



CURSO TALLER

**AGUAS PARA EL FUTURO
INDICADORES Y ESCENARIOS PARA EL MANEJO
DE CUENCAS**



CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO DEL RIO TUNUYÁN SUPERIOR

Comparación de escenarios ciclos agrícolas

1999 / 2000 y 2007 / 2009

**Resultados de dos (2) estudios de evaluación de la calidad del agua
de riego del río Tunuyán superior**

Centro Regional Andino del INA

*Fac. Cas. Agrarias de la UNCuyo (Cátedras de Química Agrícola, Química
Analítica, Industrias Agrarias y Microbiología)*

“EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN LA CUENCA DEL RÍO TUNUYÁN” : J. Chambouleyron; S. Salatino, A. Drovandi; R. Medina, M. Zimmermann, M. Marre, R. Bustos, E. Antonioli, M. Filippini, N. Nacif, S. Campos, C. Dediol, A. Camargo, D. Genovese.

**Ciclos agrícolas 98/99 y 99 - 2000
(FONCYT)**

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN ÁREAS REGADÍAS DEL RÍO TUNUYÁN SUPERIOR CON MIRAS A UN APROVECHAMIENTO RACIONAL Y SUSTENTABLE”: José Morábito, S. E. Salatino, R. Medina, M. Zimmermann, M. Filippini, A. Bermejillo, N. Nacif , S. Campos, C. Dediol y D. Genovese.

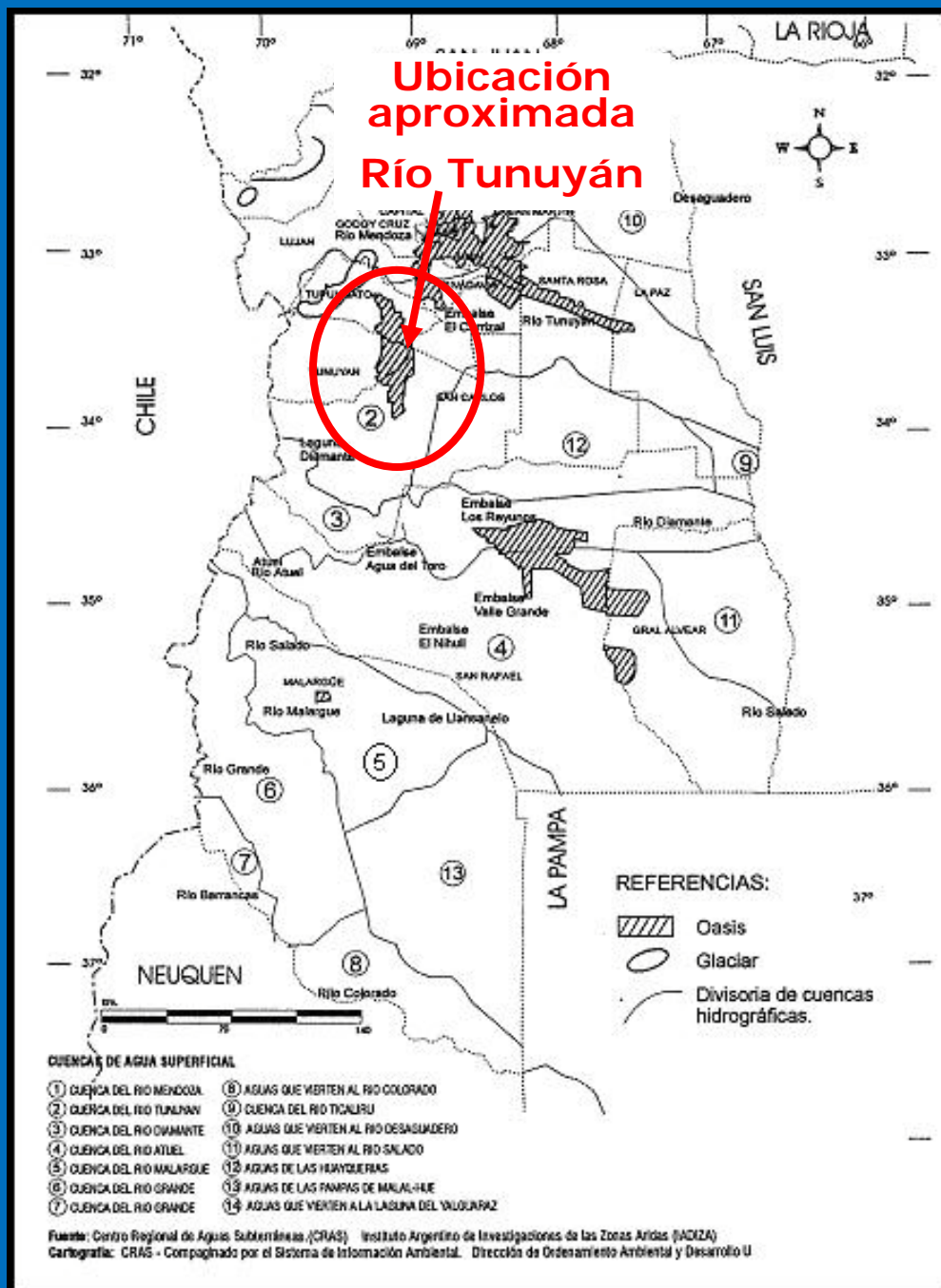
**Ciclos agrícolas 2007/08 – 2009 (a la fecha)
(SECTYP)**

El **Tunuyán** es uno de los cinco ríos que atraviesa el territorio de la Provincia de Mendoza.

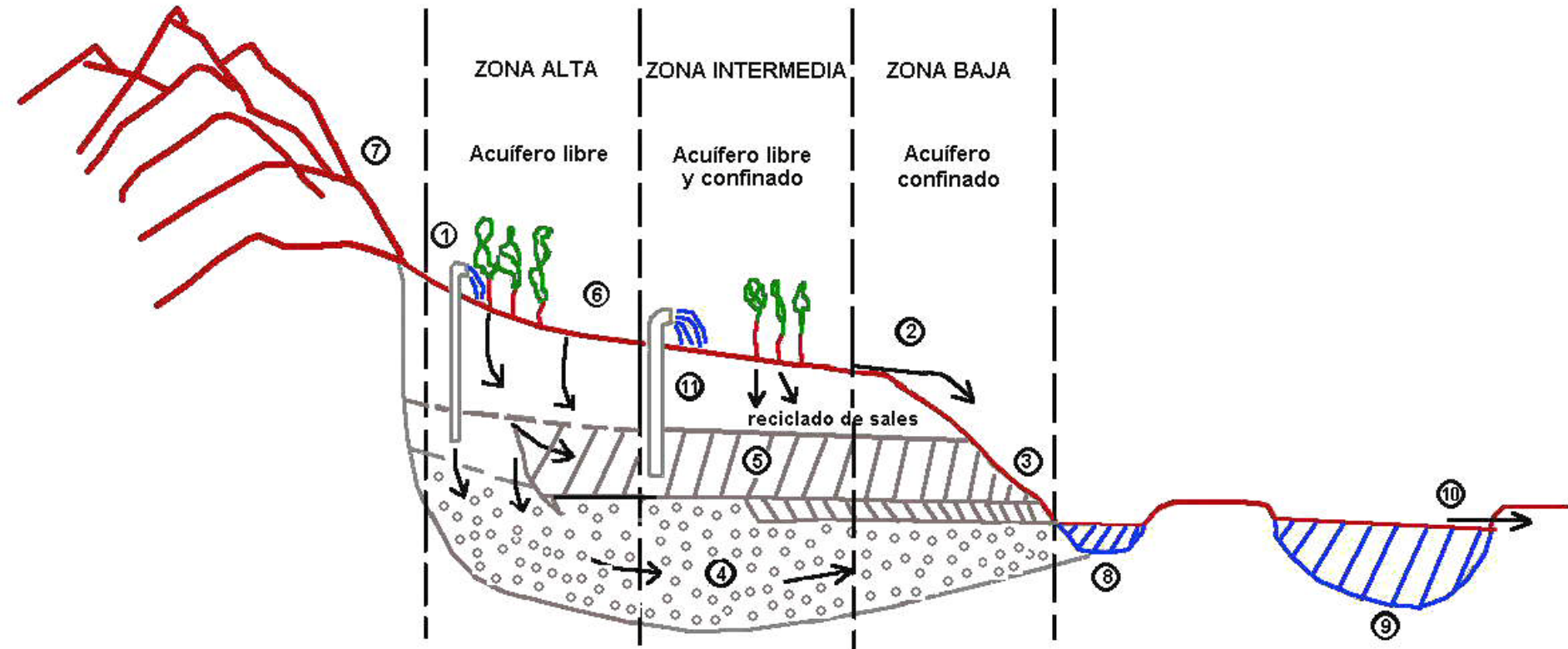
Con un caudal promedio de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ha permitido el importante desarrollo del denominado **oasis centro** de la provincia.

Se encuentra dividido en dos subcuencas, la superior y la inferior, con superficies de 54.000 y 81.000 ha empadronadas con derechos de riego, respectivamente.

En el área existen en funcionamiento unas 1.500 perforaciones que extraen del acuífero 119 Hm^3 .



Esquema de uso del agua. Río Tunuyán Superior



Referencias:

- 1.Llanura pedemontana regada (percolación salina)
- 2.Ríos que aportan agua al Tunuyán
- 3.Arroyos y vertientes
- 4.Acuífero subterráneo confinado, con techo impermeable
- 5.Acuífero freático, alimenta arroyos y vertientes
- 6.Area regada
- 7.Nacimiento de ríos
- 8.Río Tunuyán en Costa Anzorena
- 9.Embalse Carrizal
- 10.Red de riego Tunuyán Inferior
- 11.Perforación que bombea del acuífero

"EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN LA CUENCA DEL RÍO TUNUYÁN"

Jorge Chambouleyron, S. Salatino, A. Drovandi; R. Medina,
M. Zimmermann, M. Marre, R. Bustos, E. Antonioli, M. Filippini,
N. Nacif, S. Campos, C. Dediol, A. Camargo, D. Genovese



Instituto Nacional del Agua
Universidad Nacional de Cuyo
Belgrano 210 Oeste (5500) Mendoza
Telefax: (0261)4286993
e-mail: cra_riego@lanet.com.ar

HIPÓTESIS

Al intensificarse la extracción de agua subterránea, disminuirá el caudal de arroyos y vertientes y por lo tanto el aporte al caudal del Río Tunuyán.

Un aumento probable de la superficie cultivada o de la actividad económica general de la zona alta –a expensas del agua subterránea- originará un aumento de los tenores salinos en el agua de riego del Río Tunuyán Inferior, afectando en mayor o menor grado a la producción de los cultivos.

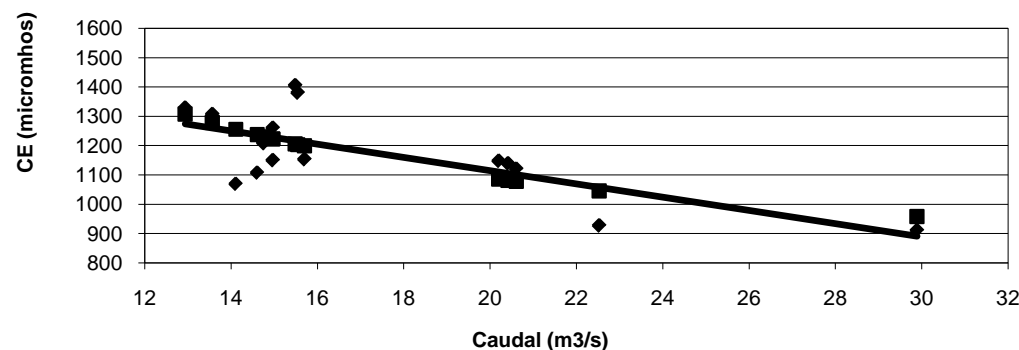
Los arroyos y vertientes se verían transformados en colectores de drenaje, la actual salinidad del agua de riego ($1130 \mu\text{Scm}^{-1}$) podría alcanzar valores cercanos a los $1420 \mu\text{Scm}^{-1}$, demostrando así una progresiva salinización del agua del río Tunuyán Inferior.

RESULTADOS

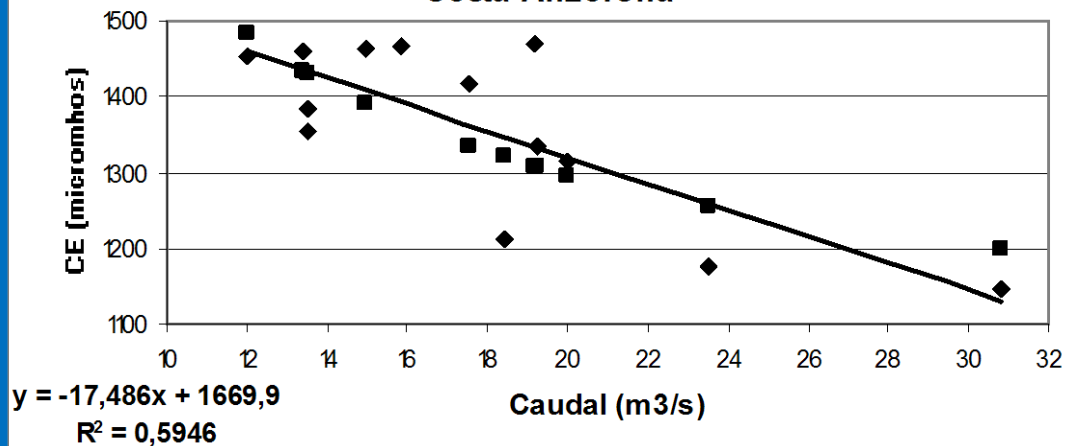
* Relaciones Caudal – Salinidad

El coeficiente de correlación (caudal – salinidad) indicó una *relación entre variables “moderadamente fuerte”*.

Relación Salinidad - Caudal
Ingreso a la cuenca en Valle de Uco



Relacion Salinidad - Caudal
Costa Anzorena



* Funciones de producción

El potencial incremento de la actividad económica de la cuenca superior sería equivalente a:

- **una reducción de la oferta** de agua de riego del cultivo (parral de vid var “criollas”) de 880 a 867 mm/año
- **una reducción de la producción**
 - (12%)=250 a 220 Qm/ha f/salin.freática (Fussi,95)
 - (22%): f/ “conductividad eléctrica” (Mass y Hoffmann)
- **una reducción de la superficie empadronada:**
 - (33%) de 81.714 a 54.545 ha (escenario optimista)
 - (64%) en la situación más desfavorable.

*** Evaluación económica de los impactos sobre los Medios Físico natural y socio-económicocultural:**

- **Desaparición en la cuenca inferior** de las actuales 4500 ha de durazneros (cultivo “muy sensible” a salinidad)
- **Pérdidas de rendimiento (22%)** en vid (cultivo “moderadamente sensible”) cuyo valor se estimó en \$ 20.000.000/año (*al 2001*).
- **Disminución de la oferta de agua** (sólo para 2/3 de la superficie bajo riego que actualmente es 81.000 ha).
- **Costos de tratamiento de efluentes urbanos** calculados en base a los volúmenes a tratar se elevaría a \$ 1.820.000/año.

