la contaminación de agua y aire debido a otras actividades humanas, y por la competencia en el uso del recurso hídrico de sectores más remunerativos.

El oasis norte del río Mendoza, es el más desarrollado de la provincia; en él se han sistematizado para el riego unas 116.000 has, de las cuales actualmente se riegan 75.000: un 35% lo hace con agua superficial, un 30% con agua subterránea y el 35% restante utiliza ambos recursos. El mencionado río presenta un caudal medio anual de 50 m³/s, y cuenta con el valioso aporte del acuífero subterráneo, que en el sector occidental se subdivide en libre (de mayor rendimiento y gran profundidad) y confinado (menos productivo pero más cercano a la superficie). En la transición de ambos acuíferos existe un área de surgencia de unos 250 km², con más de 1.600 perforaciones cuya profundidad varía entre 70 y 250 m, extrayéndose un volumen promedio de 380 hm³/año. Bajo la superficie se almacenan unos 15.000 hm³; esta reserva hídrica es un recurso complementario en años hidrológicos pobres, por lo que su uso se debe planificar y preservar de la contaminación, salinización y sobreexplotación.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo, es evaluar la calidad del agua de riego superficial y subterránea como así también la peligrosidad freática a lo largo del ciclo agrícola, en el Cinturón Verde de Mendoza. Los objetivos específicos fueron: (i) monitorear periódicamente en el Cinturón Verde de Mendoza los contenidos de salinidad, pH, nitratos, fosfatos y metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn) en aguas de riego (superficiales y subterráneas) y de drenaje; y (ii) medir los niveles freáticos del área de estudio, utilizando la red de monitoreo que posee el Departamento General de Irrigación (DGI); y (iii) comparar los parámetros de calidad de agua y de peligrosidad freática en el escenario actual con las mediciones realizadas antes del inicio de la operación del embalse Potrerillos, para dar recomendaciones de manejo sustentable del área.

METODOLOGÍA

Como sitios fijos de muestreo se seleccionaron los siguientes lugares:

- En el canal Pescara se determinaron dos puntos fijos, al comienzo en su intersección con el carril nacional y al final de su recorrido en el punto llamado Becases. En el canal Vertientes Corralitos o Chachingo se establecieron cuatro puntos: en el cruce de éste con la Ruta 60, al ingreso en la intersección del carril Nacional, en el tramo medio frente a la villa de Corralitos (Puente Blanco) y al final del mismo donde nace la Hijuela Montenegro.
- En aguas subterráneas se eligieron dos perforaciones en el primer nivel de explotación, ubicadas en las fincas: el Monte Negro y García.
- En aguas de drenaje se establecieron tres puntos fijos de muestreo: el primero a la salida de la Finca Fuster; el segundo en el Arroyo Leyes y en la finca el Monte Negro,

en donde se encuentra una red de drenaje subterráneo que permite medir la calidad del agua que egresa de los drenes parcelarios antes de ingresar al Arroyo Leyes.

En cada uno de los puntos citados anteriormente, se han realizado los análisis de agua correspondientes, determinando la salinidad total mediante la conductividad eléctrica actual (CEA), la sodicidad a través del RAS, análisis iónico completo (Na y K por fotometría de llama; Ca y Mg por complexometría con EDTA; CO_3^{2-} y HCO_3^- mediante volumetría ácido-base; Cl^- con método volumétrico de Mohr) y pH. También se han determinado nitratos y fosfatos (método por reducción con cadmio y método colorimétrico del ácido salicílico -*APHA, AWWA, WPCF, 1992*- respectivamente, en HACH DR/2010) y como metales pesados, se han analizado Cadmio, Plomo, Cobre y Zinc (por espectrofotometría de Absorción Atómica -*APHA, AWWA, WPCF, 1992*- sobre las muestras previamente sometidas a digestión ácida, con Espectrofotómetro de Absorción Atómica).

