

Evaluación de la calidad del agua en áreas de regadío del río Tunuyán Superior (Prov. de Mendoza) para un aprovechamiento racional y sustentable (1era parte)

S. Salatino¹, J. Morábito¹⁻², M. Filippini², A. Bermejillo², R. Medina², M. Zimmermann², N. Nacif², S. Campos², C. Dediol², L. Mastrantonio², R. Hernández¹, D. Genovese² y A. Stocco

⁽¹⁾ Centro Regional Andino del Instituto Nacional del Agua (INA – CRA)

⁽²⁾ Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. jmorabito@ina.gov.ar

RESUMEN

El río Tunuyán riega -en su subcuenca superior- 54.000 ha (Valle de Uco: Departamentos de Tupungato, Tunuyán y San Carlos) y alimenta -aguas abajo- al Dique El Carrizal que riega la subcuenca inferior (alrededor de 80.000 ha). La importancia económica actual del área de estudio (moderna viticultura, variedades emblemáticas como Malbec, grandes inversiones multinacionales) obliga al conocimiento y permanente control de la calidad del agua para vigilar la sostenibilidad de los modelos productivos de ambas cuencas. Estudios anteriores muestran una tendencia progresiva al aumento de la salinización del agua (1.4 dScm^{-1}) y de los suelos de la cuenca inferior. Los objetivos del trabajo son evaluar niveles y detectar variaciones espaciales y temporales de contaminación físico-química-microbiana de origen antrópico (ciclos 2007/2009). Para ello se seleccionaron seis (6) sitios georeferenciados (cuatro en la parte alta y dos en la parte baja o de egreso a la cuenca), en los que se realizaron muestreos mensuales y aforo del caudal pasante. Los parámetros analizados (Standard Methods: APHA, AWWA, WPCF, 1992) son: *físico-químicos* (CE, T°, pH, sólidos solubles totales y sedimentables 10', oxígeno disuelto, DQO, salinidad completa, RAS, metales pesados: cadmio, arsénico, plomo, cobre y zinc) y *microbiológicos* (bacterias aerobias mesófilas y bacterias coliformes totales y fecales). Los resultados obtenidos han sido comparados con otros similares existentes; confirmando la hipótesis de que la calidad del agua disminuye a lo largo del recorrido desde la cabecera hasta la cola del sistema. Serán destinatarios de la investigación los organismos encargados de la administración del recurso (DGI, Inspecciones de cauce unificadas, Asociación de Inspecciones de cauce, etc.), los usuarios en general y la sociedad toda del oasis.

Palabras clave: contaminación, polución, riego, recurso hídrico.

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 en Valle de Uco es de 30,6 m³.s⁻¹ y su aporte volumétrico anual de 954 hm³ (sólo quedan en la cuenca superior aproximadamente 162 hm³, un 17 %). El segundo río de importancia 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⁻¹ y su aporte volumétrico 33 hm³. Entre los arroyos considerados como aportantes está el Aguanda cuyo módulo es de 4 m³.s⁻¹ (49 hm³) y el Arroyo Yaucha (módulo de 6,7 m³.s⁻¹ y 81 hm³). Estudios anteriores (Chambouleyron et al, 2002) muestran una tendencia progresiva al aumento de la salinización del agua (1.4 dS.m⁻¹) y de los suelos de la cuenca inferior). 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 2007/08 como consecuencia de un incremento sostenido de la actividad agrícola en la cuenca alta y del natural crecimiento poblacional.

OBJETIVOS

Son objetivos generales del trabajo evaluar niveles y detectar variaciones espaciales y temporales de contaminación físico-química y microbiana, de origen antrópico. Los objetivos específicos son: evaluar la contaminación hídrica producto de actividades agrícolas e industriales sumada a la de los efluentes urbanos del área regadía del río Tunuyán; detectar variaciones de calidad espacio-tiempo e identificar sus posibles causas; confeccionar una base de datos de calidad físico-química y microbiológica del agua y elaborar recomendaciones de manejo y pautas de política hídrica que aseguren la disponibilidad y preservación de la calidad del agua destinadas a los administradores del recurso (DGI, Asociaciones de Inspecciones de cauce, usuarios). Esta información podrá servir de base -en el futuro- para cuantificar en términos económicos los impactos ambientales sobre el medio físico-natural y los costos de restauración, mitigación o prevención de esos impactos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo en seis (6) sitios georeferenciados seleccionados (Fig. 1). Cuatro de ellos (4) en la parte alta de la cuenca: río Tunuyán en Valle de Uco (VU), río Las Tunas (LT) y arroyos Yaucha (Y) y Aguanda (A) y dos (2) en la parte baja: río Tunuyán en Costa Anzorena (CA)

-que recibe todos los aportes hídricos de los 4 cursos de agua mencionados anteriormente y cuyo caudal ingresa al dique de embalse El Carrizal- y río Tunuyán en dique derivador Tiburcio Benegas (TB) que recibe las aguas erogadas por el dique mencionado anteriormente y constituye el punto de ingreso al área de regadío del río Tunuyán inferior. Se realizaron muestreos mensuales y aforo del caudal pasante (solicitado al DGI).