- **La desaparición de unidades productivas menores de 10 ha** caracterizadas por su tipologías como:
 - “campesinos”,
 - “productores familiares capitalizados” y
 - “productores con modelos puros de durazneros”
- **El impacto sobre la capacidad contributiva de los agricultores** que afectará el cumplimiento de:
 - la cuota sostenimiento del D.G.I. (\$ 293.020/año)
 - contribuirá al deterioro de la red de riego y drenaje (\$ 885.000)

CONCLUSIONES



Como consecuencia del actual aprovechamiento intensivo del Río Tunuyán Superior se producirá, a corto o largo plazo:

- **la contaminación salina del área inferior** de la cuenca debido a la reducción de los caudales y a la salinización del agua de riego
- **la paulatina degradación de los suelos** y el empobrecimiento de la población (agrícola y no agrícola) con la consiguiente migración y desaparición de la hoy pujante zona agroindustrial del este provincial

El recurso hídrico deberá ser administrado en el futuro teniendo en cuenta la complicada interrelación de todas las variables intervinientes:

- la previsión de la demanda
- el cómputo de la oferta (superficial y subterránea)
- los ciclos climáticos e hidrológicos
- **la calidad del agua (en especial la salinidad)**
- la magnitud de las pérdidas y sus distintos orígenes
- la dinámica de la economía, los modelos productivos y la movilidad de los actores sociales, *(entre las más importantes)*

Evaluación de la calidad del agua en áreas regadías del río Tunuyán Superior (Mendoza) para un aprovechamiento racional y sustentable

Santa E. Salatino, J. Morábito, R. Medina, M. Zimmermann, M. Filippini, A. Bermejillo, N. Nacif, S. Campos, C. Dediol y D. Genovese

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

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo

Belgrano Oeste 210, 3er Piso, Ofic. 322, 5500 (Mendoza), 0261 – 4286993 / 4 288 251

ssalatino@ina.gov.ar – cra_riego@lanet.com.ar

OBJETIVOS

General:

- * Evaluar niveles y detectar variaciones espaciales y temporales de contaminación físico-química- microbiológica de origen antrópica.

Específicos:

- * Evaluar la contaminación hídrica producto de actividades agrícolas, humanas e industriales en el área de regadío del río Tunuyán
- * Detectar variaciones de calidad espacio-tiempo y determinar sus posibles causas
- * Confeccionar una base de datos de calidad físico-química y microbiológica del agua
- * Elaborar recomendaciones de manejo y pautas de política hídrica que aseguren la disponibilidad y preservación de la calidad del recurso en el área de influencia del estudio.

HIPÓTESIS

- * *Existe* un paulatino desmejoramiento de la calidad del agua entre la cuenca alta (arroyos aportantes) y el río Tunuyán en Valle de Uco respecto al punto de salida río en Costa Anzorena.
- * *No existen* diferencias significativas entre la calidad del agua en Costa Anzorena (aguas arriba del dique embalse El Carrizal) y el dique derivador Tiburcio Benegas aguas abajo del mismo.
- * La calidad del agua del río Tunuyán ha variado entre el año 1999/2000 y el 2007/08 como consecuencia de un incremento de la actividad agrícola en la cuenca alta.

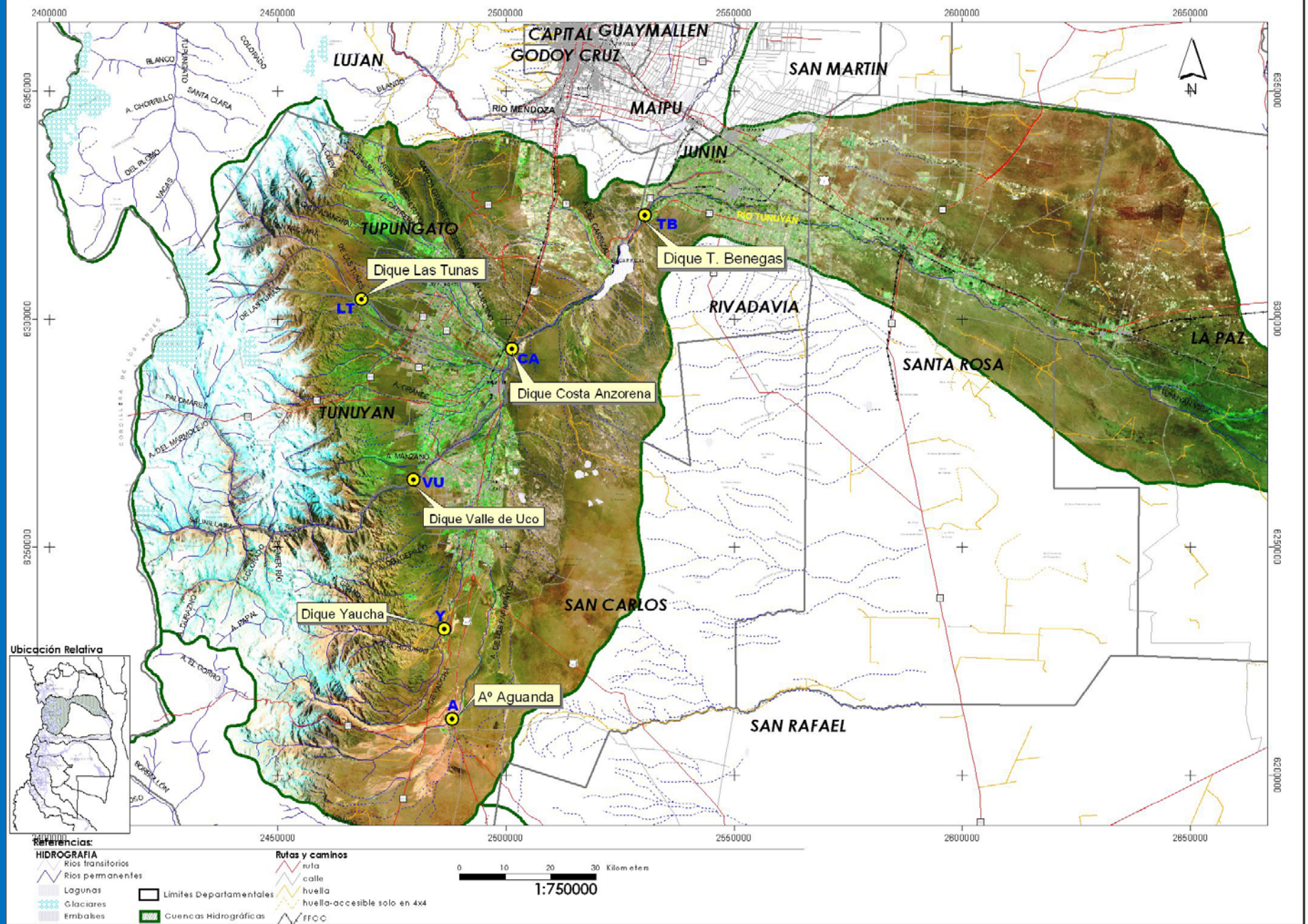
MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la evolución de la calidad del agua se seleccionaron seis (6) sitios georeferenciados:

cuatro (4) de ingreso: LT – VU – A - Y

dos de egreso (2): CA - TB

Muestreos *mensuales y aforo del caudal pasante* entre las 8 y las 20 horas (aprox.) desde agosto de 2007 hasta marzo de 2009.



Ubicación de sitios de muestreo

Los parámetros analizados (Standard Methods: APHA, AWWA, WPCF, 1992) fueron:

- *. físico-químicos*: CE, t°, pH, salinidad completa, RAS. sólidos solubles totales y sedimentables 10', *oxígeno disuelto, DQO, metales pesados -cadmio, plomo, cobre y zinc-*

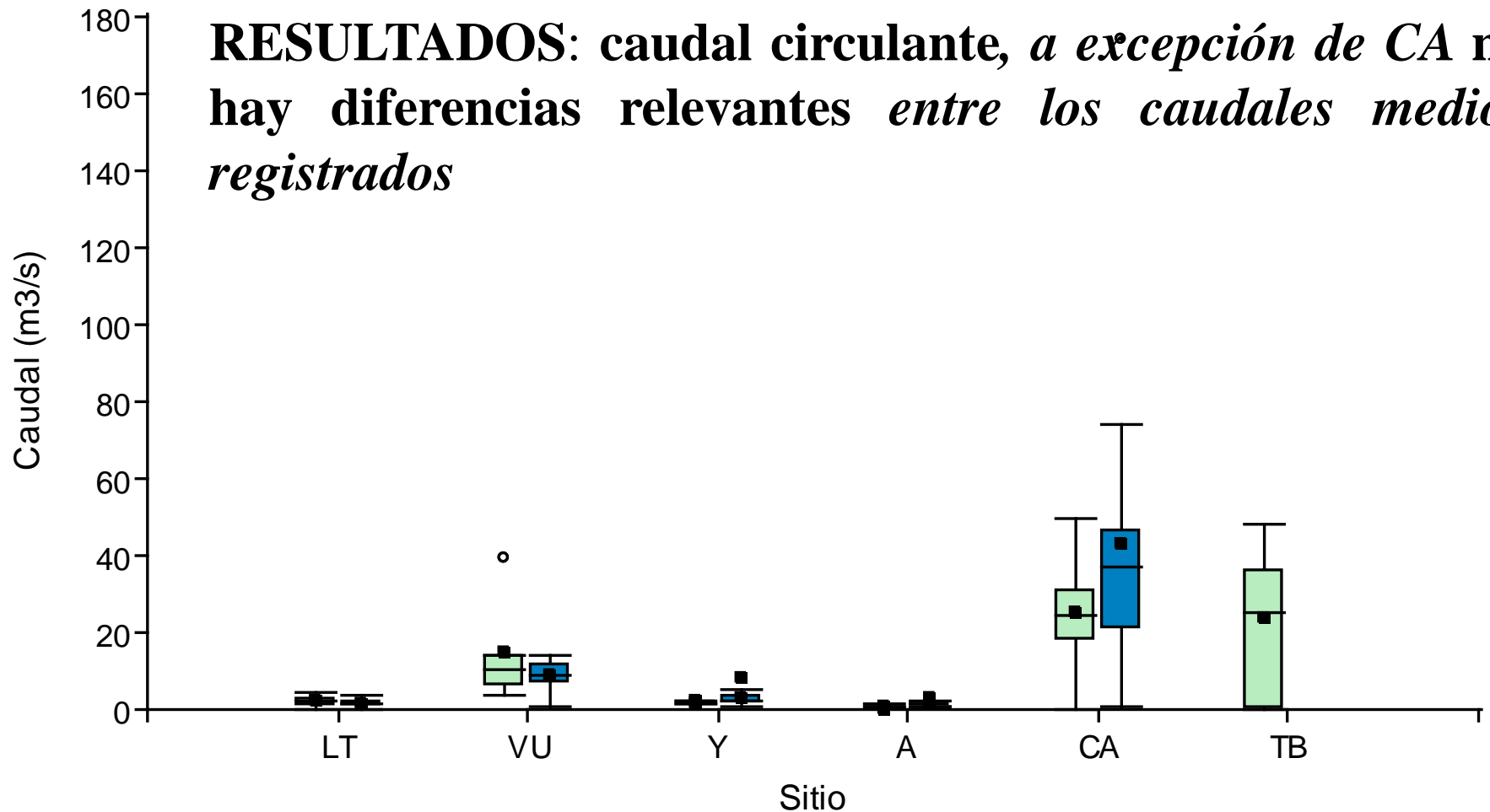
- *. microbiológicos*: bacterias aerobias mesófilas (BAM) y coliformes (totales y fecales)

Se compararon los valores medidos de los distintos parámetros correspondientes a los ciclos: **02 /1999 - 05 / 2000 y 08 / 2007 – 03 / 2009**

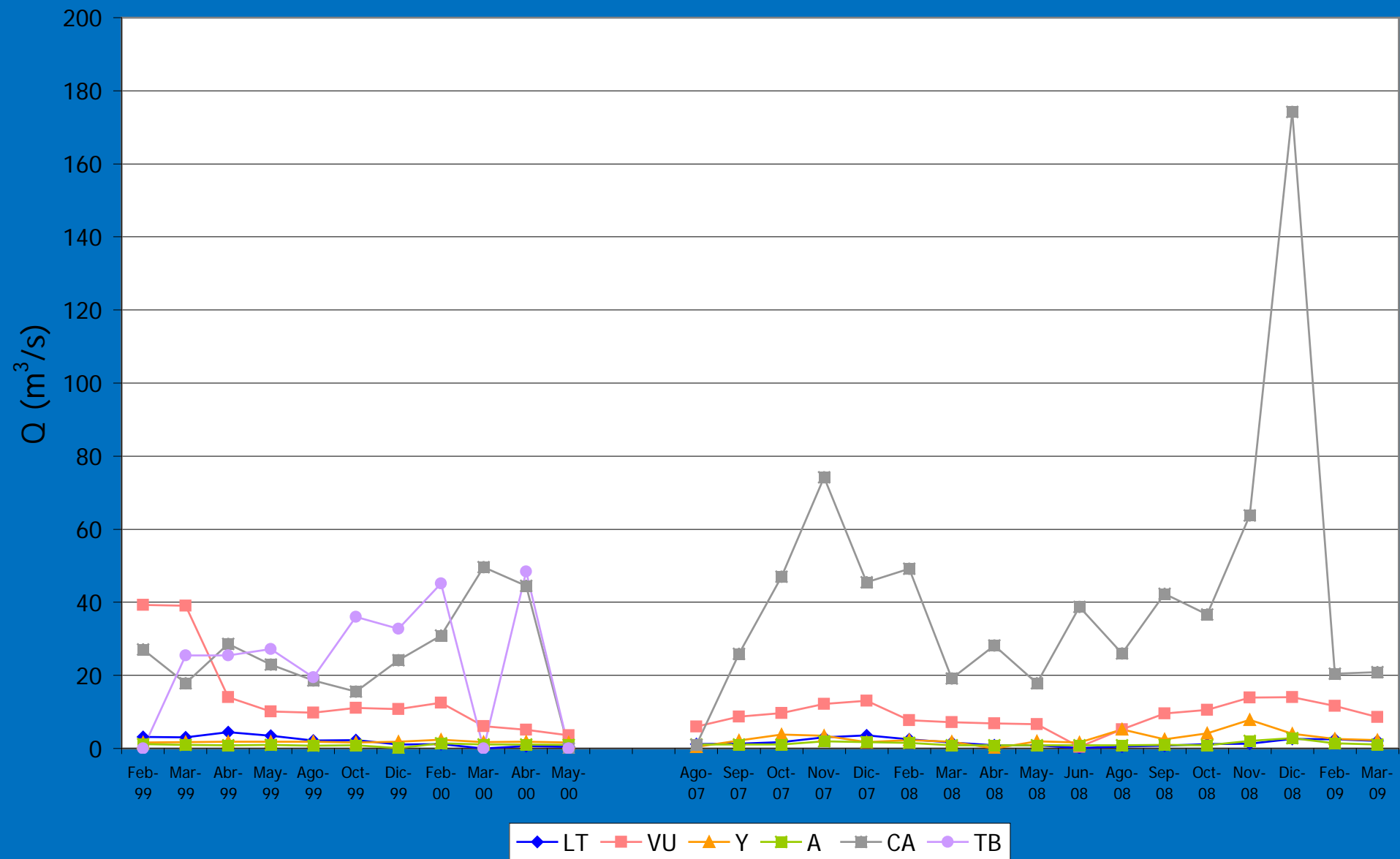
Se realizó el **análisis estadístico**: cálculo de la media aritmética y de la desviación estándar de las variables mencionadas para cada sitio de muestreo a lo largo de cada ciclo.

