

CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA EN EL RÍO TUNUYÁN, MENDOZA - ARGENTINA: TENDENCIAS Y ESCENARIOS FUTUROS

Morábito José^{1,2}, Salatino Santa², Bermejillo Adriana¹, Filippini María¹, Campos Susana¹, Nacif Norma¹, Dediol Cora¹, Medina Rosa¹, Maffei José¹, Mastrantonio Leandro¹, Genovese Dora¹, Stocco Alicia¹.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias – UNCuyo. Almirante Brown 500. CPA M5528AHB. Chacras de Coria - Luján de Cuyo - Mendoza – Argentina. Miembro de RIAR. jmorabito@fca.uncu.edu.ar

² Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino. Belgrano Oeste 210. CPA M5500FIF. Mendoza - Argentina. Miembro de RIAR. ssalatino@ina.gov.ar

Publicado en Memorias del XVI Congreso Nacional de Irrigación: la agricultura de riego ante el cambio climático global. 6-9 setiembre de 2011. Culiacán, Sinaloa, México.

RESUMEN

La provincia de Mendoza -200 mm anuales de precipitación- ha basado su desarrollo en los denominados “oasis” generados en las márgenes de sus ríos, en los que se asientan ciudades y agroindustria. El río Tunuyán, uno de los más importantes, conforma el denominado “Oasis Centro” y parte del “Oasis Norte”, con alrededor de 54.000 ha cultivadas en la subcuenca superior y 80.000 ha en la inferior. En su modelo mediterráneo de cultivos tiene franca predominancia la vid (vinos finos de exportación). En el área se cultivan -además- frutales de carozo, pepita y hortícolas. La inserción de la producción agrícola en los mercados exigen al productor -día a día- la incorporación de buenas prácticas agrarias y de registros de trazabilidad. Por tratarse de una zona bajo riego, el monitoreo permanente del recurso con el objeto de asegurar la preservación de su actual calidad frente a los impactos negativos de la contaminación de origen antrópica se constituye en una herramienta de mucha utilidad para los encargados de la administración del agua, en todos sus niveles (estado y usuarios). Apoyado en una amplia base que almacena registros mensuales de parámetros físico-químico-microbiológicos medidos en seis (6) sitios de muestreo (cuatro *de ingreso* y dos *de egreso*) y en dos oportunidades (ciclos agrícolas 1999-2000 y 2007-2010), el trabajo analiza la evolución de la contaminación, refiriéndola a los estándares aceptados por la normativa local (*cuando existe*) o internacional. La visualización de la tendencia del problema permite elaborar expectativas de escenarios futuros, de interés para el manejo integral del recurso por parte de los distintos niveles de la administración. Los resultados indican que, en general, el río Tunuyán superior presenta -hasta el momento- una tendencia neutra en la evolución de la contaminación con parámetros cuyos valores están muy por debajo de los niveles considerados de riesgo.

Palabras clave: calidad, agua, parámetros físico químicos.

INTRODUCCIÓN

El río Tunuyán, situado en el centro de la Provincia de Mendoza, da origen a dos subcuencas: la superior (54.000 ha en los Dptos. Tupungato, Tunuyán y San Carlos) y la inferior (80.000 ha en el este provincial), separadas por el dique de embalse El Carrizal (360 hm³). El Departamento General de Irrigación (DGI) deriva para el oasis superior sólo el 17 % del caudal del río mientras que el resto se aprovecha en el oasis inferior. El panorama del uso de los recursos hídricos en la zona se hace más complejo si se tiene en cuenta las 2.500 perforaciones existentes en la zona alta para extraer agua subterránea de los acuíferos profundos. La importancia económica actual del área de estudio (moderna viticultura, variedades emblemáticas, grandes inversiones foráneas asociadas con capitales locales, etc.) obliga al conocimiento y permanente control de la calidad del agua para vigilar la sostenibilidad de los modelos productivos de ambas cuencas.