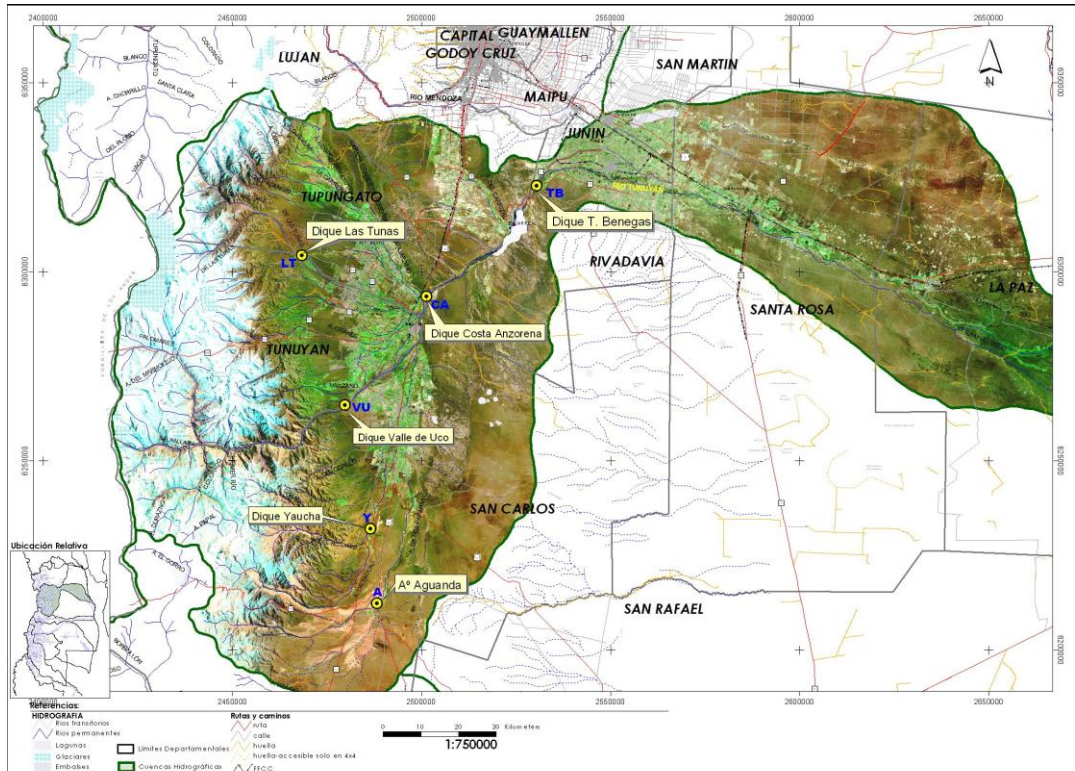


Figura 1: cuenca del río Tunuyán y puntos de muestreo (en azul)

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

Los parámetros analizados son *físico-químicos* (caudal, T°, pH, sólidos solubles totales y sedimentables 2 hs y 10', oxígeno disuelto y DQO) y *microbiológicos*: bacterias aerobias mesófilas (BAM) y coliformes totales y fecales (APHA, 1992). Paralelamente se ha comparado los valores obtenidos de caudal, pH, DQO, OD, BAM, coliformes fecales y totales en el ciclo 2007-2009 con los medidos (en los mismos sitios y por el mismo equipo de trabajo) en el ciclo 1999-2000. Previa sistematización de los resultados analíticos, y a la par de confeccionar una base de datos destinada a la posterior obtención de indicadores ambientales, se realizó el análisis estadístico de los mismos (media y desviación estándar de las variables mencionadas para cada sitio de muestreo en el tiempo) y se confeccionaron los diagramas de caja y bigote para cada variable respuesta. Se graficaron –además- las variables observadas respecto al tiempo (análisis temporal) y se analizó el comportamiento espacial de la contaminación considerando la ubicación de los sitios de muestreo, comparando los valores registrados entre sí.

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados de los análisis físico-químicos obtenidos en los distintos sitios de muestreo y a lo largo de los ciclos agrícolas se detallan a continuación:

Caudal circulante y temperatura del agua: la tabla 1 presenta los valores de caudal y temperatura con sus valores medios y la desviación estándar (D.E.) para los dos ciclos de medición antes mencionados:

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

Sitio	Caudal ($m^3.s^{-1}$)				Temperatura ($^{\circ}C$)			
	Feb 99-May 00		Ago 07-Feb09		Feb 99-May 00*		Ago 07-Feb09	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	2.0	1.4	1.6	0.9	Sd	sd	12.5	4.8
VU	14.7	12.5	8.9	3.5	Sd	sd	9.4	2.1
Y	1.8	0.2	3.0	1.8	Sd	sd	12.3	4.3
A	1.0	0.3	1.3	0.6	Sd	sd	13.6	5.0
CA	25.4	13.6	43.0	38.3	Sd	sd	12.3	3.6
TB	23.6	17.4	Sd	Sd	Sd	sd	15.4	5.1

* No se dispone de datos de temperatura en este ciclo

La Figura 2 presenta la variación temporal de los caudales de ambos ciclos de medición. Los valores correspondientes a TB en el ciclo 07/09 no han podido ser obtenidos.

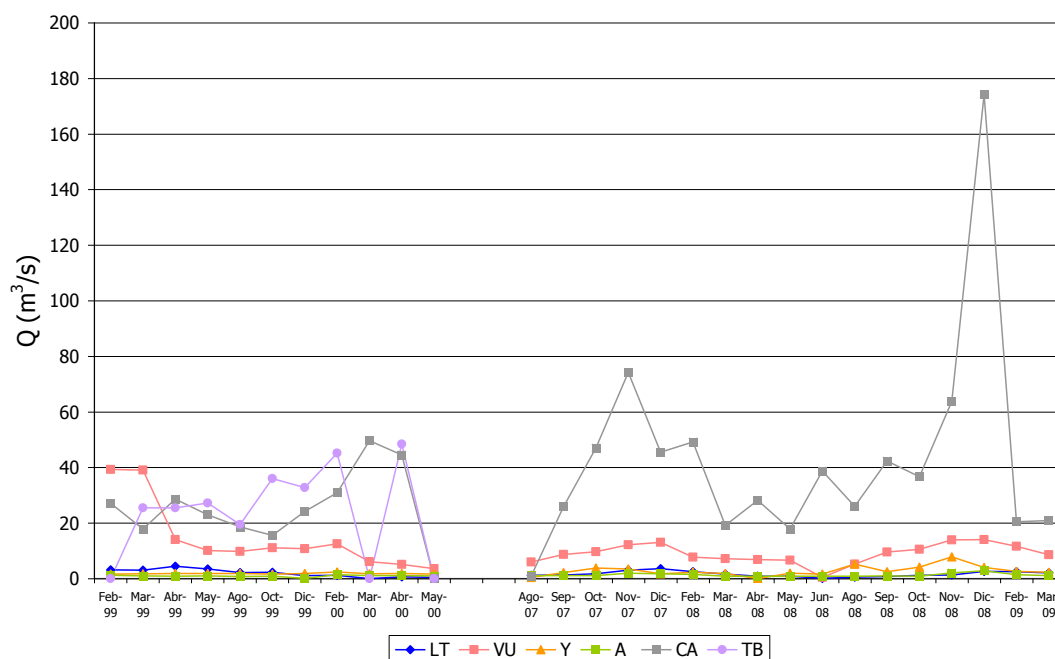


Figura 2: variación temporal de caudales ($m^3.s^{-1}$) en ambos ciclos de muestreo