Se elaboraron **diagramas de caja y bigote** para cada variable respuesta, respecto a cada uno de los niveles del factor “sitio”.

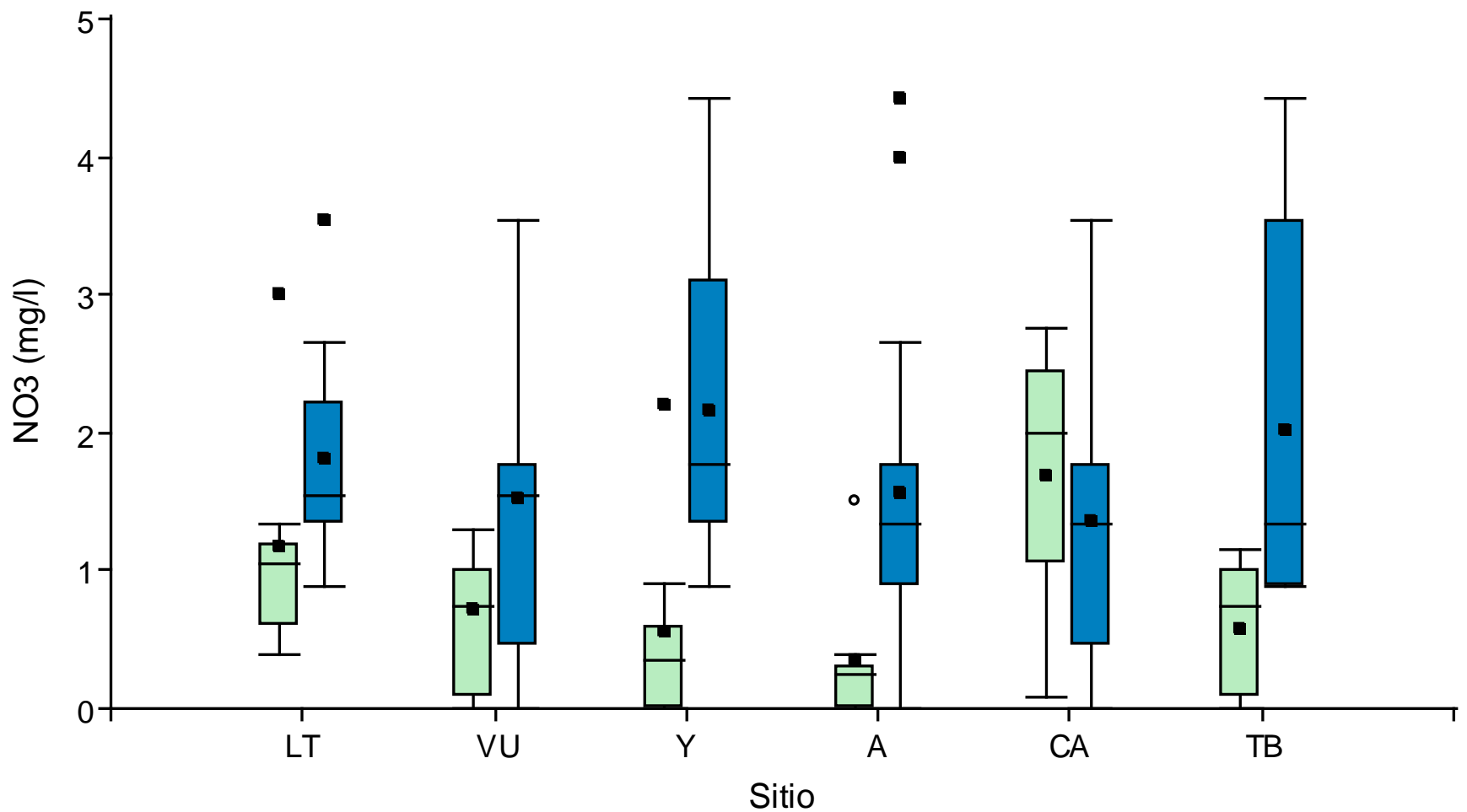
RESULTADOS: caudal circulante, *a excepción de CA no hay diferencias relevantes entre los caudales medios registrados*



Aforos de caudal registrados en los sitios de muestreo (en verde ciclos 99 /2000 y en azul 2007 / 2009)

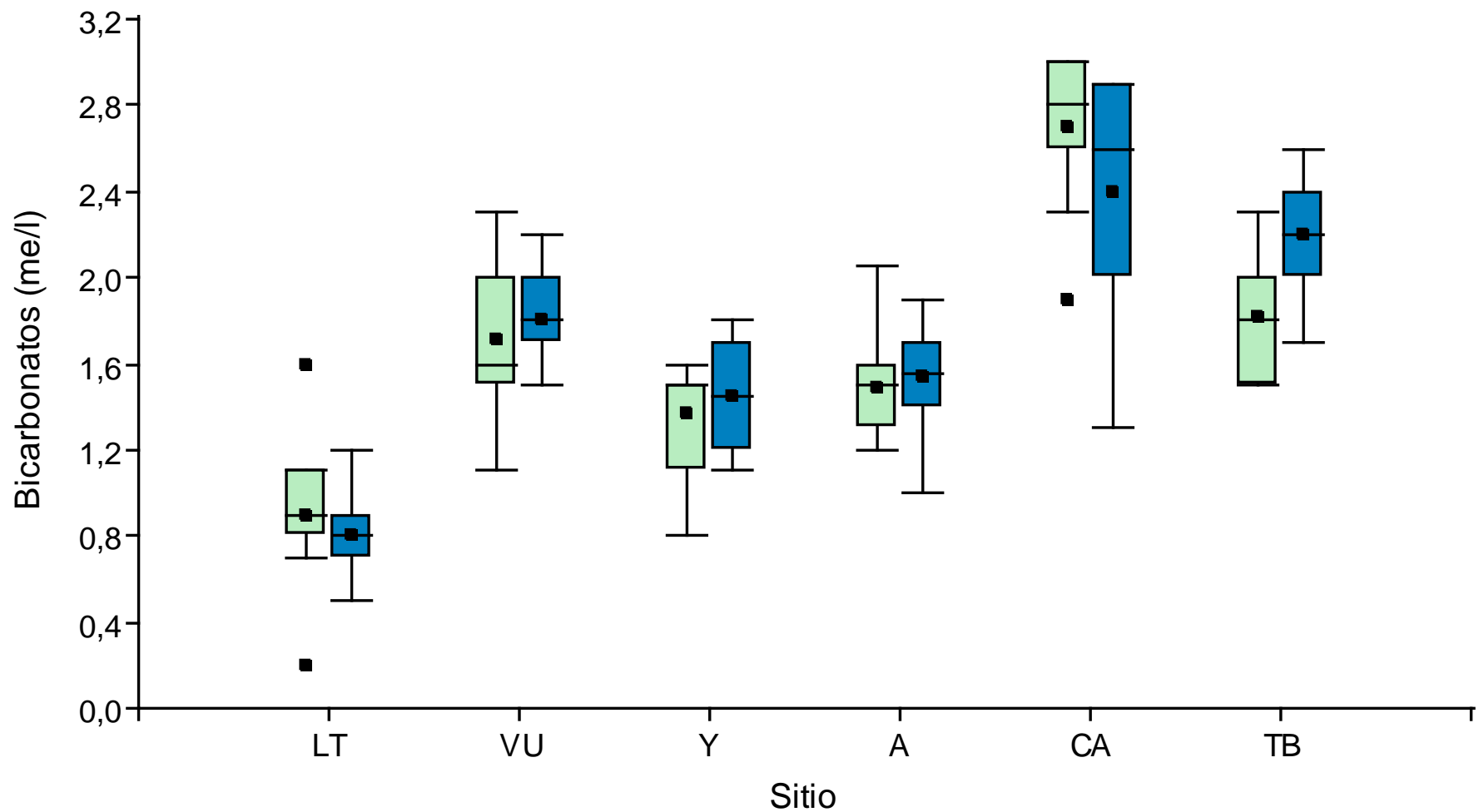


Variación temporal de caudales (m^3/s) en ambos ciclos de muestreo



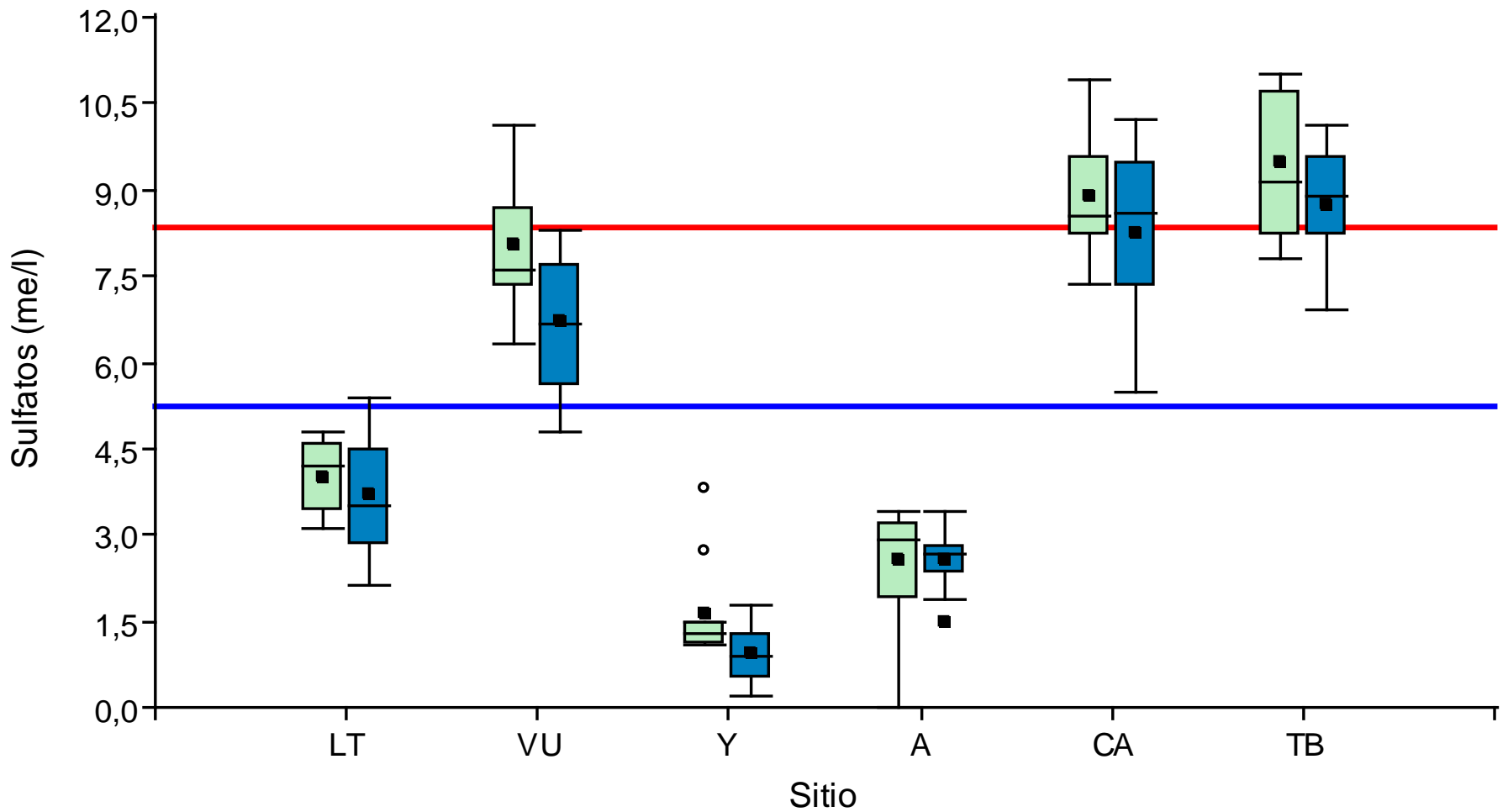
Contenidos de nitrato en puntos de muestreo. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

En general se observa un incremento del contenido de nitratos en el ciclo 07/09 respecto del 99/00 (máx. permitido y tolerado < 45 mg. L⁻¹ (Resolución 778 DGI))