Según la estación de aforos del DGI, el caudal medio del río es de 30,6 m³/s y su aporte volumétrico anual de 954 hm³ (sólo quedan en la cuenca superior aproximadamente 162 hm³, un 17 %). Otro río importante que ingresa al sistema es el río Las Tunas, aunque con un caudal muy inferior al primero ya que su módulo es de 2,5 m³/s y su aporte volumétrico 33 hm³. Entre los arroyos aportantes al sistema están el Aguando cuyo módulo es de 4 m³/s (49 hm³) y el Yaucha (módulo de 6,7 m³/s y 81 hm³). Estudios anteriores (Chambouleyron et al, 2002) muestran un escenario –para la cuenca del río Tunuyán inferior- con aumento de la salinización del agua (1.4 dS.m⁻¹) y de los suelos. El valor de la eficiencia global se aproximaría al 42% (Hernández, J. mencionado por Chambouleyron et al., 2002).

Las hipótesis planteadas en el presente trabajo son las siguientes: (a) existe un paulatino desmejoramiento de la calidad del agua entre la cuenca alta (arroyos aportantes y río Tunuyán en Valle de Uco) respecto al punto de salida del oasis superior y de entrada a la cuenca inferior (río en Costa Anzorena); (b) no existen diferencias significativas en la calidad del agua entre los sitios Costa Anzorena (aguas arriba del dique embalse El Carrizal) y el dique derivador Tiburcio Benegas, aguas abajo del mismo y (c) la calidad del agua del río Tunuyán se ha deteriorado entre los años 1999/2000 y 2007/10 como consecuencia de un incremento sostenido de la actividad agrícola en la cuenca alta y del natural crecimiento poblacional. En cuanto a los parámetros analizados cabe destacar lo siguiente: si bien el proyecto incluye a todas las variables clásicas de este tipo de estudio, en el presente trabajo sólo se hará referencia a las siguientes:

.- **caudales**: su registro en ocasión de cada muestreo, en los seis sitios preseleccionados, permite analizar los contenidos de los distintos elementos contaminantes en relación a la masa de agua circulante.

.- **cationes y aniones**: por su importancia agrícola en la conformación de la salinidad del agua, se analiza al sodio en forma conjunta con el anión cloro.

.- **nitratos**: el nitrato es un componente importante de los fertilizantes y puede originarse también de la oxidación del amonio (NH₄⁺) y de otras fuentes presentes en los restos orgánicos (OMS, 2004). Su presencia en los cuerpos de agua superficiales se asocia tanto con fuentes no puntuales de contaminación (e. g., los campos de cultivo) como con fuentes puntuales (e. g., la descarga directa de aguas residuales municipales, industriales en los afluentes o los basurales). Los compuestos que le dan origen pueden llegar a los cuerpos de agua por escurrimiento superficial o también depositarse por vía atmosférica en una cantidad significativa (Swackhamer, 2004; UN-WWAP, 2006). La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA (2008) y la Agencia Ambiental Europea (EEA, 2005) cuantifican el nitrógeno en aguas superficiales como indicadores ambientales y ambas establecen el mismo valor: (50 mg .L⁻¹) para aguas de baño y para bebida. En el caso de las aguas potables, las guías OMS y las normas de calidad de aguas de los países del Mercosur, establecen los siguientes valores: (OMS y Paraguay: 50 ppm (NO₃⁻) y 3 ppm (NO₂⁻); Brasil y Uruguay: 10 ppm (NO₃⁻) y Argentina: 45 ppm (NO₃⁻) y 0,1 ppm (NO₂⁻).

.- **salinidad**: la salinidad del agua de la cuenca del Tunuyán inferior fue determinada a campo y en laboratorio. Se la expresa como conductividad eléctrica específica (C.E. en dS.m⁻¹). Desde el punto de vista agrícola es uno de los parámetros más importantes dado que a partir de determinada concentración la productividad de los cultivos, especialmente de los denominados “sensibles” (caso del duraznero) puede verse más o menos afectada.

.- **sodicidad**: la relación de adsorción de sodio (RAS) es el parámetro que permite evaluar el nivel de sodificación de las aguas y su impacto sobre los suelos y la producción de los cultivos.

Los resultados aquí obtenidos podrán servir -en el futuro- como información base de la calidad del agua, para analizar la evolución de los principales parámetros que caracterizan la calidad del agua, para

cuantificar en términos económicos el impacto ambiental sobre el medio físico-natural, para calcular los costos de restauración, mitigación o prevención de dicho impacto y los responsables del mismo.