En cuanto al parámetro temperatura del agua y si bien se observa una estrecha relación entre todos los puntos de muestreo a lo largo de todo el ciclo agrícola 2007/09, el sitio VU (Dique Valle de Uco) es el que presenta las temperaturas más bajas durante casi todo el año. Le siguen el Dique Yaucha, Costa Anzorena y el río Las Tunas, con temperaturas muy parecidas y un poco más elevadas; luego el Arroyo Aguanda y –con temperaturas más altas– el Dique Tiburcio Benegas (Departamento de Junín).

pH: la Tabla 2 presenta los valores de pH obtenidos, según sitio y época de muestreo (Figura 3):

Tabla 2: pH según sitio y época de muestreo

Sitio	pH			
	Feb 99-May 00		Ago 07-Feb09	
	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	7.4	0.2	7.2	0.5
VU	7.9	0.1	7.4	0.5
Y	8.0	0.2	7.6	0.3
A	7.9	0.1	7.5	0.3
CA	8.0	0.1	7.3	0.5
TB	8.0	0.1	7.3	0.5

Los valores indican que -si bien el agua es levemente alcalina- se observa una disminución de la alcalinidad en el sentido inverso del devenir del río y un aumento muy importante de la variabilidad. La Figura 3 muestra que todos los sitios responden a las exigencias de la normativa y se encuentran comprendidos entre los límites máximos permitidos y tolerados (tanto de alcalinidad como de acidez).

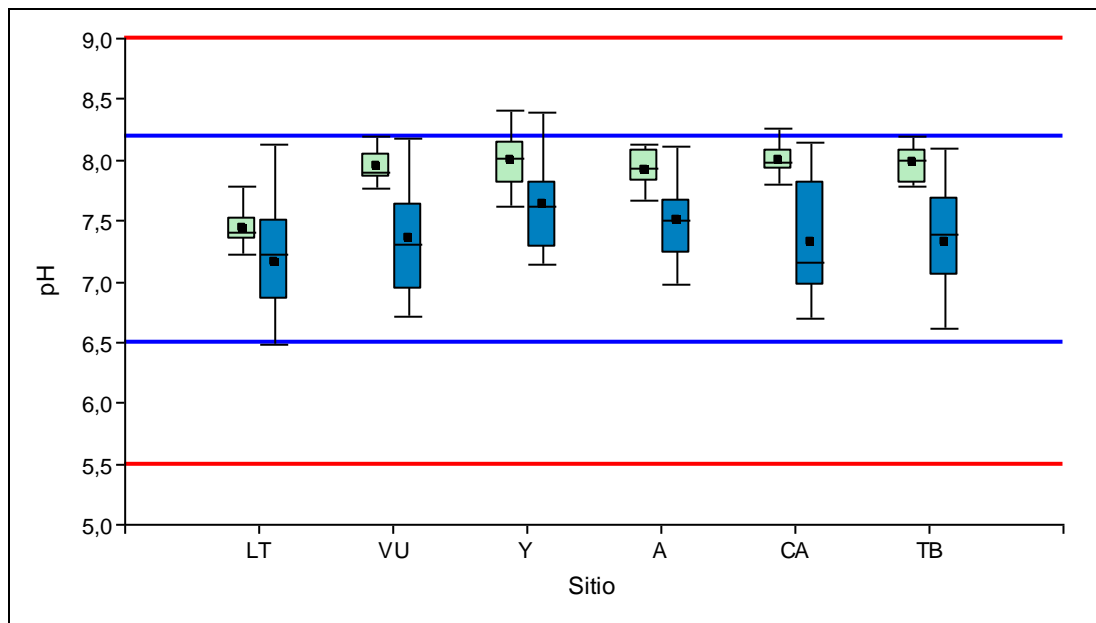


Figura 3: valores de pH. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

Sedimentos o materia suspendida: las partículas insolubles de suelo y otros materiales sólidos inorgánicos y orgánicos que quedan en suspensión en el agua son -en términos de masa total- la mayor fuente de contaminación física del agua de riego. La materia particulada suspendida enturbia el agua, reduce la aptitud de algunos organismos para encontrar alimento y la fotosíntesis de las plantas acuáticas, altera las redes de riego y puede transportar sustancias nocivas para la salud. Según Tyler Miller (1994) los sólidos sedimentables destruyen los sitios de alimentación y desove de peces y obstruyen y rellenan lagos, estanques, embalses artificiales y canales de riego.

En la zona alta, cercana a la precordillera, el río Tunuyán discurre por grandes pendientes ocasionando un torrente cuya velocidad depende del desnivel y del caudal. De esta velocidad depende, a su vez, el mayor o menor arrastre de sedimentos o partículas en suspensión, portadoras de una flora microbiana muy variada que tiene gran importancia en el equilibrio biótico del río. Los

resultados obtenidos indican que los mayores valores de sólidos en suspensión se encuentran en el Dique Valle de Uco (VU) -lo que resulta lógico- y en el Dique Tiburcio Benegas (TB) lo que tal vez pueda deberse al vuelco -desde el embalse nuevamente al lecho del río- a través de las turbinas de hidrogenación. Las Tabla 3 y su continuación presentan los contenidos de sólidos (en suspensión y sedimentables (10' y 2 hs) y totales (fijos y volátiles) medidos en los distintos sitios de muestreo. El diagrama de caja y bigote de la Figura 4 muestra los valores de los sólidos en suspensión y la Figura 5 la variación temporal de los mismos.