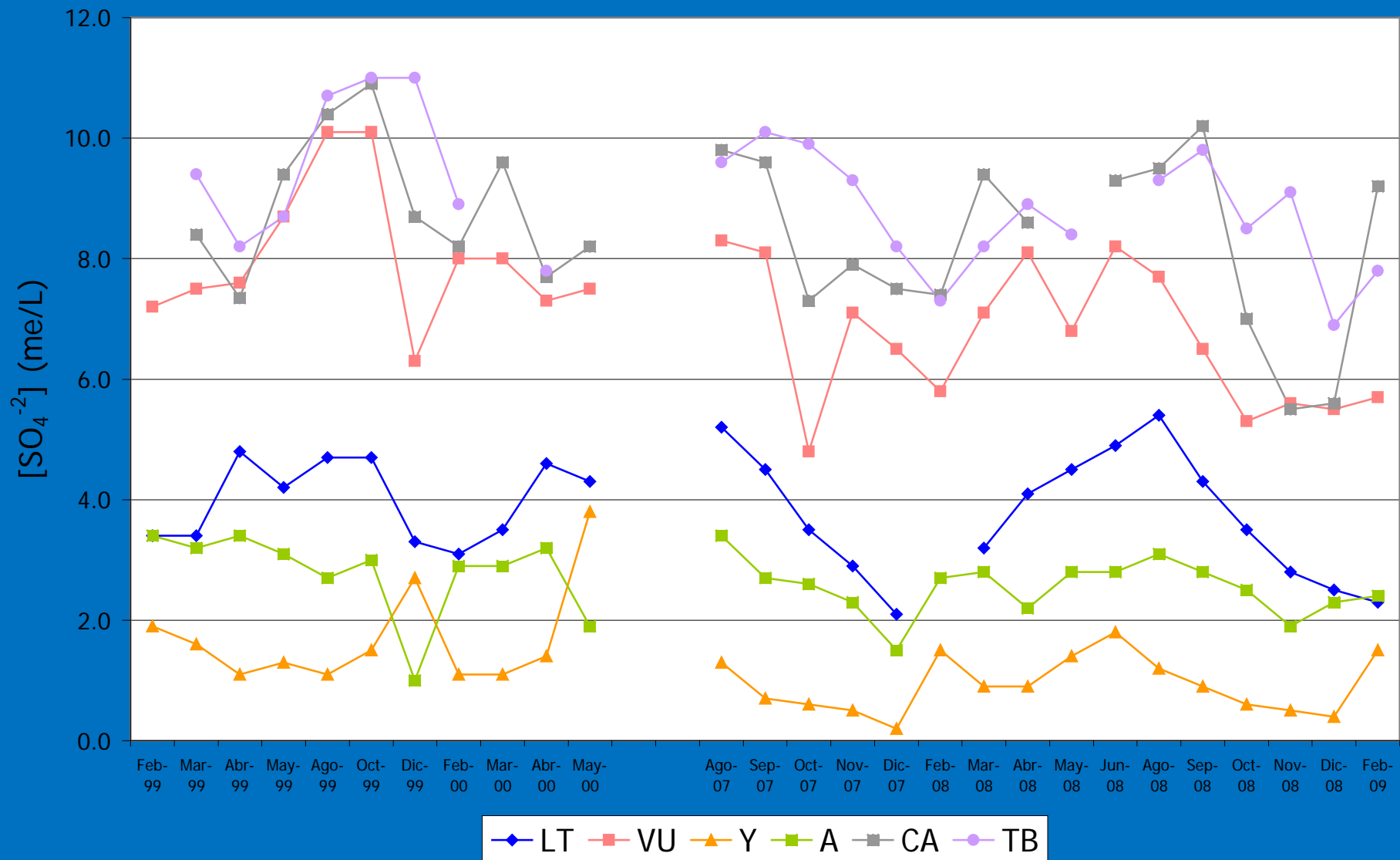
Contenido de bicarbonatos. Ciclos 99/00 y 07/09

Los bicarbonatos *no presentan diferencias*

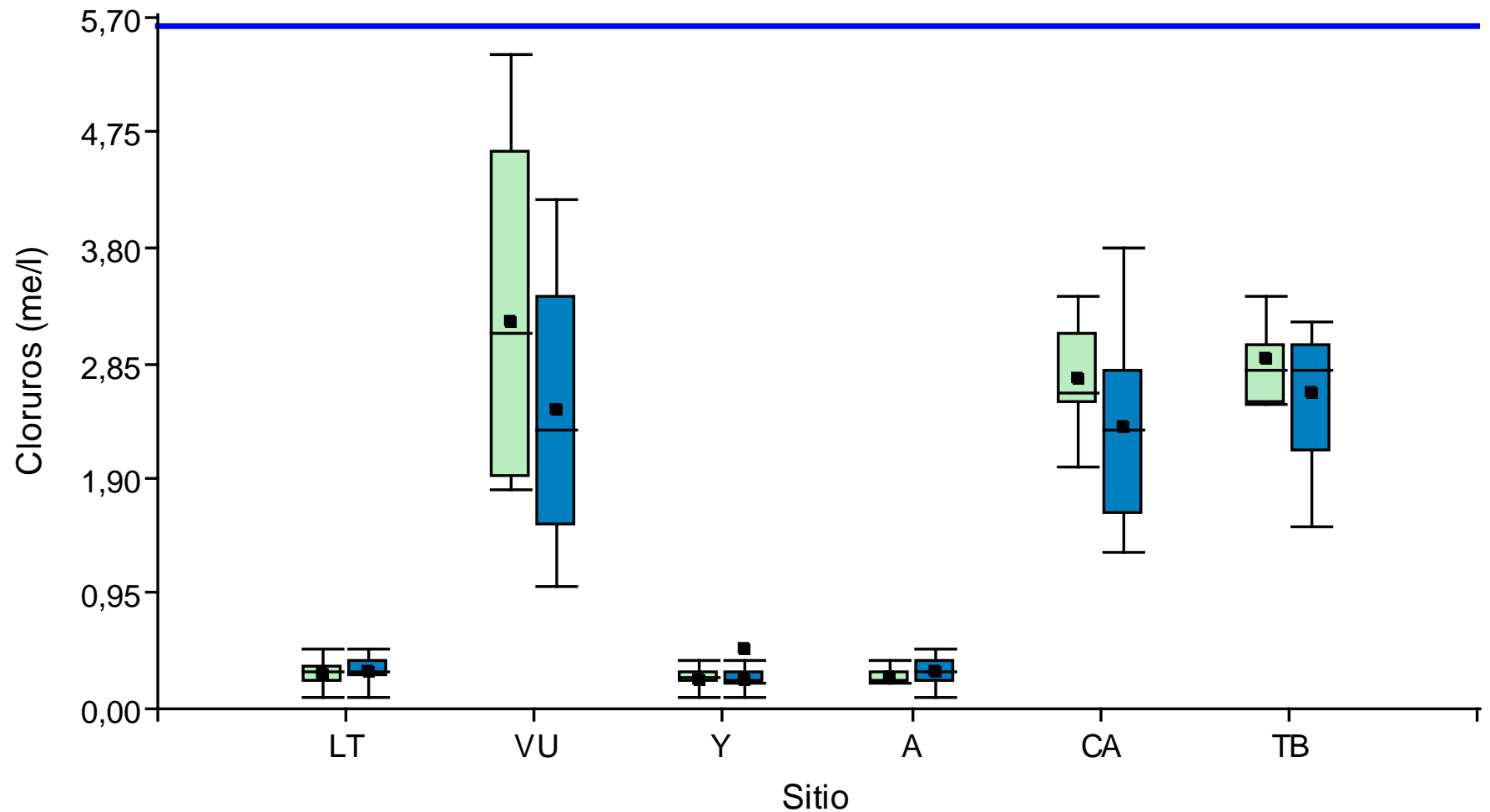


Contenidos de sulfato Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

Los sulfatos sobrepasan los límites máximos permitido y tolerado en los puntos VU, CA y TB.



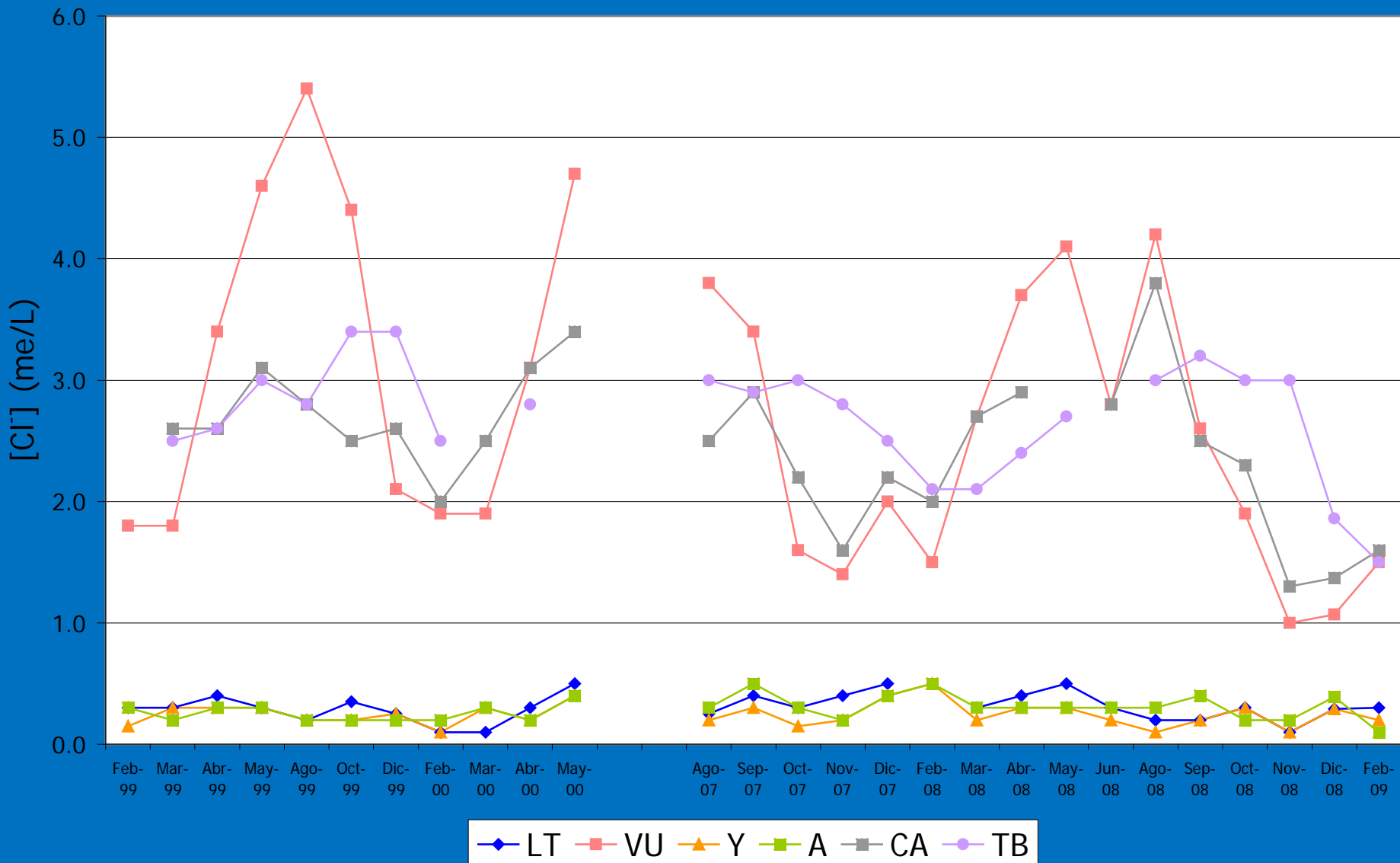
Variación temporal de concentración de anión sulfato (me/L)



Cloruros Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (/azul)

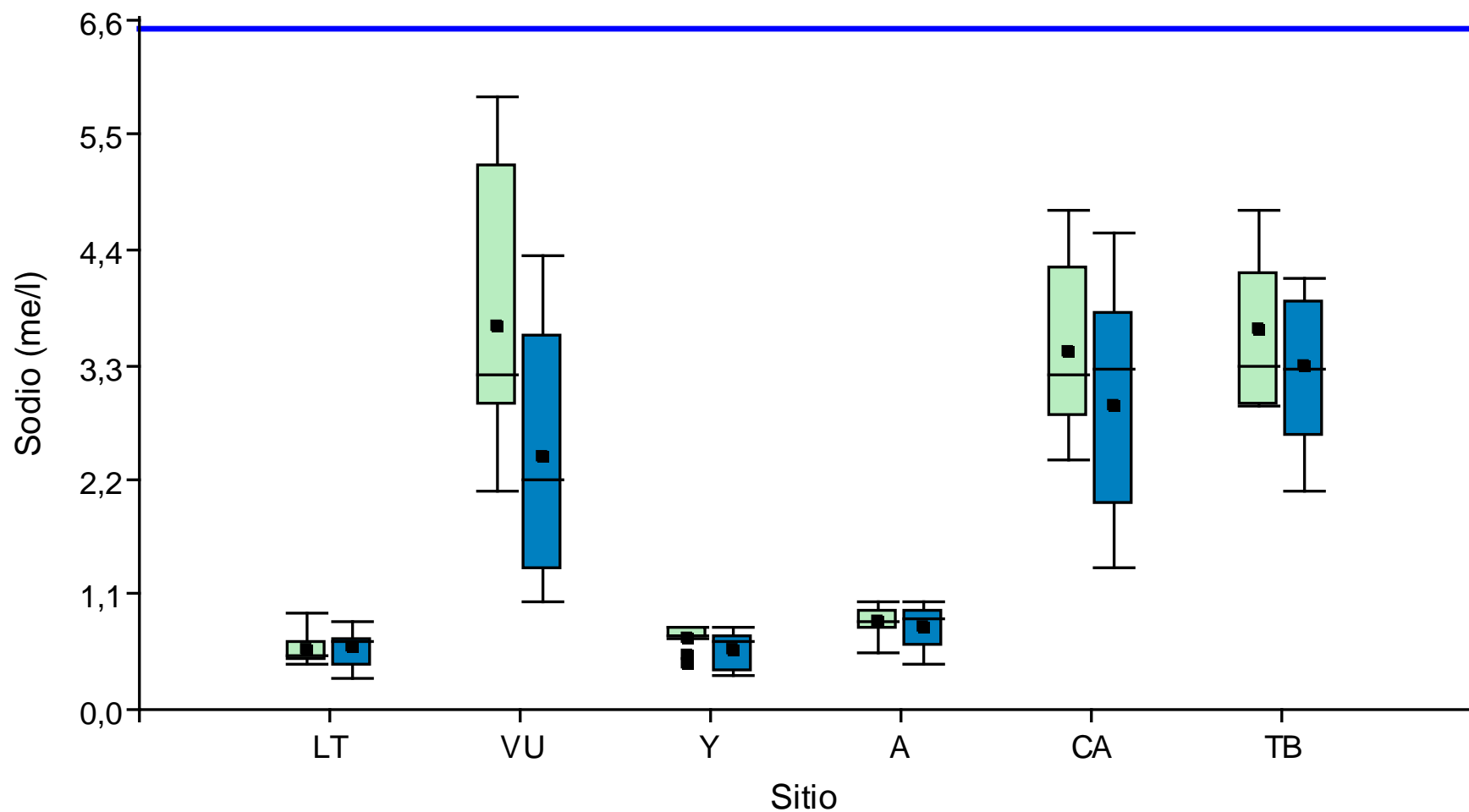
Si bien no presentan cambios significativos se **observa una disminución en VU, CA y TB** (sitios de mayor contenido)

No obstante todos los sitios están por debajo de la normativa



Variación temporal de concentración de anión cloruro (me/L)