OBJETIVOS

Son *objetivos generales* del trabajo (1) analizar los distintos parámetros físico-químicos y microbiológicos que caracterizan la situación actual de la calidad del agua del río Tunuyán superior (2) definir la tendencia de los niveles de contaminación antrópica observada en los últimos diez años y *objetivos específicos*: registrar las variaciones espaciales de calidad e identificar sus posibles causas; seguir actualizando la base de datos de calidad físico-química y microbiológica del agua y elaborar recomendaciones destinadas a los distintos niveles de administración del agua de riego (DGI, Asociaciones de Inspecciones de cauce, usuarios) relativas a la preservación de la calidad del recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la evolución de la calidad del agua se seleccionaron seis (6) sitios georeferenciados (cuatro de ingreso y dos de egreso), en los que se realizaron muestreos mensuales y aforo del caudal pasante (Fig. 1): LT (río Las Tunas), VU (dique Valle de Uco), Y (A° Yaucha), A (A° Aguanda), CA (río en Costa Anzorena) y TB (dique Tiburcio Benegas).

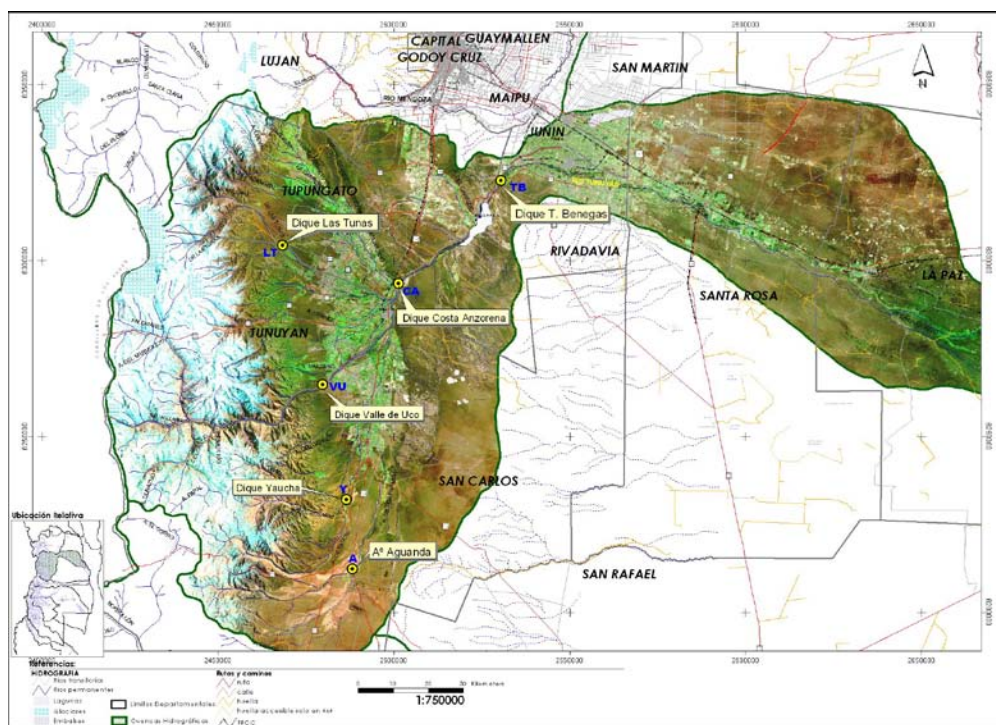


Figura 1: cuenca del río Tunuyán y puntos de muestreo (en azul)

Las muestras de agua fueron tomadas -aproximadamente- entre las 8 y las 20 horas (agosto de 2007 hasta diciembre de 2010), a excepción de enero de 2008, julio de 2008 y enero de 2009. *En invierno se realiza la corta de agua mientras que en enero la falta de muestras responde a razones operativas.*

Los distintos parámetros fueron obtenidos en dos diferentes épocas de muestreo: la primera correspondió al ciclo 1999-2000 y la segunda desde agosto 2007 hasta diciembre 2010, según la metodología sugerida por Standard Methods: APHA, AWWA, WPCF. La *temperatura*: se registra "in situ" en el momento del muestreo y tiene importancia para realizar la corrección de la lectura de salinidad (conductividad eléctrica) además de ser indicador indirecto de contaminación de origen urbano-industrial. Los registros de caudal fueron proporcionados por la Sub-Delegación de Aguas (DGI) para los sitios LT, VU, A, Y y CA y por la Sub-Delegación del río Tunuyán inferior para TB. El *pH* fue determinado en laboratorio. Se han seleccionado para su seguimiento sólo aquellos metales pesados considerados constituyentes peligrosos para la salud: categoría II de la OMS en su guía GEMS / WATER (APHA, AWWA, WPCF,

1992). Como en ambos ciclos de muestreo se determinaron metales diferentes sólo se los analiza en el ciclo que corresponda.