Tabla 3: sólidos según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Sólidos en suspensión (mg.dm⁻³)</i>		<i>Sólidos sedim. 10 min (mg.dm⁻³)</i>		<i>Sólidos sedim. 2 h (mg.dm⁻³)</i>		<i>Sólidos totales (mg/dm⁻³)</i>	
	<i>Ago 07-Feb 09</i>		<i>Ago 07-Feb 09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb 09</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>	7.7	3.8	0.044	0.081	0.009	0.030	443	184
<i>VU</i>	45.4	15.0	0.144	0.231	0.500	0.778	878	191
<i>Y</i>	14.7	10.7	0.013	0.050	0.036	0.081	234	91
<i>A</i>	11.9	6.4	0.006	0.025	0.127	0.185	233	52
<i>CA</i>	14.1	11.6	0.113	0.150	0.370	0.340	769	230
<i>TB</i>	25.0	13.9	0.025	0.068	0.044	0.088	395	124

Tabla 3 (continuación): sólidos totales fijos y volátiles según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Sólidos totales fijos (mg.dm⁻³)</i>		<i>Sólidos totales volátiles (mg.dm⁻³)</i>	
	<i>Ago 07-Feb 09</i>		<i>Ago 07-Feb 09</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
<i>LT</i>	278	190	166	63
<i>VU</i>	730	220	152	62
<i>Y</i>	108	60	126	63
<i>A</i>	131	46	101	26
<i>CA</i>	671	251	98	31
<i>TB</i>	234	117	155	75

Por su parte, los valores más altos de sólidos sedimentables en 10 minutos (Figura 6) se observan en VU (lo que resulta coherente con los altos caudales y las altas pendientes existentes) y en CA debido -también- a la fuerza erosiva del agua como consecuencia de altos caudales (evidentemente este material en suspensión queda atrapado en el Embalse El Carrizal).

Los sólidos totales se componen de fijos (STF) y volátiles (STV). Puede verse que para los primeros no existen diferencias importantes entre los sitios VU y CA (Figura 7) mientras que el contenido de los sólidos totales *volátiles* es más elevado en LT y VU y luego disminuye para volver a aumentar en TB (Figuras 8). Estos últimos dan idea de la cantidad de materia orgánica, el mayor valor en TB se explica por contaminación antrópica aguas arriba. Estos valores a su vez se corresponden con los valores hallados de BAM.

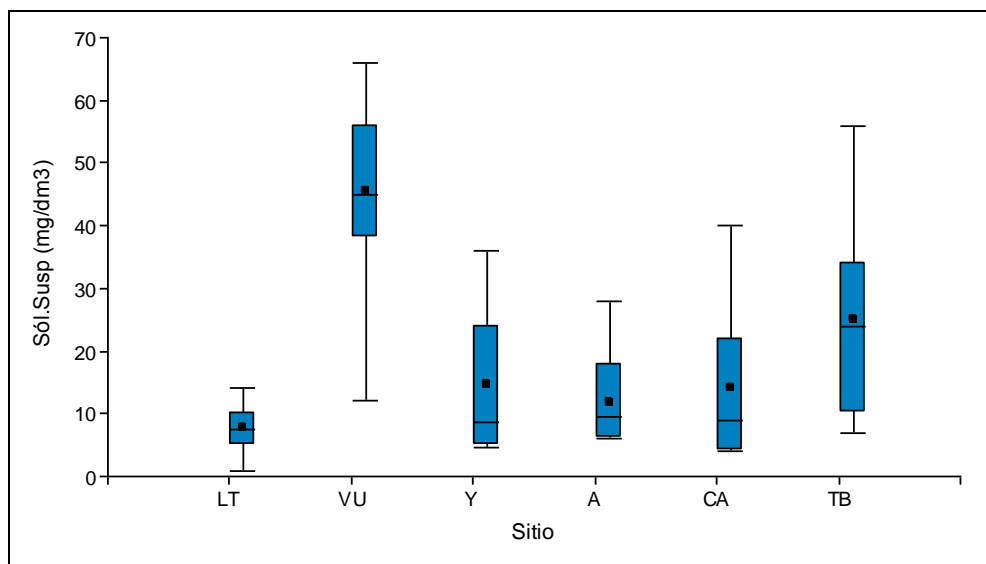


Figura 4: valores de sólidos en suspensión. Ciclo 07/09

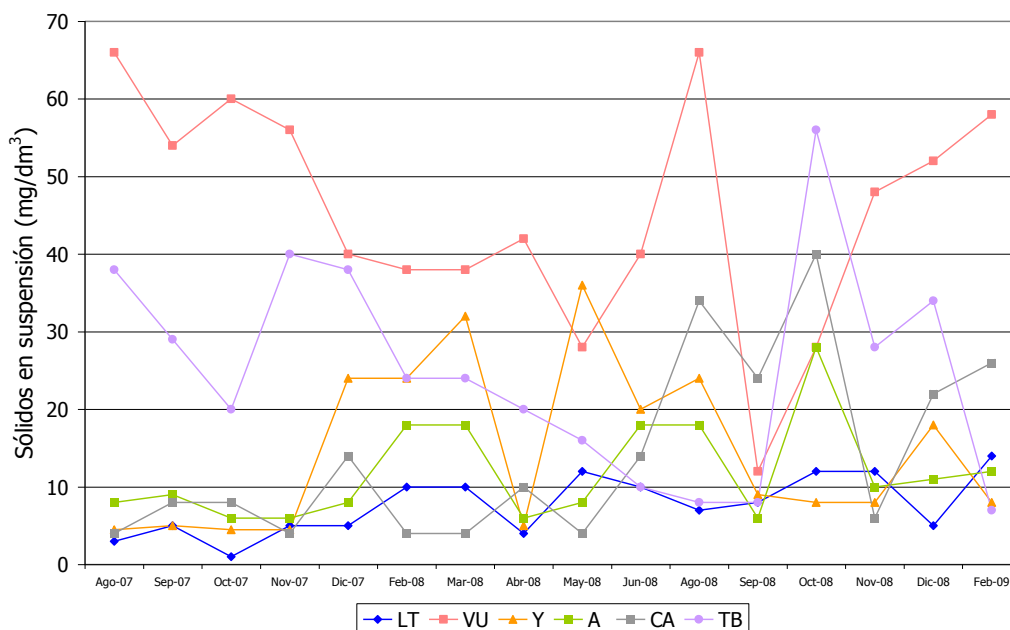


Figura 5: Variación temporal de sólidos en suspensión (mg.dm⁻³)

Los sólidos totales se componen de fijos (STF) y volátiles (STV). Puede verse que para los primeros no existen diferencias importantes entre los sitios VU y CA (Figura 7) mientras que el contenido de los sólidos totales *volátiles* es más elevado en LT y VU y luego disminuye para volver a aumentar en TB (Figuras 8). Estos últimos dan idea de la cantidad de materia orgánica, el mayor valor en TB se explica por contaminación antrópica aguas arriba. Estos valores a su vez se corresponden con los valores hallados de BAM.