Sodio



Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

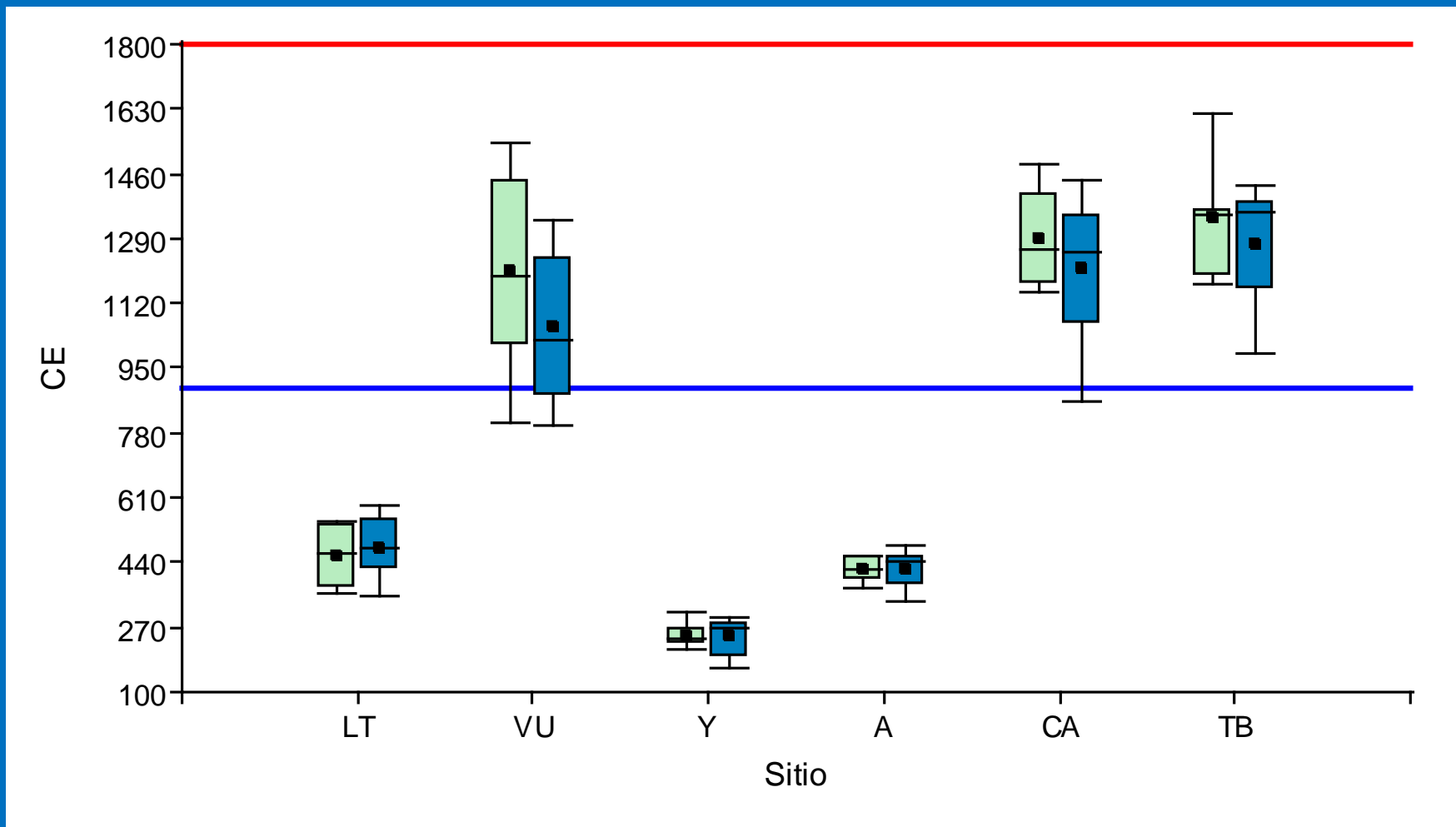
Conductividad eléctrica (C.E.) y RAS

Conductividad eléctrica y relación de adsorción de sodio según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>CE (dS/cm)</i>				<i>RAS</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</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>	458	73	475	78	0.37	0.09	0.40	0.09
<i>VU</i>	1207	245	1057	192	1.36	0.75	1.15	0.49
<i>Y</i>	249	29	248	47	0.60	0.14	0.57	0.14
<i>A</i>	421	30	423	47	0.61	0.08	0.59	0.12
<i>CA</i>	1292	124	1210	180	1.35	0.48	1.29	0.37
<i>TB</i>	1344	137	1274	144	1.41	0.55	1.45	0.26

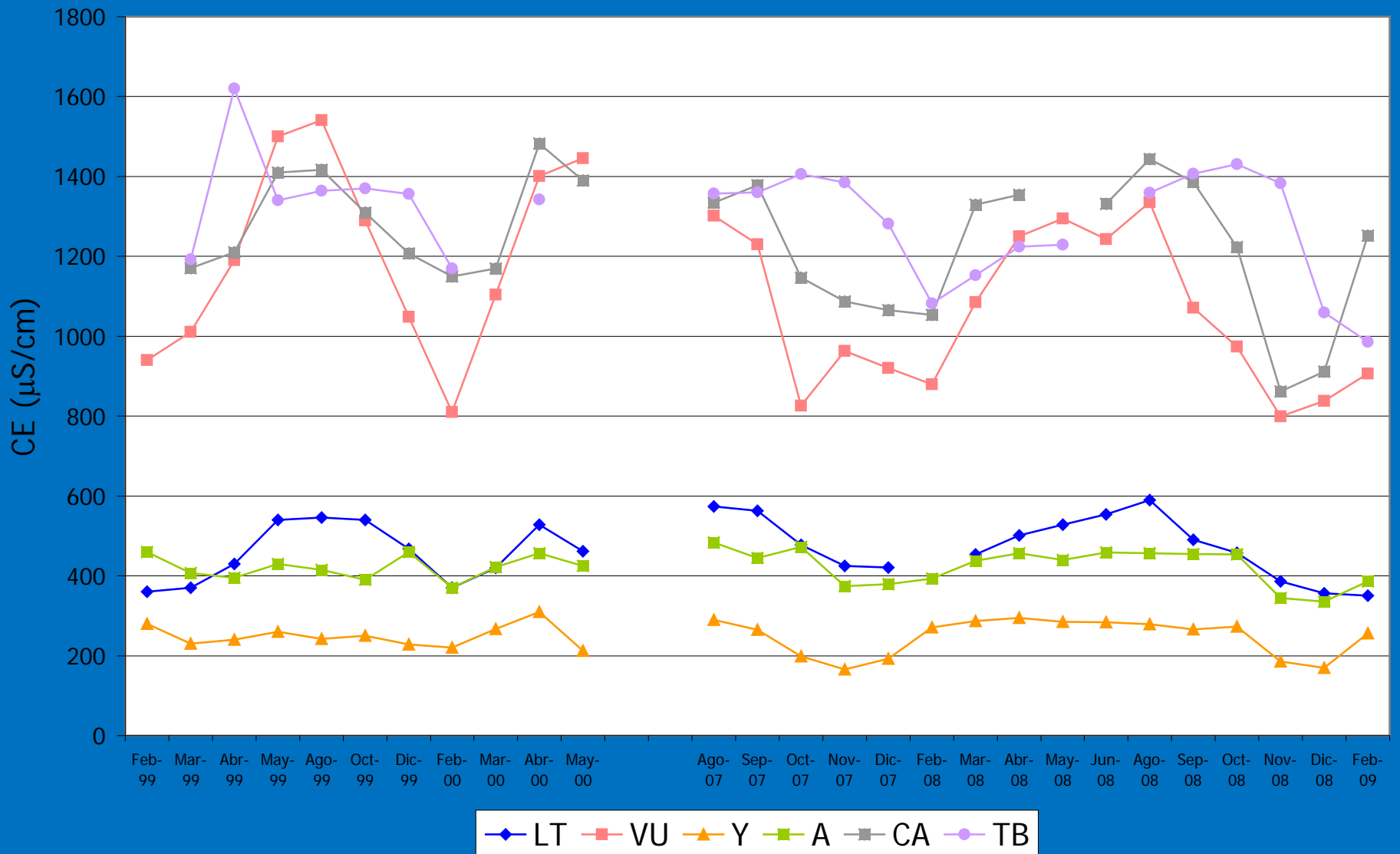
No se observan diferencias entre ambos ciclos de muestreo analizados.

La salinidad es muy baja en la cuenca alta (LT, A, Y) y bastante más alta en el agua de VU, CA y TB).

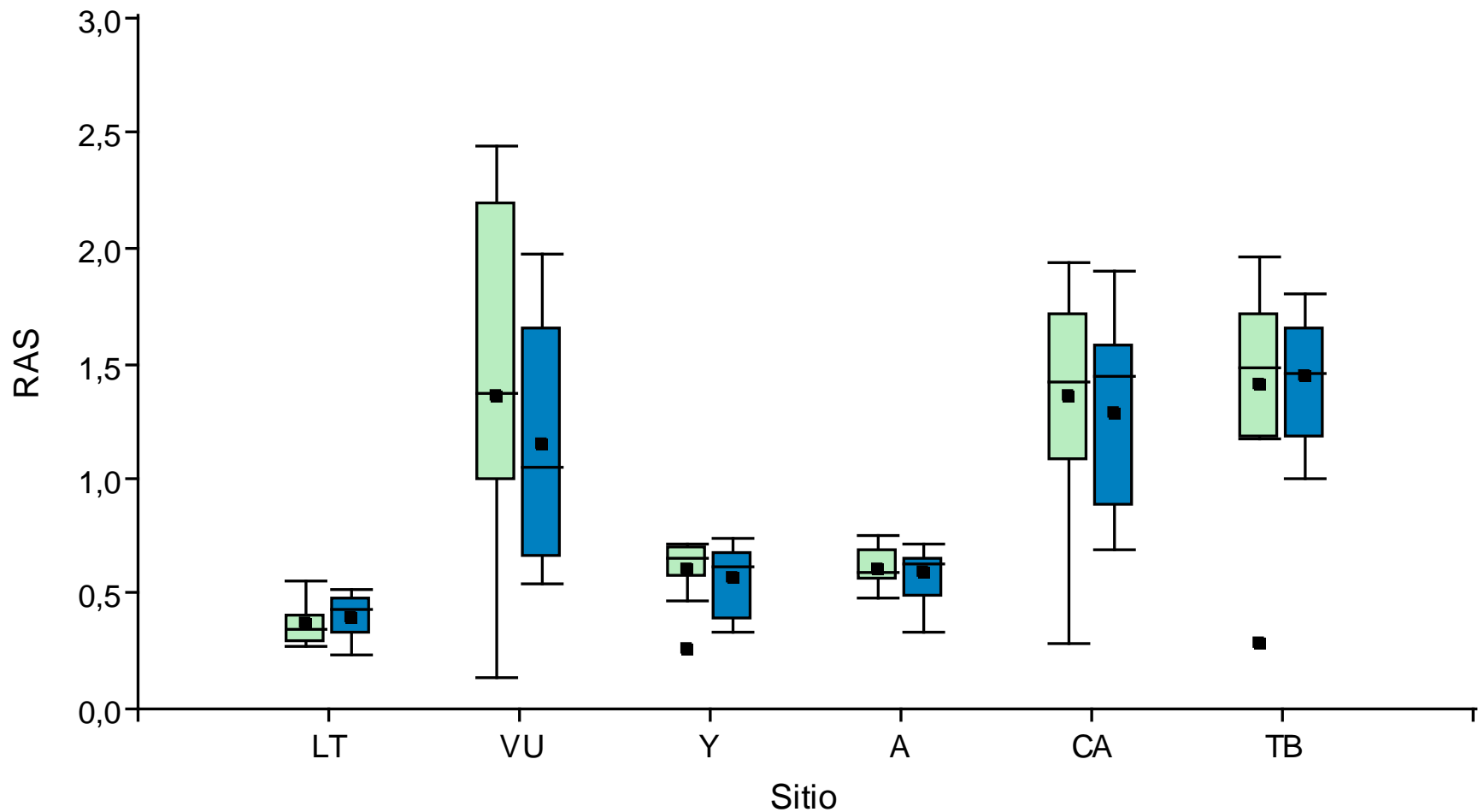


Valores de salinidad expresada como conductividad eléctrica (CE).
Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

La C. E. supera el límite *máximo permitido* (línea azul) en VU, CA y TB
y todos los sitios están *por debajo* del límite *máximo tolerable*



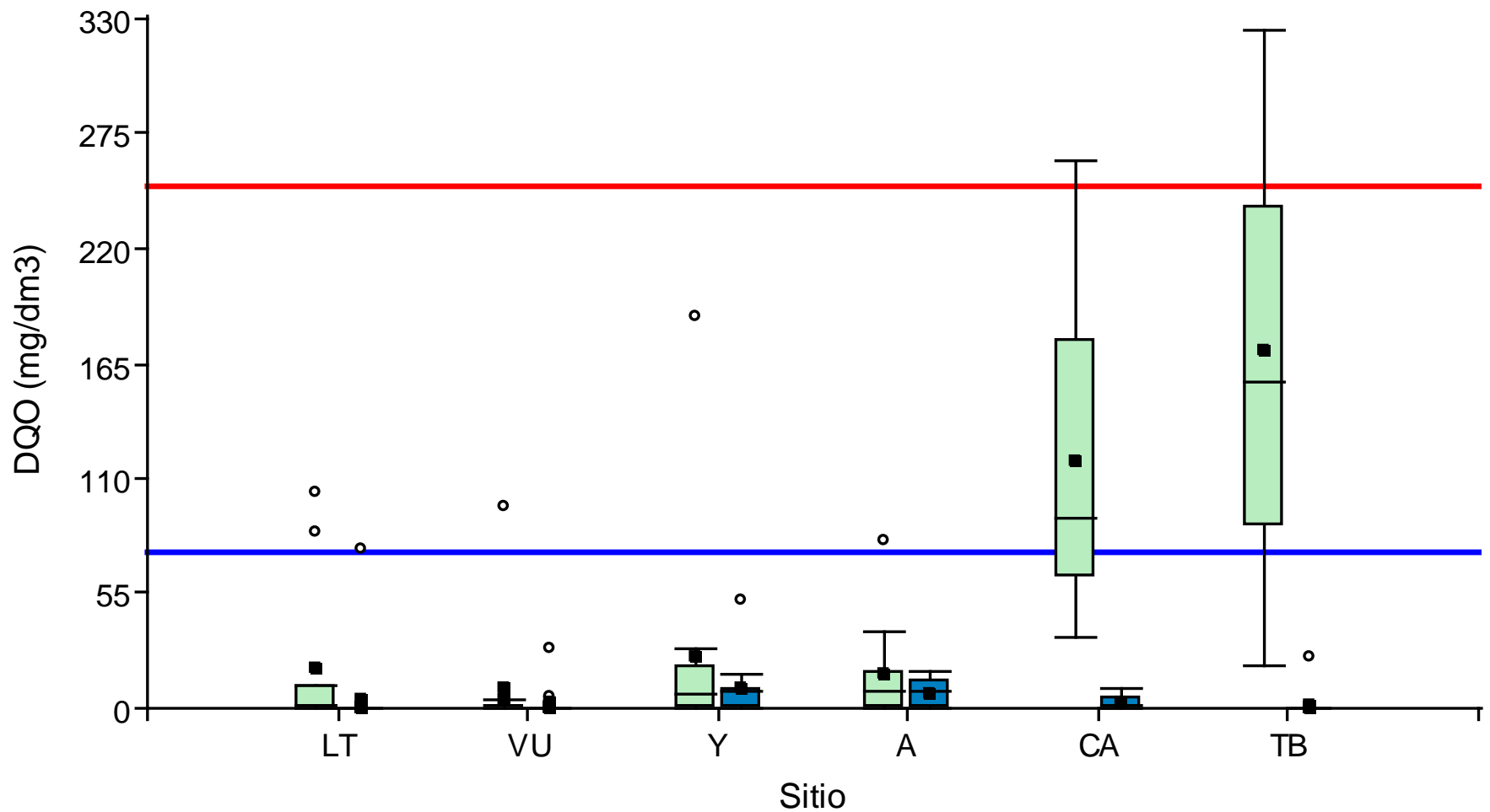
Variación temporal de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Valores de RAS. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