Los valores de los parámetros *salinidad (C.E)*, *cloruros*, *RAS* y *nitratos* (valor medio y desviación estándar) se presentan en -forma espacial- en cada sitio de muestreo, insertos en la imagen digital del área de estudio y el análisis temporal mediante gráficos incorporados en la imagen, en los que están perfectamente individualizados los valores máximos permitidos y/o tolerados, cuando existen, citados por la normativa vigente (Resolución 778/96 del DGI provincia de Mendoza y otras). Con el fin de encontrar diferencias significativas en las distintas variables según el período de muestreo (99 /2000 y 2007/2010), se realizaron -para cada sitio de muestreo- distintos análisis estadísticos: análisis de la varianza o prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, diagramas de caja y análisis de Shapiro Wilks (para verificar el supuesto de normalidad de las variables).

RESULTADOS

Los resultados de los análisis obtenidos hasta el presente en los distintos sitios de muestreo y a lo largo de los ciclos agrícolas se detallan a continuación:

1.- Parámetros físicos: Temperatura - Caudal - pH

. Temperatura

La tabla 1 presenta los resultados de las variables caudal y temperatura. Según la resolución 778 del DGI los valores máximos de temperatura para los vertidos de líquidos a cuerpos receptores son de 30 °C (máximo permitido) y 45 °C para máximo tolerado.

Tabla 1: temperatura y caudal según sitio y época de muestreo

Sitio	Temperatura (°C)				Caudal (m3/s)			
	Feb 99-May 00		Ago 07-Dic 10		Feb 99-May 00		Ago 07-Dic 10	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	Sd	Sd	11.6	5.0	2.0	1.4	1.7	1.0
VU	Sd	Sd	9.3	2.3	14.7	12.5	12.2	7.6
Y	Sd	Sd	11.8	4.1	1.8	0.2	2.6	1.4
A	Sd	Sd	12.9	4.6	1.0	0.3	1.2	0.5
CA	Sd	Sd	12.2	3.2	25.4	13.6	30.0	19.2
TB	Sd	Sd	14.8	4.8	23.6	17.4	43.4	10.8

Ref.: Sd = sin datos

Se observa una estrecha relación entre todos los puntos de muestreo. Valle de Uco es el que presenta las temperaturas más bajas durante casi todo el año, le siguen Las Tunas, Yaucha, Costa Anzorena, con temperaturas muy parecidas y un poco más elevadas, luego figura el arroyo Aguanda y con más temperatura el agua en dique Tiburcio Benegas.

. Caudal

Los valores medios y la desviación estándar (D.E.) de caudal (tabla 1) indican que no existen diferencias relevantes entre los caudales registrados en el muestreo inicial (ciclo 99/00) respecto de los del ciclo 07/10, a excepción del caudal en el dique Tiburcio Benegas.

. **pH:** la tabla 2 permite tipificar al agua como levemente alcalina. Se observa que -en el segundo ciclo de análisis- el arroyo Yaucha posee un valor levemente superior al resto.

Tabla 2: pH según sitio y época de muestreo

Parámetro	pH			
Resol. 778/96 DGI	Permitido		Tolerado	
Límite	6,5 a 8,2		5,5 a 9,0	
Fechas	Feb 99-May 00		Ago 07- Dic 10	
Sitio	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	7.4	0.2	7.4	0.4

<i>VU</i>	7.9	0.1	7.6	0.4
<i>Y</i>	8.0	0.2	7.8	0.3
<i>A</i>	7.9	0.1	7.6	0.3
<i>CA</i>	8.0	0.1	7.6	0.4
<i>TB</i>	8.0	0.1	7.5	0.4

2. Parámetros químicos: aniones - cationes - salinidad y sodicidad

Cloruros y sodio: la tabla 3 muestra que las concentraciones de anión cloruro (expresadas en me.L^{-1}) no presentan grandes diferencias entre ciclos de muestreo y están por debajo de lo establecido en la normativa, a excepción de LT. Los sitios con mayor presencia de cloruros y mayor variabilidad son los ubicados en el curso del río: VU, TB y CA. La fig. 2 grafica con claridad estos resultados.