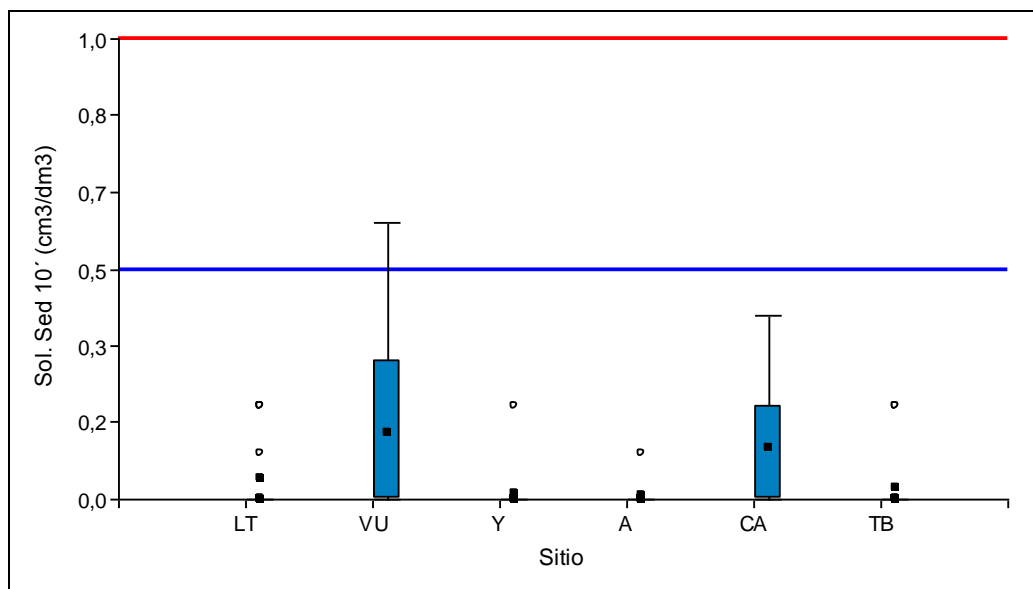


Figura 6: valores de sólidos sedimentables en 10 min. Ciclo 07/09

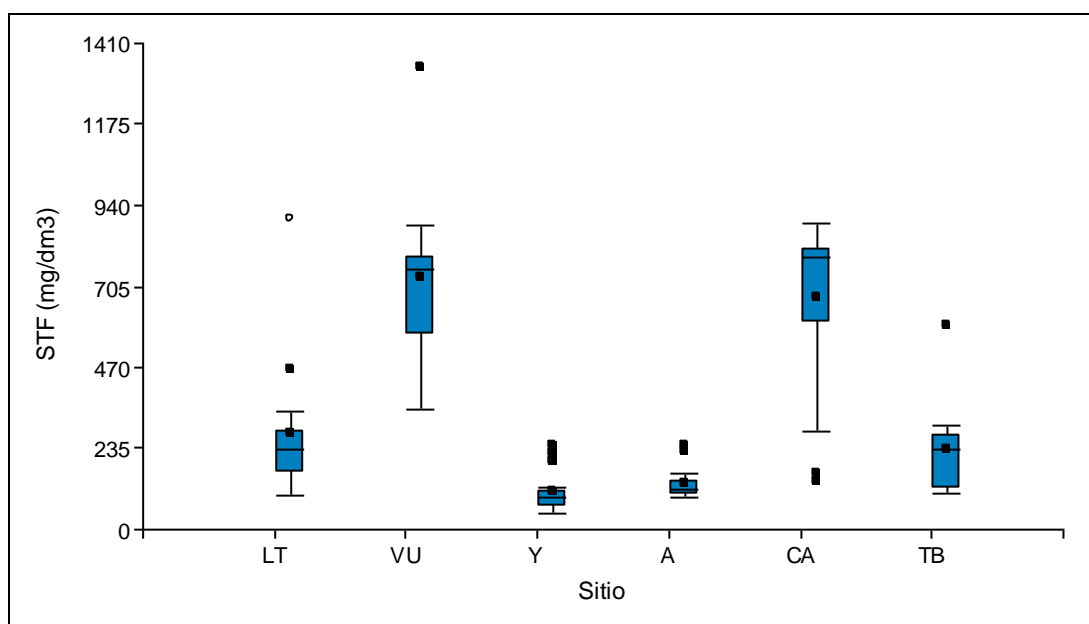


Figura 7: valores de sólidos totales fijos. Ciclo 07/09

Demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto: estos parámetros son indicadores de desechos de origen orgánico que requieren oxígeno para ser descompuestos por las bacterias aerobias. Es posible conocer la cantidad de este tipo de sustancias presentes en los cursos de agua midiendo tanto la demanda química de oxígeno (DQO) como el contenido de oxígeno disuelto (OD).

La Tabla 4 y la Figura 9 muestran un cambio sustancial en los valores de DQO entre ambos ciclos de muestreo, muy especialmente en CA y TB, disminución que comenzó a notarse a fines del primer ciclo de mediciones, que coincidiría con una mejora en el tratamiento de los vertidos de la planta de tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Tunuyán (Figura10). Estos valores de DQO han bajado sensiblemente hasta alcanzar valores por debajo de los límites establecidos en la Resolución 778.

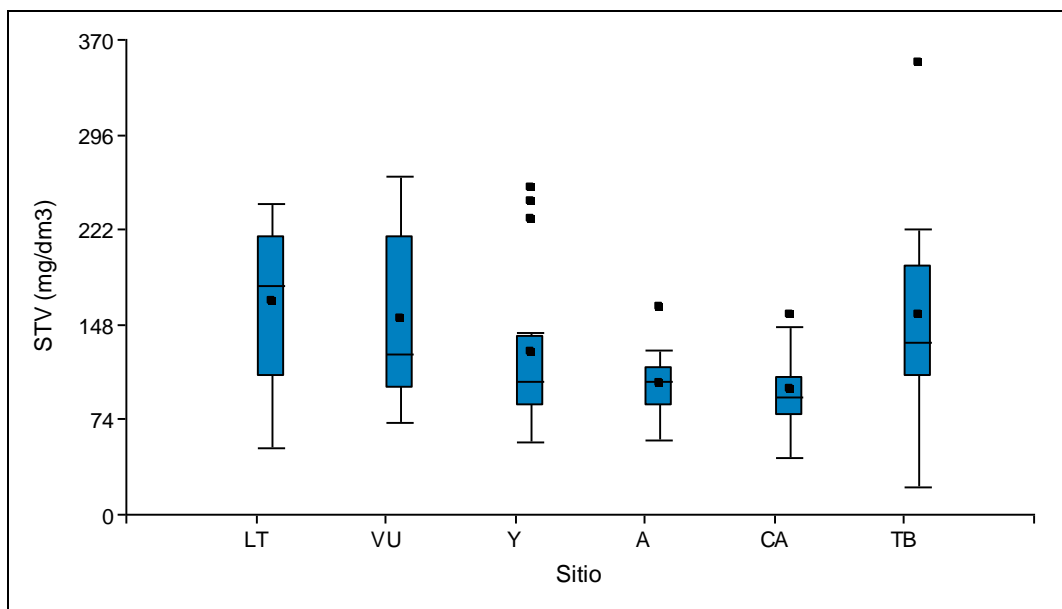


Figura 8: valores de sólidos totales volátiles. Ciclo 07/09

Tabla 4: demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto según sitio y época de muestreo