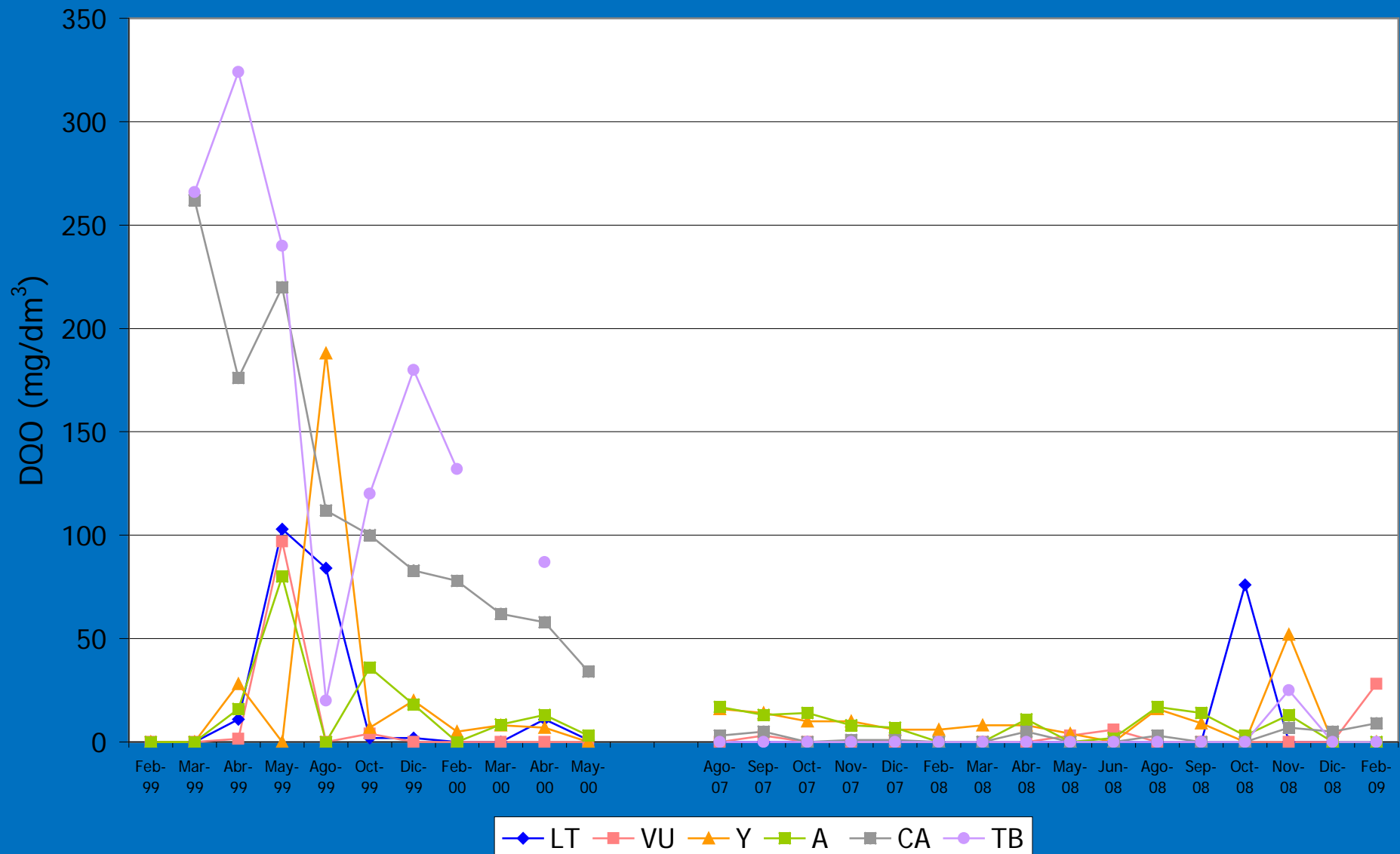
No se observan variaciones relevantes e / ciclos de muestreo analizados

Valores muy bajos en todos los sitios: los menores contenidos corresponden a LT, Y y A.



Valores de DQO. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

Se observa que muy especialmente en CA y TB los valores han bajado sensiblemente y **ahora están por debajo de los límites establecidos**



Variación temporal de la demanda química de oxígeno (DQO)
(mg/dm³)

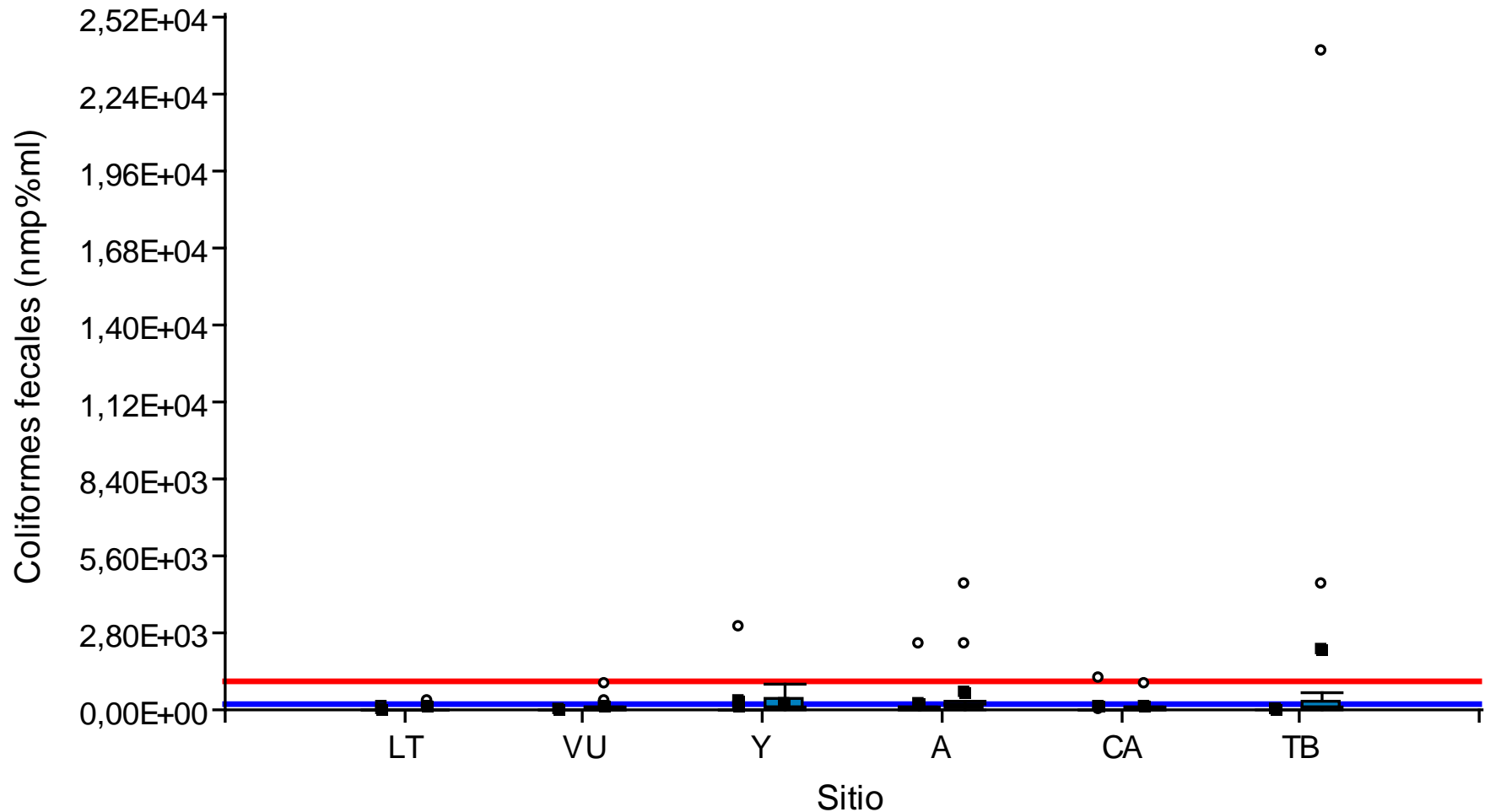
Contaminación microbiológica

BAM según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Bacterias aerobias mesófilas (ufc/ml)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
<i>LT</i>	1.819.626	6.029.749	5.422	18.596
<i>VU</i>	127.547	422.025	4.493	9.902
<i>Y</i>	1.757	3.267	13.53	15.384
<i>A</i>	2.354	2.640	10.361	10.630
<i>CA</i>	2.320.152	7.266.233	63.727	111.946
<i>TB</i>	5.000.908	14.141.769	6.791	10.022

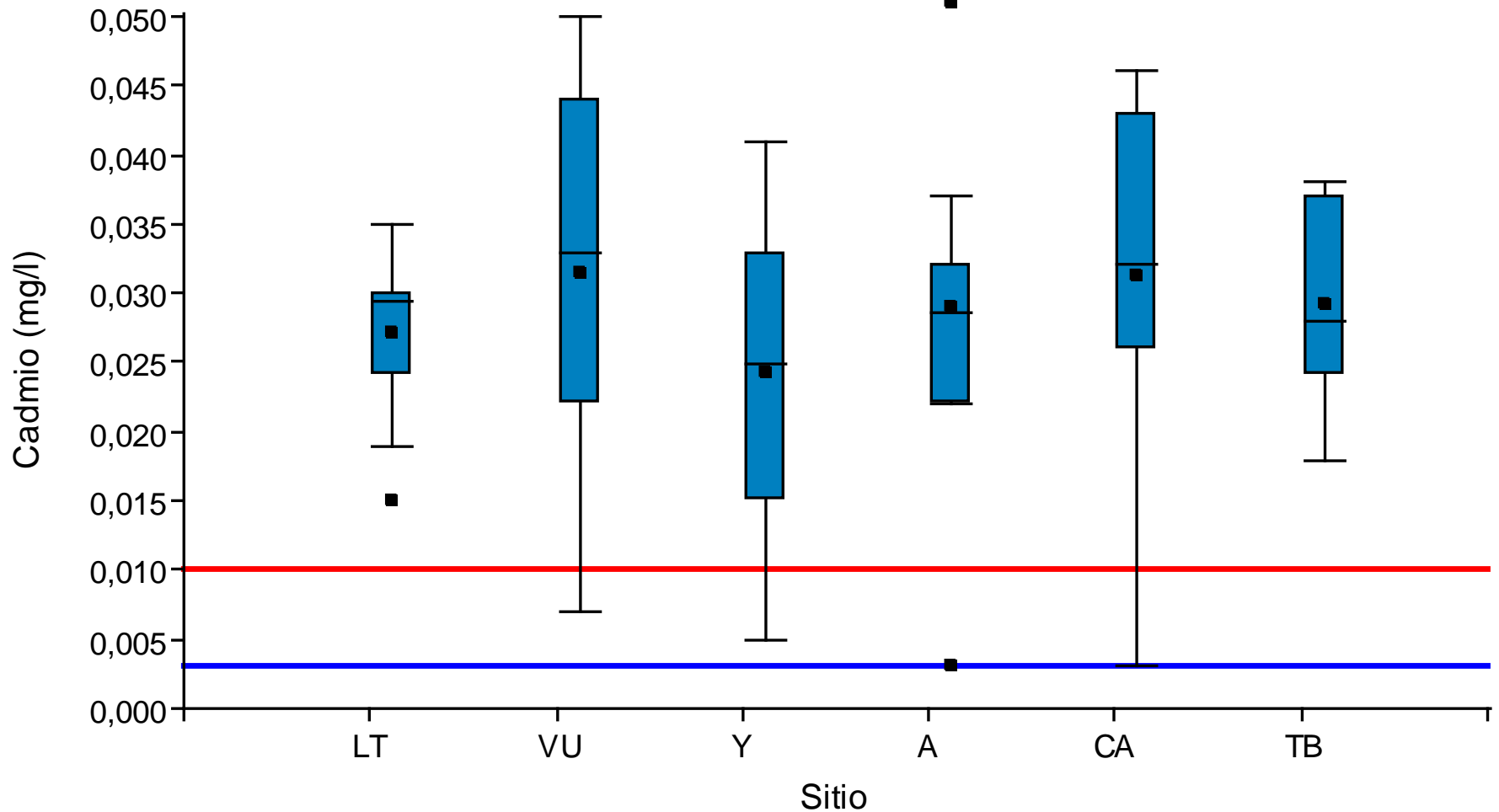
Se observa una gran variabilidad y una ligera diferencia entre el río (LT, CA y TB) y el resto de los sitios. Ha habido una notable disminución en el segundo ciclo de muestreo.

Coliformes fecales. Ciclo 07/09



Colif. Fecales superan el límite máx. permitido y CA, TB y A superan, además, el límite máx. tolerable.

Contenido de cadmio. Ciclo 07/09.



Los valores están por encima de los niveles máximos (0,01 mg/L) establecidos por:

- . la Res. 778 del (DGI) (líneas azul y roja)
- . el Anexo 3 del EPAS

DISCUSION Y CONCLUSIONES

- Los caudales medios circulantes no presentan -a excepción del sitio CA (25 a 43 m³s⁻¹)- diferencias relevantes entre ambos ciclos de registro.
- Los nitratos se incrementan -en general- en todos los sitios de muestreo (se confirma la hipótesis del incremento por contaminación agrícola difusa). Causa: uso de fertilizantes.
- En anión fosfato puede verse un incremento sustancial entre los dos ciclos (99/00 y 07/09). En el ciclo 07/09 los valores superan los máximos (permitido y tolerado) de la norma 778 (DGI). *Los puntos más críticos son Valle de Uco y Costa Anzorena.*
- Los valores de salinidad expresados como conductividad eléctrica (CE) son muy bajos en los sitios de muestreo de la cuenca alta (LT, A, Y) y bastante más altos en el resto (VU, CA y TB) del río.
- En RAS no se observan variaciones relevantes entre los ciclos de muestreo analizados (son valores muy bajos en todos los sitios). Los menores contenidos corresponden a LT, Y y A.

- Los valores de pH (agua es levemente alcalina) muestran una leve disminución de la alcalinidad y un aumento de la variabilidad en el sentido inverso del devenir del río.
- Se observa un cambio sustancial de la (DQO) entre ambos ciclos de muestreo: muy especialmente en CA y TB. *Los valores de DQO han bajado sensiblemente (coincidiendo con un mayor contenido de oxígeno disuelto) y están por debajo de los límites establecidos en la norma 778.* Esto puede deberse a un mayor caudal en 07/09.
- Los valores de bacterias aerobias mesófilas y de coliformes (totales y fecales) muestran una gran variabilidad y una ligera diferencia entre los sitios relacionados *con el río* (VU, CA y TB) y el resto de los sitios. Los primeros presentan los mayores recuentos. *En coliformes fecales CA, TB y A superan los valores máximos permitido y tolerado (Resolución 778, DGI).*
- De los metales pesados *el cadmio* supera los niveles máximos de la normativa 778- DGI y EPAS en todos los sitios y **el cobre** registra valores altos en dos sitios, LT y VU .