Tabla 3: cloruros y sodio según sitio y época de muestreo

<i>Parámetro</i>	<i>Cloruros (me.L⁻¹)</i>				<i>Sodio (me.L⁻¹)</i>			
	<i>Permitido</i>		<i>Tolerado</i>		<i>Permitido</i>		<i>Tolerado</i>	
<i>Resol. 778/96</i>								
<i>Límite</i>	200 $\text{mg.L}^{-1} = 5,63$ me.L^{-1}		400 $\text{mg.L}^{-1} = 1.27$ me.L^{-1}		150 $\text{mg.L}^{-1} = 6,5$ me.L^{-1}		275 $\text{mg.L}^{-1} = 11,96$ me.L^{-1}	
<i>Fechas</i>	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Dic10</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Dic10</i>	
<i>Sitio</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
<i>LT</i>	0.28	0.12	0.47	0.32	0.57	0.17	0.66	0.28
<i>VU</i>	3.19	1.38	2.97	1.31	3.53	1.38	2.96	1.35
<i>Y</i>	0.25	0.09	0.35	0.24	0.70	0.10	0.62	0.24
<i>A</i>	0.25	0.07	0.40	0.22	0.83	0.15	0.83	0.21
<i>CA</i>	2.72	0.40	2.66	0.62	3.42	0.87	3.17	0.92
<i>TB</i>	2.88	0.37	2.91	0.86	3.63	0.85	3.57	0.93

Paralelamente, puede verse que la concentración del catión sodio tampoco presenta cambios significativos, acompaña al comportamiento de los cloruros y está por debajo de lo que marca la normativa del DGI. Los sitios de mayor contenido son TB, CA y V.

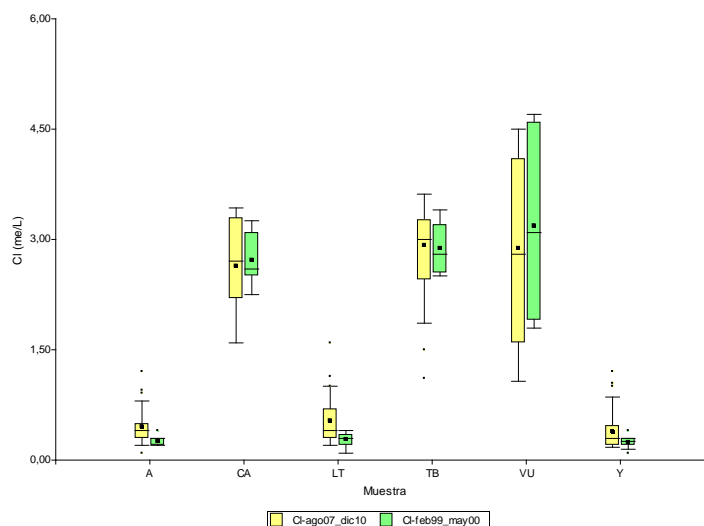


Figura 2: Diagrama de caja de concentración de cloruros (me/L) según sitio y período de muestreo

Salinidad: los valores de salinidad, medidos como conductividad eléctrica (CE), son muy bajos en los sitios correspondientes a los arroyos y bastante mayores en el río (tabla 4 y figura 3), partiendo de VU con un valor medio de 1.13 y llegando a la cuenca inferior con 1.31 dS.m^{-1} . Si bien no se observan diferencias importantes entre los ciclos analizados, existe una tendencia creciente en el curso del río, que aparece como razonable. Respecto de la normativa vigente se ve que en estos sitios la concentración supera el límite máximo permitido (0,9 dS.m^{-1} , línea azul) y que todos los sitios analizados presentan valores por debajo del límite máximo tolerable (1,8 dS.m^{-1} , línea roja).

Sodicidad: los resultados muestran que en general, no se observan variaciones relevantes en el valor de RAS entre los ciclos analizados (tabla 4). Los menores valores (muy bajos) se observan en LT, Y y A.