Sitio	DQO (mg.dm ⁻³)				OD (% saturación)			
	Feb 99-May 00		Ago 07-Feb 09		Feb 99-May 00		Ago 07-Feb 09	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
LT	19.45	37.08	4.75	19.00	75.44	11.81	71.75	9.12
VU	9.327	29.1	2.50	7.01	74.22	19.46	78.81	10.41
Y	23.91	55.16	9.94	12.46	86.00	12.15	74.71	7.41
A	15.86	24	7.44	6.68	81.67	12.93	74.39	7.10
CA	118.5	75.63	2.44	2.94	86.75	11.04	79.58	11.95
TB	171.1	100.9	1.56	6.25	92.71	9.844	84.97	9.62

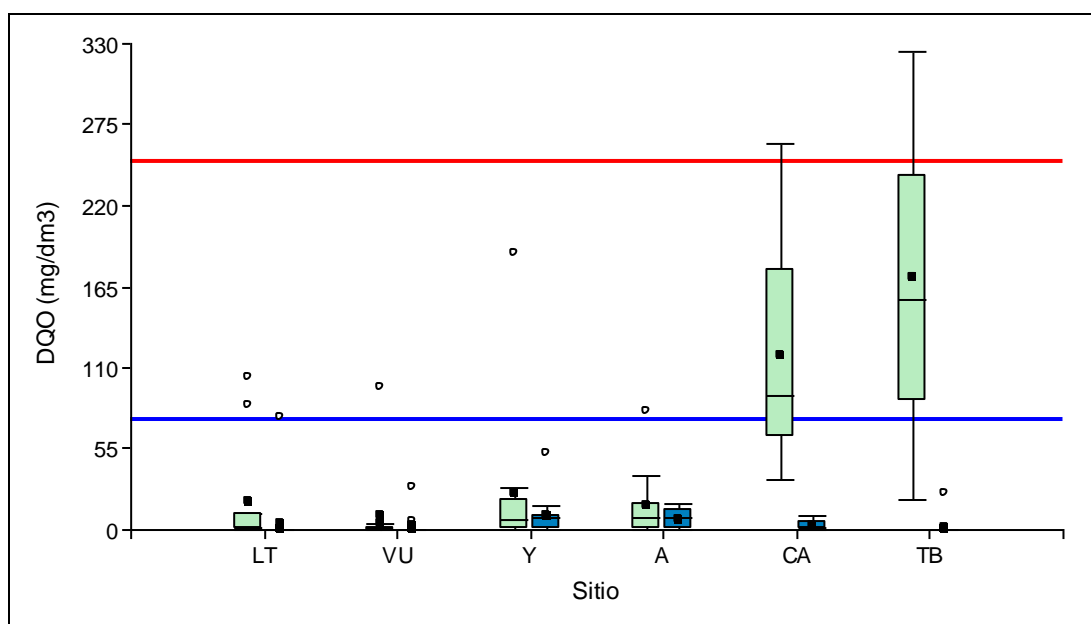


Figura 9: valores de DQO. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

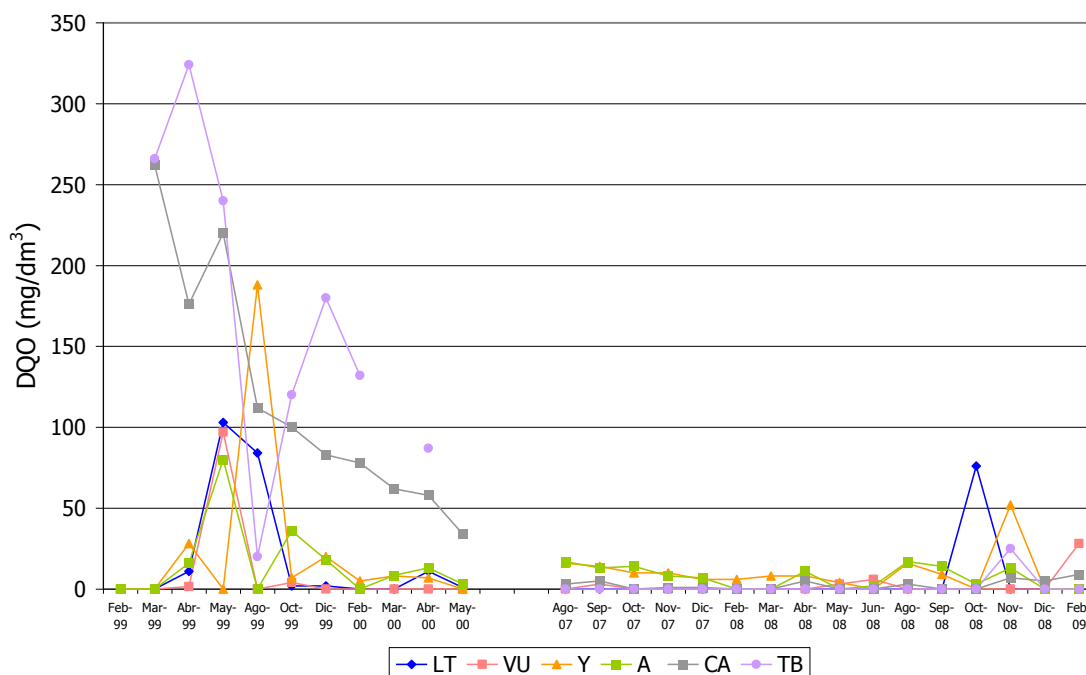
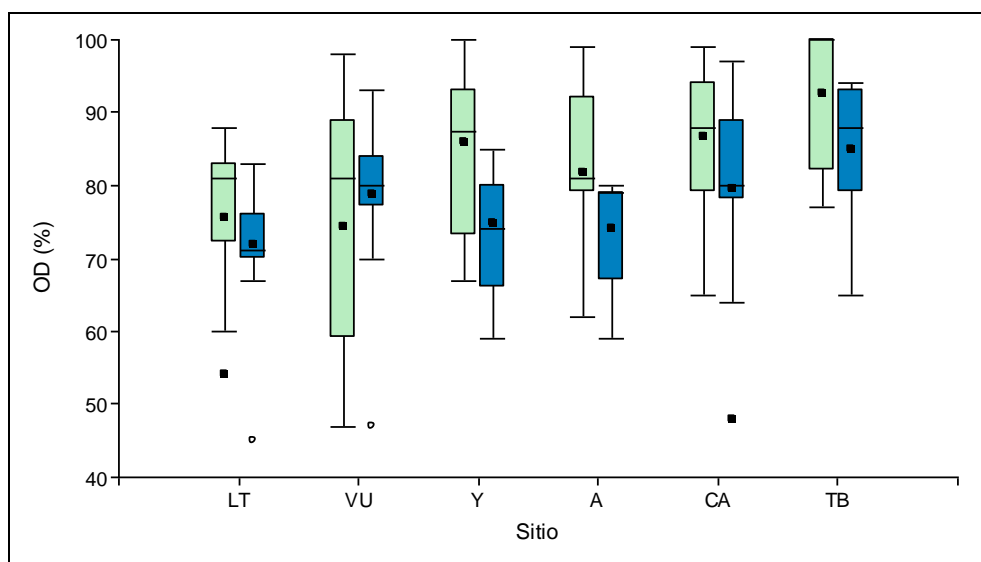