Más allá del valor práctico de la obtención de valores de concentración espacial y temporal de los distintos parámetros indicadores de contaminación de origen antrópica, *un permanente monitoreo de la calidad del recurso hídrico disponible* hará posible la comparación de esta contaminación a partir de un nivel base, la detección de las causales de la misma y la adopción de criterios que permitan acercarnos -si bien lentamente- a un aprovechamiento racional y sustentable de aquél.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

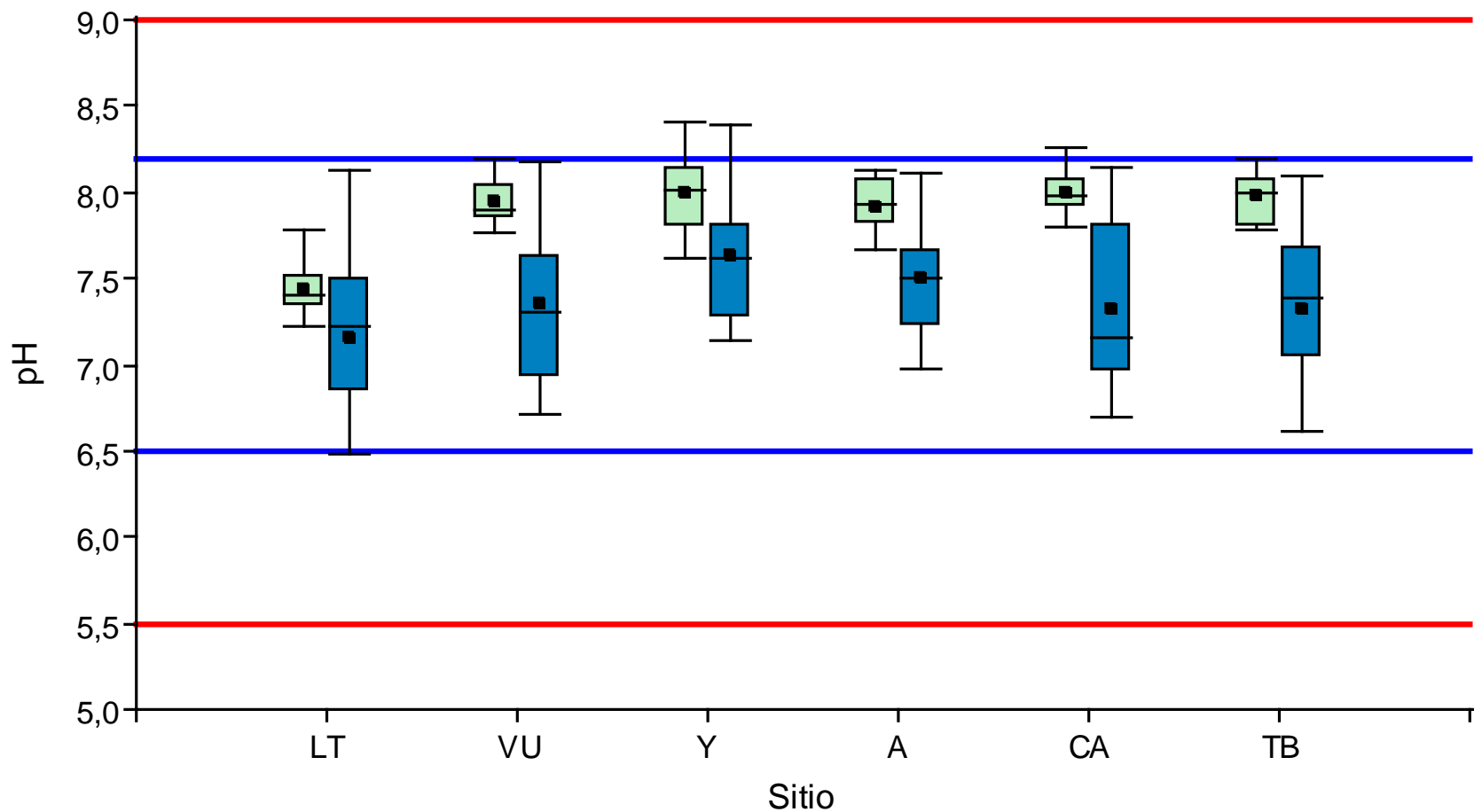
pH

pH según sitio y época de muestreo

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

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.



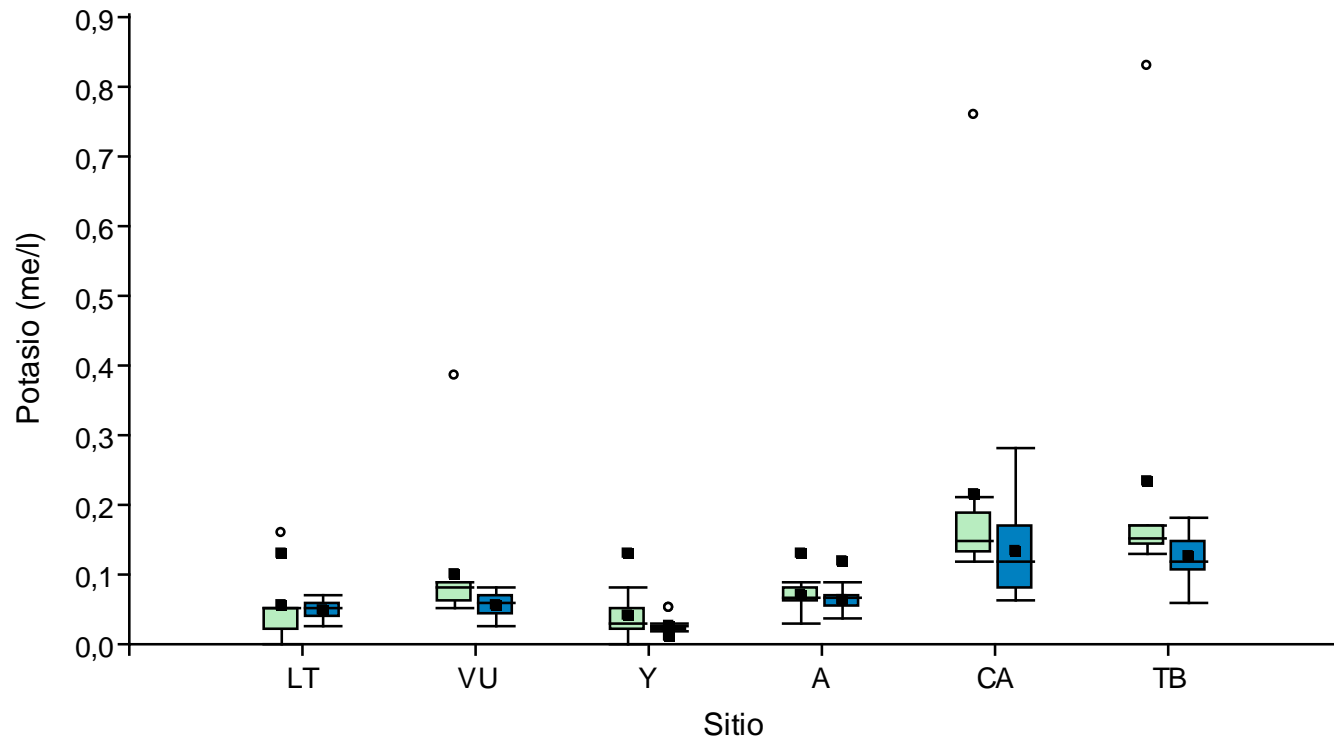
Valores de pH. Ciclos 99/00 (verde) y 07/09 (azul)

Todos los sitios responden a las exigencias de la normativa: se encuentran comprendidos entre los límites máximos *permitidos* y *tolerados* (tanto de alcalinidad como de acidez).

Potasio

Potasio según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Potasio (me/L)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
<i>LT</i>	0.06	0.05	0.05	0.01
<i>VU</i>	0.10	0.10	0.06	0.02
<i>Y</i>	0.04	0.04	0.03	0.01
<i>A</i>	0.07	0.03	0.06	0.02
<i>CA</i>	0.22	0.19	0.13	0.06
<i>TB</i>	0.24	0.24	0.13	0.03



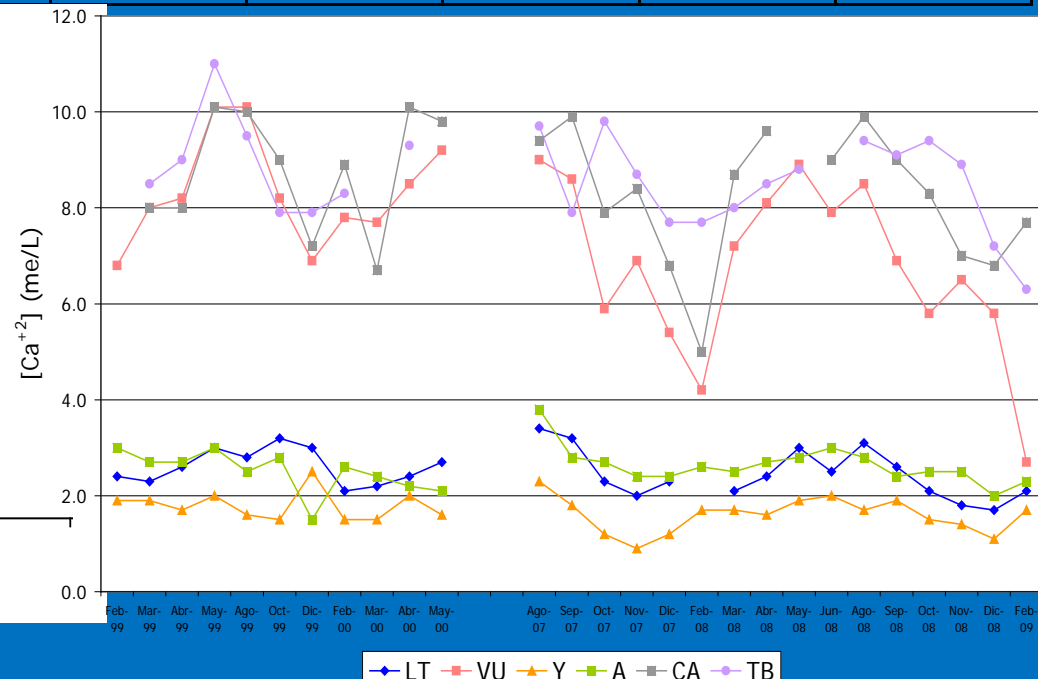
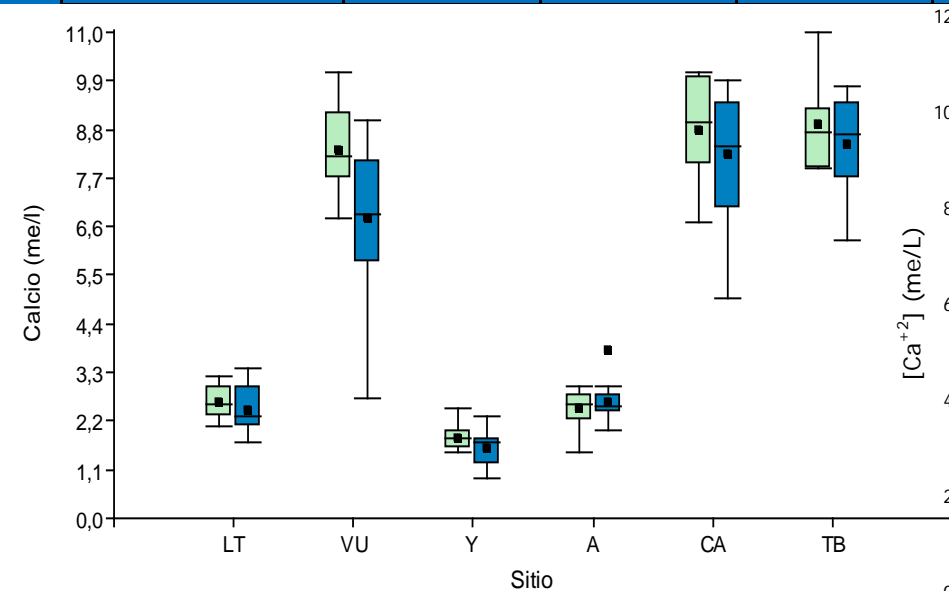
Sin diferencias
significativas