Tabla 4: conductividad eléctrica (C.E.) y relación de adsorción de sodio (RAS) según sitio y época de muestreo

Parámetro	CE ($dS.m^{-1}$)				RAS			
	Permitido		Tolerado		Permitido		Tolerado	
Resol. 778/96	0,900		1,800		6		< 12 (depende de cuerpo receptor)	
Límite a 25°C	0,900		1,800		6		< 12 (depende de cuerpo receptor)	
Fechas	Feb 99-May 00		Ago 07-Dic10		Feb 99-May 00		Ago 07-dic10	
Sitio	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	0,458	0,073	0,494	0,090	0,37	0,09	0,42	0,15
VU	1,207	0,245	1,132	0,213	1,36	0,75	1,29	0,59
Y	0,270	0,069	0,254	0,036	0,60	0,14	0,58	0,23
A	0,400	0,063	0,422	0,040	0,61	0,08	0,61	0,14
CA	1,292	0,124	1,250	0,149	1,35	0,48	1,34	0,39
TB	1,344	0,137	1,305	0,130	1,41	0,55	1,51	0,42

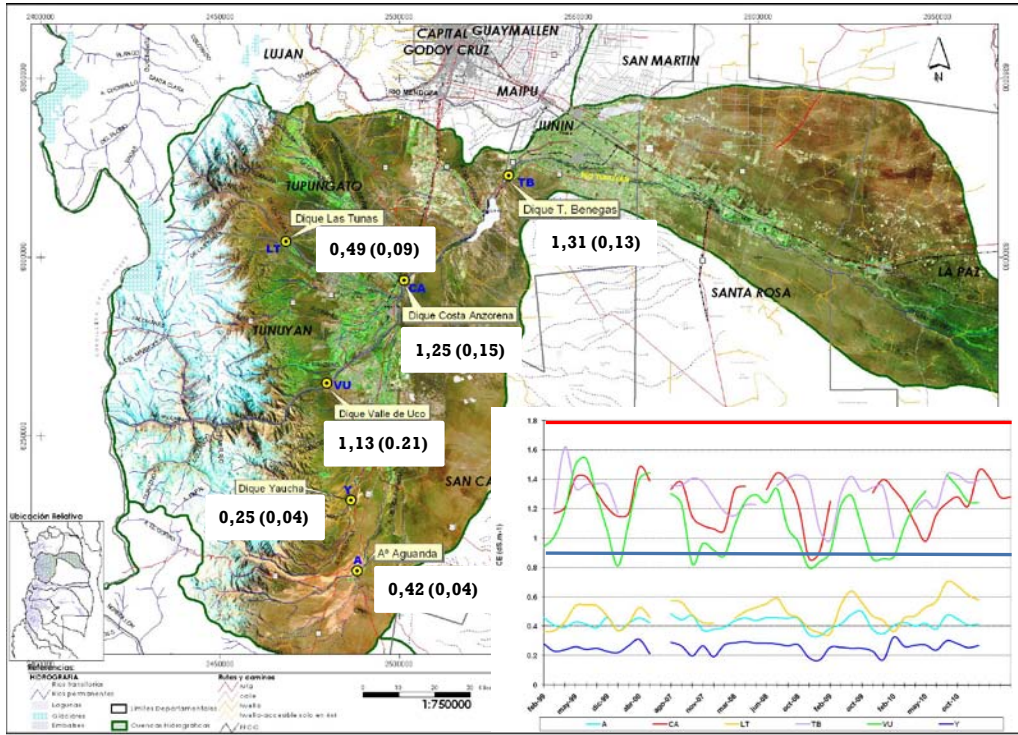


Figura 3: Valores medios y desviación estándar de salinidad registrados en los puntos de muestreo (C.E. en $dS.m^{-1}$). Abajo a la derecha: variación temporal 1999-2010.

Nitratos: En cuanto al análisis espacial (tabla 5) puede verse que los valores medios más altos se localizan en LT y TB y son muy similares entre sí ($1,41$ y $1,37$ $mg.L^{-1}$, respectivamente). El valor puntual máximo observado –figura 4– es de $4,5$ $mg.L^{-1}$. Como puede verse los valores medidos resultan todavía muy bajos en función de la normativa vigente.