RESULTADOS

Los niveles freáticos de los 5 freatómetros analizados se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1. Variación temporal de los niveles freáticos

Niveles freáticos (m)	Oct. 07	Nov. 07	Dic. 07	Feb. 08	Mar. 08	Abr. 08	Jun. 08
Freatómetro 63	- 0.60	-1.04	-0.90	-0.80	-0.87	-0.79	-0.71
Freatómetro 51	- 1.23	-1.54	-1.62	-1.37	-1.48	-1.33	-1.28
Freatómetro 48	-1.15	-1.21	-1.33	-1.10	-1.27	-1.17	-1.00
Freatómetro 47	- 0.75	-0.88	-1.10	-1.12	-1.22	-1.10	-0.86
Freatómetro 57	-1.30	-1.69	-1.78	-2.10	-1.90	-1.90	-1.43

A modo de ejemplo a continuación se presentan los resultados encontrados para algunas de las variables estudiadas (figuras 1 a 4).

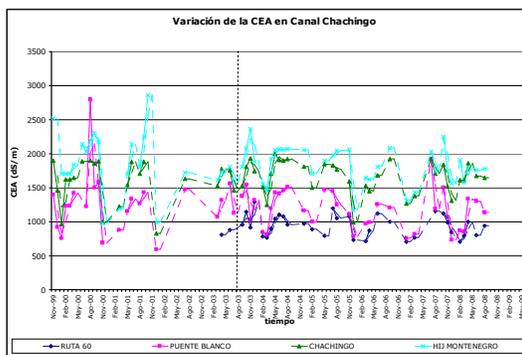


FIG. 1: Variación de la CEA en los puntos de muestreo situados sobre el Canal Chachingo.

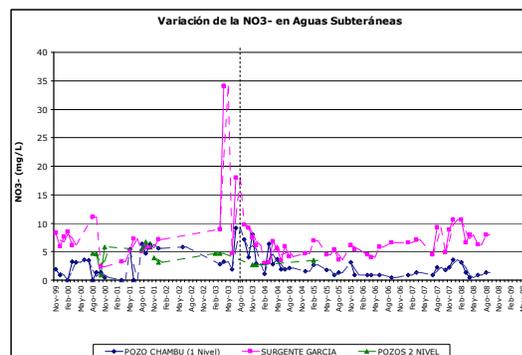


FIG. 2: Variación de nitratos en los puntos de muestreo provenientes de Aguas Subterráneas.

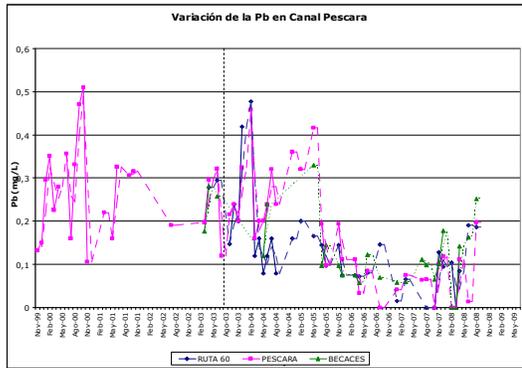


FIG. 3: Variación del plomo en los puntos de muestreo situados en el Canal Pescara.

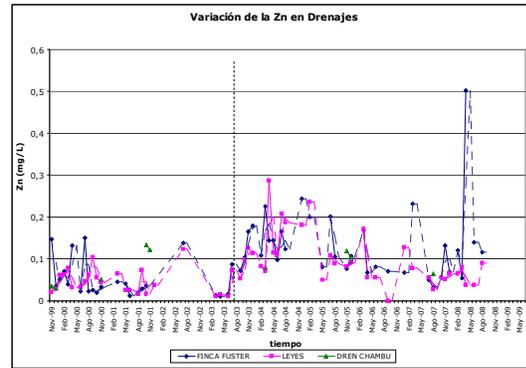


FIG. 4: Variación del zinc en los puntos de muestreo de aguas de drenaje.

CONCLUSIONES

La mayoría de los valores de pH estaban comprendidos entre 6 y 8. Dichos valores son característicos de las aguas naturales de Mendoza. No obstante ello, en agosto de 2007 se observan valores más bajos de pH en el canal Pescara, indicando la presencia de vertidos contaminantes en la red de canales y colectores, lo que sumado al escaso caudal propio de la época, las hacen aguas poco aptas para riego. Todos los valores de pH se ubicaron por encima del límite 6, que establece la resolución 461/98 del Departamento General de Irrigación para el vertido de efluentes en canales de riego. El canal Chachingo, en la intersección con la ruta 60, muestra valores de pH superiores a 9 en marzo de 2008, probablemente debido al vuelco de materiales alcalinos provenientes de una villa ubicada aguas arriba del sitio de muestreo, ya que no existen centros urbanos ni establecimientos industriales en la zona, a los que se les pudiera atribuir dicha contaminación.