Figura 10: Variación temporal de demanda química de oxígeno (mg/dm³)

Respecto del oxígeno disuelto -que indica la posibilidad de degradar la materia orgánica- los contenidos registrados para los ciclos 99/00 y 07/09, expresados como porcentaje de saturación (Figura 11), no muestran cambios significativos entre ambos ciclos.



**Figura 11: valores de OD expresados como % de saturación
Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)**

Contaminación microbiana: los valores hallados tanto para bacterias aerobias mesófilas (BAM) como para coliformes (totales y fecales) muestran una gran variabilidad y una ligera diferencia entre los sitios. Las Tabla 5 y 6 y las Figuras 12 y 13 muestran grandes fluctuaciones a lo largo del ciclo agrícola. Los valores medios más altos de BAM se observan en los sitios TB y CA y se corresponden con los de coliformes fecales. Esto estaría indicando una contaminación del recurso con efluentes de origen cloacal (a esta situación se le suma el sitio A). Los valores de coliformes

fecales registrados en CA, TB y A superan los valores máximos permitido y tolerado (Resolución 778, DGI).

Tabla 5: bacterias aerobias mesófilas según sitio y época de muestreo

Sitio	<i>Bacterias aerobias mesófilas (ufc/ml)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb 09</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
LT	1.819.626	6.029.749	5.422	18.596
VU	127.547	422.025	4.493	9.902
Y	1.757	3.267	13.253	15.384
A	2.354	2.640	10.361	10.630
CA	2.320.152	7.266.233	63.727	111.946
TB	5.000.908	14.141.769	6.791	10.022

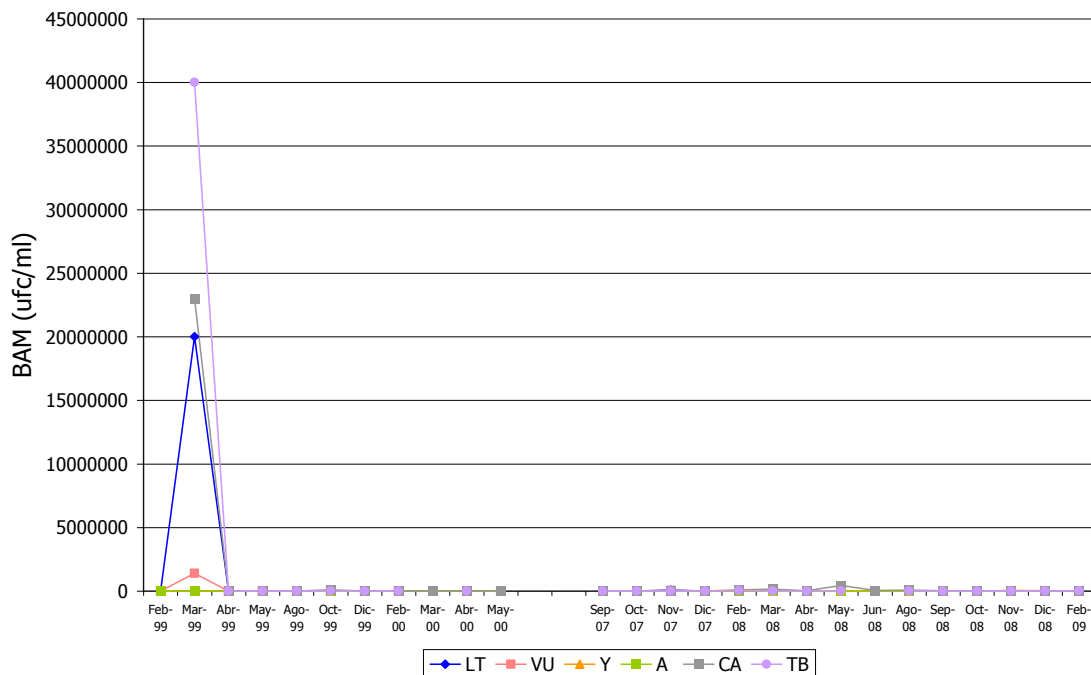


Figura 12: Variación temporal de bacterias aerobias mesófilas (ufc/ml)

Tabla 6: coliformes totales y fecales según sitio y época de muestreo

Sitio	<i>Coliformes totales (células%/ml)</i>				<i>Coliformes fecales (células%/ml)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb 09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb 09</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>
LT	23	27	111	124	21	28	61	72
VU	26	26	150	230	13	13	119	236
Y	474	1.370	1.039	1.318	290	904	259	304
A	1.376	2.724	4.185	7.040	236	718	2.800	6.393
CA	2.683	3.243	29.417	64.654	116	346	3.054	6.060
TB	298	408	8.480	13.677	7	10	2.486	6.333