Tabla 5: nitratos según sitio y época de muestreo

Parámetro	Nitratos ($mg.L^{-1}$)			
	Permitido		Tolerado	
Resol. 778/96	$\leq a 45$ $mg.L^{-1}$		45 $mg.L^{-1}$	
Límite	$\leq a 45$ $mg.L^{-1}$		45 $mg.L^{-1}$	
Fechas	Feb 99-May 00		Ago 07-Dic10	
Sitio	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	1.17	0.81	1.41	0.87
VU	0.71	0.50	0.92	0.88

Y	0.56	0.73	1.28	1.06
A	0.35	0.49	1.00	0.97
CA	1.68	0.93	1.22	0.81
TB	0.58	0.45	1.37	1.02

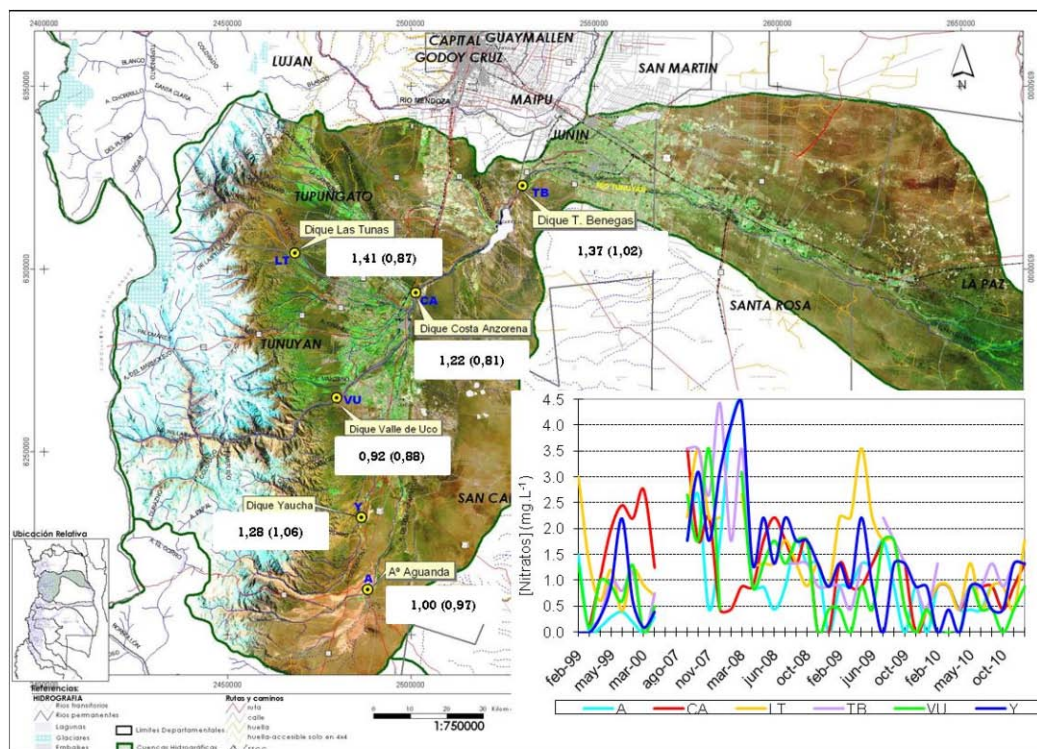


Figura 4: valores medios y desviación estándar de nitratos (NO₃) en mg.L⁻¹. Abajo a la derecha: variación temporal 1999-2010.

Estadísticamente la prueba de Shapiro Wilks muestra que ninguna de las variables seguía una distribución normal, por lo que hubo de aplicarse la prueba de Kruskal Wallis para encontrar posibles diferencias significativas entre las medianas de las variables medidas en cada sitio de muestreo y para ambos ciclos del mismo. La tabla 6 resume los resultados del análisis estadístico de las variables analizadas:

Tabla 6: variables fisicoquímicas: prueba de Kruskal Wallis

Variables	Sitio de muestreo					
	A	CA	LT	TB	VU	Y
pH	p<0,05	p<0,05	ns	p<0,05	p<0,05	p<0,05
CE	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RAS	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cl	p<0,05	ns	p<0,05	ns	ns	ns
NO3	p<0,05	ns	ns	p<0,05	ns	p<0,05

Ref.: ns = no significativo; p<0,05 = diferencias significativas para un $\alpha=0,05$

Como puede verse el pH disminuye en cinco de los seis de los sitios estudiados (A, CA, TB, VU, Y) y se mantiene en el Dique Las Tunas (LT); los cloruros se incrementan en Arroyo Aguanda (A) y en Dique Las Tunas (LT) y los nitratos en A, Y y en Dique Tiburcio Benegas (TB).