Los valores de CEA variaron entre 0,632 y 5,890 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ según el origen. En general, en aguas superficiales los tenores más altos de salinidad se producen entre agosto y octubre, cuando los caudales son menores; además, se nota en todos los muestreos un creciente aumento de la salinidad a medida que avanzamos en la red de riego (canales Chachingo y Pescara) debido a que el cauce recoge aguas de drenaje de las fincas cercanas. Las aguas de drenaje tienen valores que superan los 2,0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ alcanzándose un valor máximo de 5,870 en noviembre del 2007, cuando se lixivian las sales del suelo agrícola antes de iniciar un nuevo ciclo. El Arroyo Leyes, actúa como colector zonal del área. Sus aguas son la única fuente para riego de muchas fincas del Departamento de Lavalle y en el mismo los valores encontrados oscilaron en general entre 1,38 y 2,40 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ llegando a 4,27 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ en diciembre del 2007, cuando no se reciben aportes del río Mendoza, desapareciendo los picos de salinidad de los meses primaverales como ocurría antes del funcionamiento del embalse Potrerillos. Las aguas de origen subterráneo son de buena calidad. De los cauces de riego superficiales, la Hijueta Montenegro y el canal Chachingo fueron los que más ampliamente superaron el máximo tolerable de 1,80 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ establecido por la Resolución 778/96 (D.G.I., 1996) para el vertido de efluentes.

En general, las aguas en estudio se pueden agrupar en dos de las categorías de la clasificación de Riverside modificado por Thorne y Peterson. El Arroyo Leyes, presenta los valores más altos en sales totales, ubicándose en la categoría C4 “salinidad alta”. La

gran mayoría de las aguas superficiales pueden clasificarse como C3 “salinidad media“, cuyo uso debería hacerse en suelos de moderada a buena permeabilidad y con cultivos de mediana tolerancia a la salinidad. Las aguas de perforaciones, si bien presentan los valores más bajos de CE, aún se clasificarían en la categoría C3. En cuanto a las aguas de drenaje, que se reutilizan para riego los datos obtenidos las ubicarían en la categoría C4 (alta salinidad).

La peligrosidad sódica (RAS) varía entre 0,70 y 8,00 para los distintos sitios de muestreo y para distintas épocas. Es de destacar el Arroyo Leyes, con los tenores más elevados, aunque ese pico de sodicidad sólo se produce en diciembre, desapareciendo en los meses primaverales, como sucedía antes de la operación del embalse Potrerillos. Analizando el RAS y la CEA en forma conjunta, la calificación de esta agua correspondería a C3S1, con “baja peligrosidad sódica”. De los cauces superficiales el canal Pescara llegó a 8,00 en marzo de 2008. El canal Vertientes Corralitos o Chachingo presenta mayor sodicidad a medida que se avanza desde la ruta 60 hacia la hijuela Montenegro. En cuanto a las aguas de drenaje, en el muestreo de noviembre del 2007, el dren de la finca “El Monte Negro” muestra “muy alta peligrosidad salina” y “peligrosidad sódica baja”, lo cual indica que el sistema de drenaje cumple eficientemente con su finalidad, aunque el agua extraída no es apta para su reutilización. En cambio, las aguas de drenaje de la finca Fuster, se califican como C4S1, “alta peligrosidad salina” y “peligrosidad sódica baja”, permitiendo su reuso agrícola. Las aguas subterráneas provenientes del acuífero a 40 m de profundidad presentaban valores de RAS de 1,37 a 1,83 mientras que las surgentes presentaban valores de RAS algo menores.