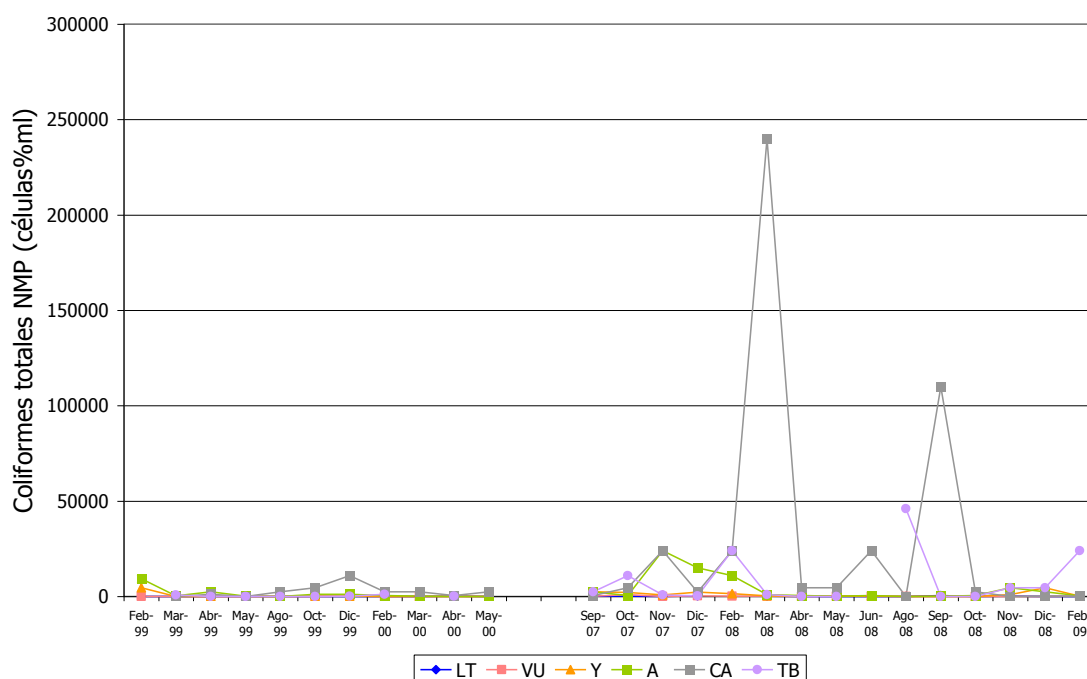


Figura 13: Variación temporal de coliformes totales (células%/ml)

CONCLUSIONES

Los caudales medios circulantes en cada uno de los sitios de muestreo -a excepción de CA (25 a 43 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)- no presentan diferencias relevantes entre ambos ciclos de registro. Con respecto a la variación de la temperatura media anual del agua a lo largo de río, como es lógico de esperar, se incrementa a medida que el río deja la montaña: en el Dique Valle de Uco es de $9,4^\circ\text{C}$, en Costa Anzorena sube a $12,3^\circ\text{C}$ y en el Dique Tiburcio Benegas llega a $15,4^\circ\text{C}$. El resto de los valores medidos son: Dique Yaucha $12,3^\circ\text{C}$, río Las Tunas ($12,5^\circ\text{C}$) y Arroyo Aguanda un poco más elevada ($13,6^\circ\text{C}$). Por su parte, los valores más altos de sólidos sedimentables ($10'$) se observan en VU y en CA, resultado coherente con los altos caudales y las altas pendientes existentes, las que originan grandes velocidades que arrastran abundante material (*a posteriori este material en suspensión queda atrapado en el Embalse El Carrizal*). Se observa, además, un cambio sustancial de la demanda química de oxígeno (DQO) entre ambos ciclos de muestreo: muy especialmente en CA y TB estos valores han bajado sensiblemente alcanzando valores por debajo de los límites establecidos en la norma 778.

Con respecto a los parámetros microbiológicos, tanto las bacterias aerobias mesófilas como las coliformes (totales y fecales) muestran una gran variabilidad y una ligera diferencia entre los sitios VU, CA y TB y el resto de los mismos, siendo los primeros los que presentan mayores recuentos. Los valores de coliformes fecales registrados en CA, TB y A superan los valores máximos permitido y tolerado (Resolución 778, DGI).

BIBLIOGRAFÍA

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

Chambouleyron J., S. Salatino, A. Drovandi y Otros, 2002. "Conflictos Ambientales en áreas regadías. Evaluación de impactos en la cuenca del R. 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.
- EPA.** 1992. Agencia de Protección Ambiental de EEUU. Oficina del Agua. Estándares del reglamento nacional primario de agua potable. USA.
- EPA, Method 608.** 1979. Organ chlorine pesticides and PCB 'S. Federal register. Volume 44, # 233.
- EPA Method 8141 A.** 1994. Organophosphoros compounds by gas chromatography: capillary column technique. [Http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf](http://www.epa.gov/sw-846/8000b.pdf).
- EPAS Ente Provincial del Agua y del Saneamiento.** 2001. Normas de calidad de aguas y efluentes. Anexos I y II. Mendoza – Argentina.
- Mastrantonio, L.** 2006. Reuso agrícola de efluentes industriales y domésticos: efecto en la calidad de agua y suelo. Estados ibérico-americanos por la educación, la ciencia y la cultura – DGI. 95 p.
- Medina de Días, R.; M. Zimmermann, N. Nacif, S. Campos, A. Drovandi y D. Genovese.** 1998. I-3 Parámetros Ambientales en Parámetros de desempeño de la agricultura de riego de Mendoza, Argentina. IWMI, Serie Latinoamericana N°5. México
- Morábito, J.; S. Salatino, R. Medina y otros.** 2005. Calidad del agua en el área regadía del río Mendoza (Argentina). Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXVII N° 1. 1– 23. Mendoza, Argentina
- Morábito, J.; S. Salatino, R. Medina y otros.** 2007. Calidad del agua en el área regadía del río Mendoza: temperatura, pH, iones solubles y sólidos. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIX 1. 9–20. Mza, Argentina
- UNESCO.** 2006. 2º Informe de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.