CONCLUSIONES

Si bien hasta el momento -afortunadamente- no han podido verificarse las hipótesis iniciales relacionadas al desmejoramiento de la calidad del agua por acción antrópica directa desde su origen y a medida que se la utiliza aguas abajo para riego, uso potable y doméstico e industria, comienzan a insinuarse algunas tendencias relacionadas a la salinidad (si bien no se analizan en este trabajo, lo mismo ocurre con el oxígeno disuelto, la presencia de bacterias -BAM y Coniformes- y el cadmio). Para el futuro se esperan

escenarios de mayor cantidad de hectáreas regadías y mayor incorporación de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas en la agricultura; mayor carga contaminante de efluentes a causa de mayor cantidad de habitantes en las ciudades y poblaciones del oasis (demografía, turismo, agricultura) y mayor actividad industrial. El potencial impacto de estas actividades generará sobre el recurso hídrico disponible -a no dudarlo- una importante contaminación multicausal que deberá ser atendida por los distintos niveles responsables de la administración del agua, implementando los criterios de manejo y las políticas de sustentabilidad que se considere efectivas y/o necesarias. A este fin el monitoreo permanente de los distintos parámetros indicadores de la evolución de la calidad del agua en el tiempo es y seguirá siendo una herramienta de gran utilidad a la que debe prestársele adecuada atención y financiamiento.

BIBLIOGRAFIA

Agences de l'Eau – 1999 – « Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau » in Les études des Agences de l'Eau n° 4. 59 p. 1961–2000 and Potential Future Trends. *Ambio* Vol. 31 (2): 88-96.

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) disponible en: <http://www.epa.gov/> consultado el 28/06/2011

APHA, AWWA, WPCF, 1992 Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos S.A. 17 ed.

APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods. 1992. Métodos normalizados para el análisis de agua potables y residuales. Ediciones Días de Santos, SA. XVII edición.

Carpenter, S. R., N. F. Caraco, D. L. Correll, R. W. Howarth, A. N. Sharpley, and V. H. Smith. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8:559-568.

Chambouleyron J., S. Salatino, A. Drovandi y Otros, 2002. “Conflictos Ambientales en áreas regadías. Evaluación de impactos en la cuenca del río Tunuyán, Mendoza, Argentina”. UNCuyo-FONCYT-INA, Mendoza (ISBN 987-1024-17-7).

Código Alimentario Argentino. 1998. Ediciones Marzochi. Argentina.

DGI (Departamento General de Irrigación). 1996. Reglamento general para el control de contaminación hídrica – resolución 778. Mendoza – Argentina.

EEA. 2005. Indicators. Disponible en: <http://themes.eea.europa.eu/indicators>

EPA Method 8141 A. 1994. Organophosphorus compounds by gas chromatography: capillary column technique. <http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf>. EPA, Method 608. 1979. Organochlorine pesticides and PCB 'S. Federal register. Volume 44, # 233. EPA. 1992. Agencia de Protección Ambiental de EEUU. Oficina del Agua. Estándares del reglamento nacional primario de agua potable. USA.

EPAS Ente Provincial del Agua y del Saneamiento. 2001. Normas de calidad de aguas y efluentes. Anexos I y II. Mendoza – Argentina.

Hoffmann, F. Et Tarrisse, A. – 2000 – « Influences climatiques et pression anthropique sur l'hydrologie des bassins karstiques des vallées de la Dordogne et du Lot ». In Travaux du LGPA n° 18. pp. 63-97.

Howarth, R.; Boyer, E.; Pabich, W.; Galloway, J. 2002. Nitrogen Use in the United States from 1961–2000 and Potential Future Trends. *Ambio* Vol. 31 (2): 88-96.

Lavie, E. – 2009 – Impact anthropiques et qualité des eaux dans l'oasis de Mendoza (Argentine): diagnostic, enjeux et durabilité. Tesis doctoral de la Univ. Burdeos. 385 p.

Lavie, E.; Morábito, J.; Salatino, S. – 2008 – « Problèmes de pollution phosphatée de l'eau d'irrigation en zones aval d'oasis: le cas de la quatrième zone agricole irriguée de l'oasis du río Mendoza, Argentine ». in Actes du World Water Congress IWRA, Montpellier, 01-04 Septembre 2008.

Leinweber, P., Turner, B.L. & Meissner, R. 2002. Phosphorus. In: Agriculture, Hydrology & Water quality (eds P. Haygarth & S. Jarvis), Cab International Wallingford UK., 29-56 pp.