Los valores de Nitratos oscilaron entre 0,88 y 70,88 mg.L⁻¹. Los mayores registros en canales de riego correspondían al canal Chachingo a la altura de la villa de Corralitos, donde los tenores son cercanos a los 20 mg.L⁻¹; estos contenidos son superiores a los de aguas arriba (puente Blanco) y a los de aguas abajo que siguen en magnitud (hijuela Montenegro). Esto podría deberse a los aportes de los lixiviados de agroquímicos utilizados en los cultivos hortícolas de la zona. De acuerdo a la Resolución 461/1998 del Departamento General de Irrigación, el valor máximo tolerado en los vertidos a este canal no debe superar los 45 mg.L⁻¹ de nitrato; superándose dicho valor en el Dren Fuster (70,88) en octubre de 2007, debido a que recibe agua de propiedades donde se hace fertirrigación. Los tenores en aguas surgentes varían entre 6 y 10 mg.L⁻¹ descendiendo a menos de 3,50 mg.L⁻¹ en las perforaciones de 40m de profundidad que extraen agua subterránea de mejor calidad y menos expuesta a la contaminación agrícola.

En general el contenido de fosfatos en las aguas ha variado entre 0,15 y 22,9 mg.L⁻¹. Los mayores valores corresponden a los muestreos de los meses de octubre y noviembre de 2007 del canal Pescara a la altura de la finca Becases, después de atravesar la zona industrial, superando el valor máximo tolerable de 0,70 mg.L⁻¹ de la Resolución 778. Sigue en orden de magnitud el canal Chachingo en puente Blanco. Las aguas de origen subterráneo presentan escasa o nula presencia de fosfatos.

En los metales pesados se observa que el mayor contenido de Plomo hallado fue de 0,267 mg.L⁻¹ en la hijuela Montenegro, en marzo de 2008. En cuanto a los desagües, el Dren Fuster alcanzó 0,276 mg.L⁻¹ y en aguas subterráneas fue muy baja su presencia. En ninguno de los muestreos los valores de Pb superaron los 5 mg.L⁻¹ que establece la norma de calidad de agua para riego (EPAS, 1995). El Cadmio desde el año 2003 viene mostrando un aumento en su concentración, superando los máximos permitidos en

canales superficiales, drenes y aguas subterráneas, mientras que antes del 2002 sólo excedió el valor de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ en redes de desagüe como en los casos del dren Fuster y del arroyo Leyes. Posteriormente este metal prácticamente en todos los muestreos superó levemente los tenores máximos de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ que establece la Resolución 778, así como el valor establecido por el Anexo 3 del EPAS para aguas de riego. Los canales más afectados a lo largo de todo el ciclo agrícola fueron la hijuela Montenegro y el canal Pescara. También se registró en aguas surgentes, disminuyendo su presencia en pozos con napas a poca profundidad. Los contenidos de Cobre mostraron que el mismo, a pesar de su difundido uso como anticriptogámico en la agricultura intensiva practicada en los oasis bajo riego de Mendoza, aparece en concentraciones muy bajas y sólo supera el máximo tolerable para aguas de riego (EPAS, 1995) de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ en la finca Becases en marzo de 2007. En cuanto al Cinc, en el único caso en que se vio superado el valor de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ (máximo tolerable según EPAS para aguas de riego) fue en el canal Pescara en los muestreos de enero y agosto de 2007.

Los resultados de los niveles freáticos encontrados en la zona de estudio, muestran que en general la napa se acercó más a la superficie en febrero de 2008, debido a las intensas lluvias registradas en enero de ese año (precipitó el 50% de la media anual) y en junio de 2008, debido a la disminución de la evapotranspiración de los cultivos debido al receso invernal. Comparando esas mediciones con los registros obtenidos a partir del año 2004, puede afirmarse que los valores medidos se encontraban dentro de los valores promedios.

Como conclusiones finales, se destaca dentro de las aguas superficiales, el canal Pescara, por que posee un pH significativamente inferior al resto de los canales y por presentar una importante cantidad de fosfatos, lo que corrobora la presencia de efluentes industriales. Los valores de nitratos son bajos probablemente a que este canal recibe poca contaminación de origen agrícola. A su vez se sobrepasan los valores permitidos de Cadmio, Cobre y Cinc. En segundo lugar por su carga contaminante se encuentra el Canal Montenegro, que excede sólo los límites de Cadmio y de salinidad, superando durante la mayor parte del año el máximo tolerable.

En general, los tenores más altos de salinidad se presentan en los meses invernales cuando los caudales son menores; además, se nota en todos los muestreos un creciente aumento de la salinidad a medida que se avanza en la red de riego. El uso de estas aguas debería restringirse a suelos de moderada a buena permeabilidad y con cultivos de mediana tolerancia.

En cuanto a las aguas de drenaje agrícola, los datos obtenidos las ubicarían en la categoría alta salinidad y baja sodicidad permitiendo su reuso agrícola con limitaciones. Sin embargo, en noviembre del 2007 el dren de la finca El Monte Negro, registró valores de $5,890 \text{ dS.m}^{-1}$, que clasifican al agua de “muy alta peligrosidad salina” y “peligrosidad sódica baja”. Aguas de estas características, si no son diluidas previamente, son inaptas para su reutilización. En contraparte, este cauce no excede los contenidos de Nitratos y Fosfatos y sólo se superan los valores límites en Cadmio.

El embalse del dique Potrerillos alcanzó su cota máxima en el 2003 y la implementación de su nuevo plan de erogación ha solucionado los tradicionales déficits primaverales que sufría la 3ª Zona de riego. Este cambio en la operación, posiblemente modificará la recarga de los acuíferos subterráneos, por lo que se debería continuar con los muestreos de calidad de agua y prestar atención a los niveles freáticos de la zona de estudio. En general, con el nuevo escenario de operación del embalse Potrerillos, se ha notado una disminución de la carga contaminante en los meses de

primavera, sobre todo en lo referido a salinidad, sodicidad y pH, tanto en canales de riego como en aguas de drenaje con reuso agrícola. Se mantienen aún los mayores picos en los meses de invierno.

Como recomendación de manejo del agua de riego, tanto las asociaciones de usuarios de esta 3° zona, como las del Departamento de Lavalle, deberán monitorear la calidad del agua durante los meses invernales, que es cuando se concentran la mayoría de los contaminantes. Además, se deberá prestar atención a los contenidos de nitratos, que si bien en este nuevo escenario no han superado los valores máximos tolerables han mostrado un aumento en su concentración, tanto en canales de riego y drenaje como en aguas subterráneas. Si bien todos los metales pesados han aumentado levemente su concentración, el Cadmio es el que ha superado el límite máximo previsto de 0,01mg/L en aguas superficiales, drenes y aguas subterráneas, por lo que habrá que continuar monitoreando su contenido.

BIBLIOGRAFÍA

Chambouleyron, J. et al. (1996). “*Evaluación de la contaminación del agua de riego en el oasis del río Tunuyán Inferior, Mendoza*”. XVI Congreso Nacional del Agua. San Martín de los Andes, octubre de 1996.

Chambouleyron, J. et al. (2002) “*Conflictos ambientales en tierras regadías. Evaluación de Impactos en la cuenca del río Tunuyán, Mendoza, Argentina*”. Editorial Eon. Mendoza, Argentina.

Departamento General de Irrigación (DGI) (1996). “Descripción preliminar de la cuenca del río Mendoza”.

Departamento General de Irrigación (DGI). (1996). “Reglamento General para el Control de Contaminación Hídrica”. Resolución N° 778 (Public: BOP.30-31/12/96 y 2/1/97) Mendoza.

Ente Provincial del Agua y Saneamiento (EPAS) (1995). “Normas de calidad de aguas”. Documento Preliminar. Mendoza, República Argentina.

Pizzi; D.; E. Bardossy; E. Antonioli; K. Iramatsu (1997). “Identificación económica y distribución geográfica de los oasis irrigados de Mendoza”. Tucumán, setiembre de 1997.

Zuluaga, J. et al. (2001) “*Impacto de los contaminantes del agua de riego en la calidad intrínseca de las hortalizas cultivadas en el cinturón verde de Mendoza*”. Simposio Internacional “Riego y Relaciones Hídricas en viñedos y frutales”

Zuluaga, J. et al. (2002) “*Monitoreo de la calidad del agua de riego superficial y subterránea en el Cinturón Verde de Mendoza*”. Congreso Nacional del Agua 2002. Córdoba, Argentina.

Zuluaga, J. et al. (2005) “*Monitoreo de los contaminantes del agua en la 3° zona de riego del río Mendoza, con el nuevo escenario de operación del embalse Potrerillos*”. Congreso Nacional del Agua 2005. Mendoza, Argentina.