Valores más
altos: CA y TB

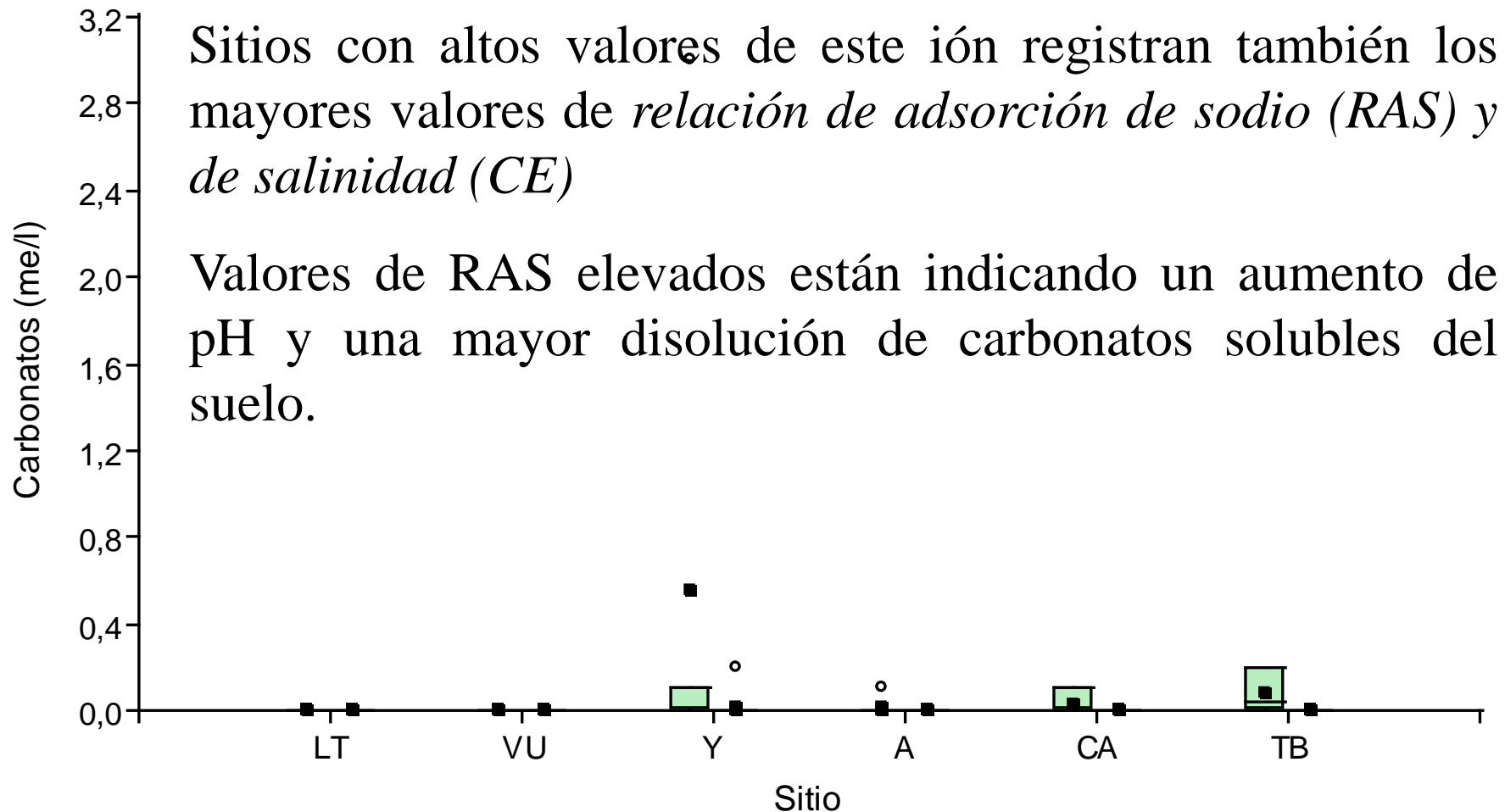
Calcio y Magnesio

Calcio y magnesio según sitio y época de muestreo

Sitio	Calcio (me/L)				Magnesio (me/L)			
	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	2.61	0.36	2.44	0.52	2.10	0.54	1.85	0.52
VU	8.32	1.11	6.77	1.77	1.41	0.71	1.75	1.11
Y	1.79	0.31	1.60	0.37	0.95	0.97	0.47	0.25
A	2.50	0.44	2.64	0.39	1.23	0.31	0.98	0.34
CA	8.78	1.25	8.23	1.38	2.38	0.93	1.77	0.86
TB	8.93	1.03	8.47	0.99	2.33	1.11	1.71	0.65

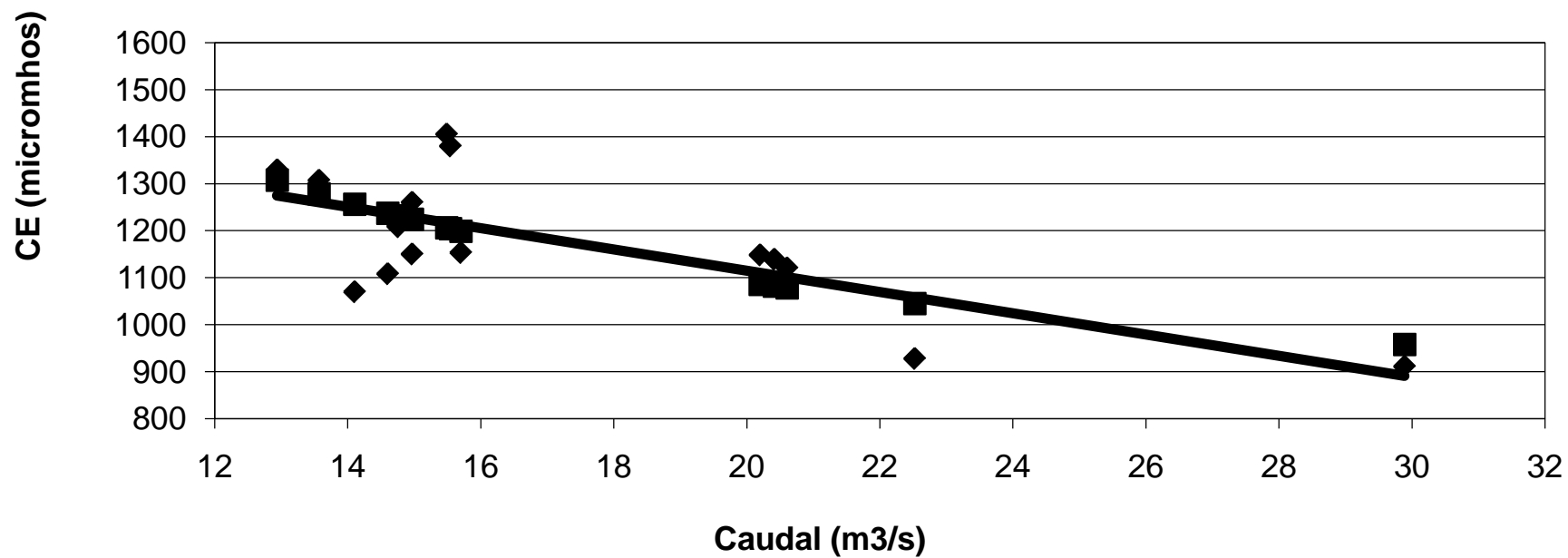


Carbonatos



Contenidos de carbonatos en puntos de muestreo de la cuenca del río Tunuyán. Ciclos 99/00 y 07/09

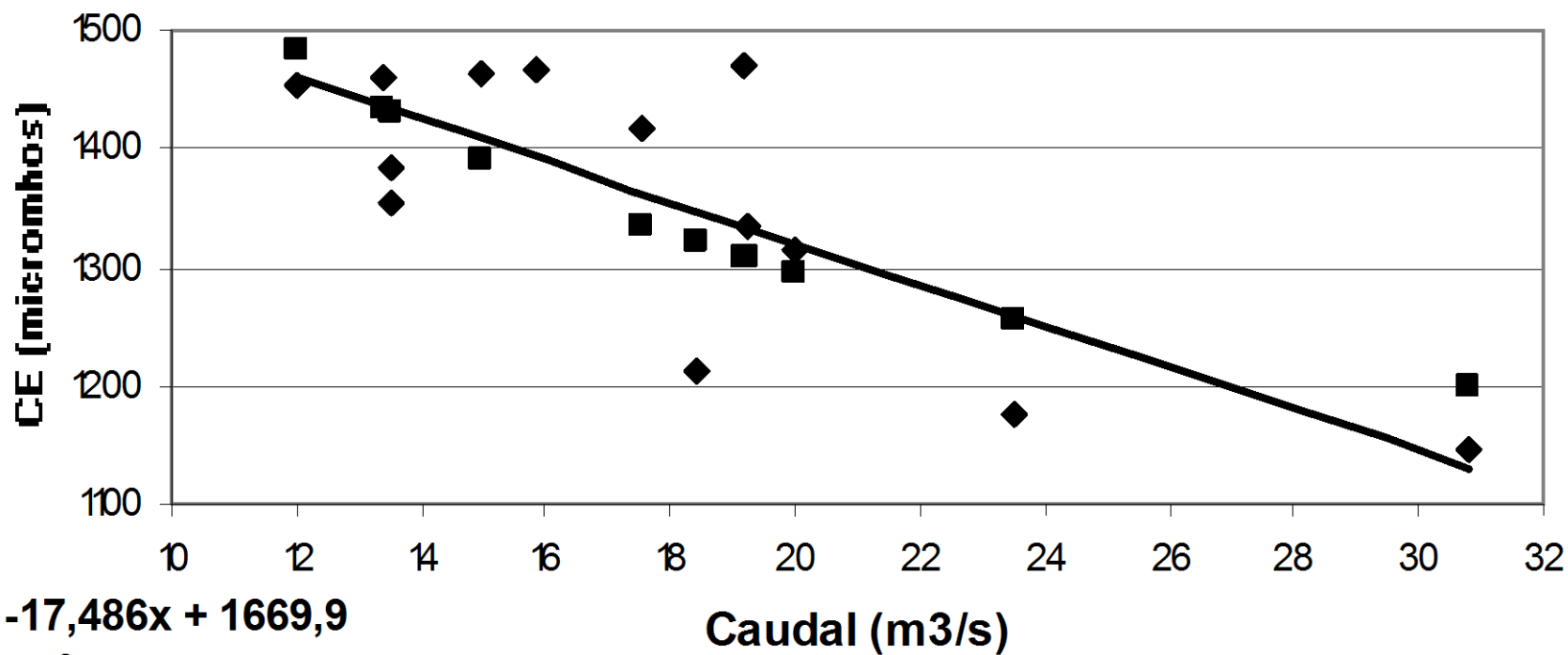
Relación Salinidad - Caudal Ingreso a la cuenca en Valle de Uco



$$y = -22,634x + 1567,5$$

$$R^2 = 0,5026$$

Relacion Salinidad - Caudal Costa Anzorena



Nitratos

Nitratos según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Nitratos (mg/L)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>	
	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>	<i>Media</i>	<i>D.E.</i>
<i>LT</i>	1.17	0.81	1.80	0.75
<i>VU</i>	0.71	0.50	1.52	1.05
<i>Y</i>	0.56	0.73	2.16	1.04
<i>A</i>	0.35	0.49	1.57	1.26
<i>CA</i>	1.68	0.93	1.36	0.95
<i>TB</i>	0.58	0.45	2.03	1.25

En general se observa un incremento del contenido de nitratos en el ciclo 07/09 respecto del 99/00

Resolución 778 DGI máximo permitido y tolerado $< 45 \text{ mg.L}^{-1}$

Bicarbonatos y sulfatos. Ciclos 99/00 y 07/09

<i>Sitio</i>	<i>Bicarbonatos (me/L)</i>				<i>Sulfatos (me/L)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</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>	0.95	0.25	0.81	0.16	4.00	0.66	3.71	1.07
<i>VU</i>	1.71	0.33	1.80	0.20	8.03	1.18	6.69	1.16
<i>Y</i>	1.37	0.25	1.44	0.29	1.69	0.85	0.93	0.47
<i>A</i>	1.49	0.25	1.54	0.24	2.79	0.72	2.55	0.46
<i>CA</i>	2.70	0.37	2.40	0.52	8.89	1.16	8.25	1.50
<i>TB</i>	1.81	0.30	2.20	0.28	9.46	1.28	8.75	0.96

Los bicarbonatos y los sulfatos *no presentan diferencias significativas*.

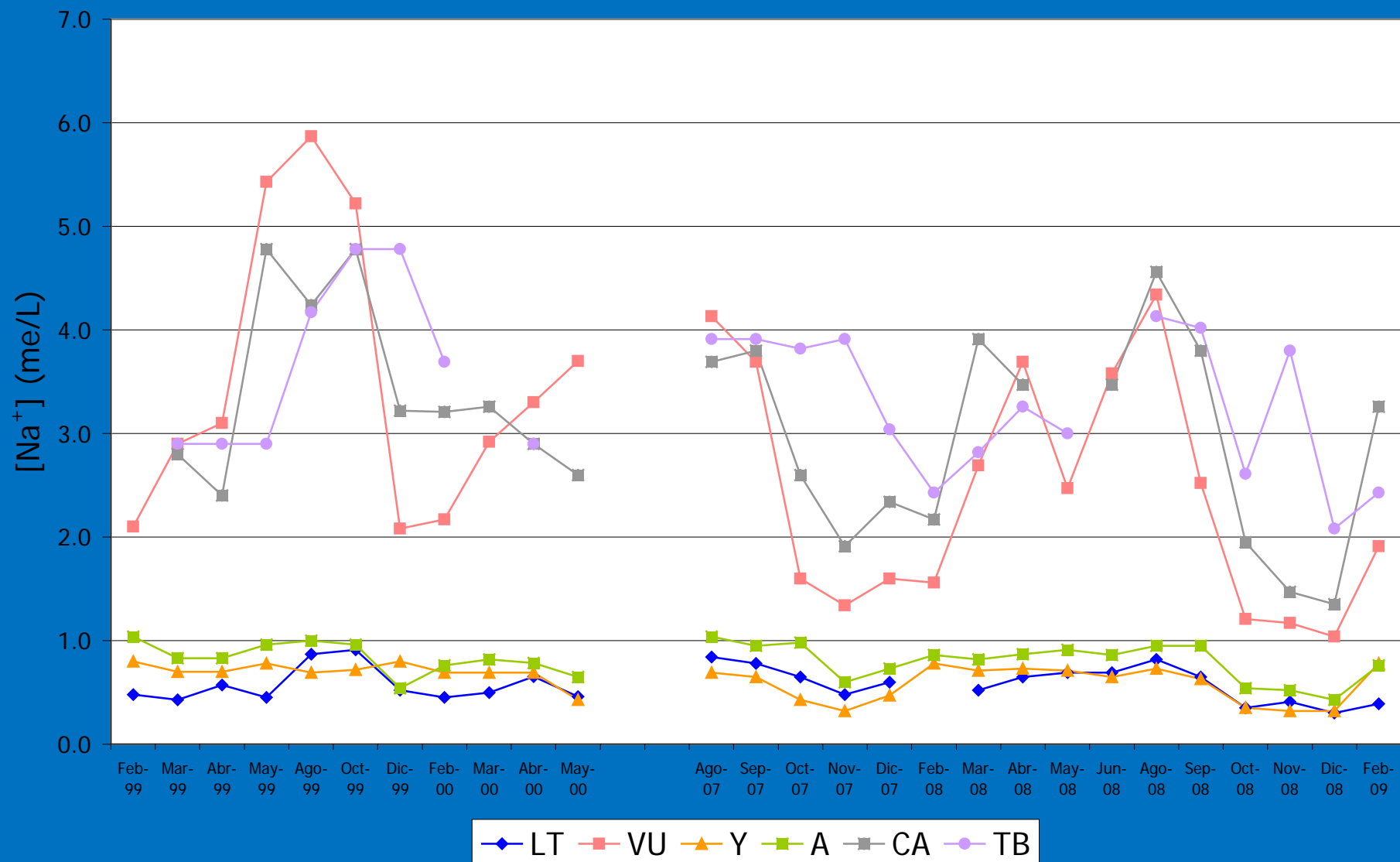
Los sulfatos sobrepasan los límites máximos permitido y tolerado en los puntos VU, CA y TB.

Cloruros y sodio

<i>Sitio</i>	<i>Cloruros (me/L)</i>				<i>Sodio (me/L)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</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	0.32	0.11	0.57	0.17	0.59	0.17
<i>VU</i>	3.19	1.38	2.45	1.11	3.53	1.38	2.41	1.15
<i>Y</i>	0.25	0.09	0.25	0.11	0.70	0.10	0.58	0.18
<i>A</i>	0.25	0.07	0.31	0.11	0.83	0.15	0.80	0.18
<i>CA</i>	2.72	0.40	2.31	0.68	3.42	0.87	2.92	1.00
<i>TB</i>	2.88	0.37	2.60	0.51	3.63	0.85	3.28	0.69

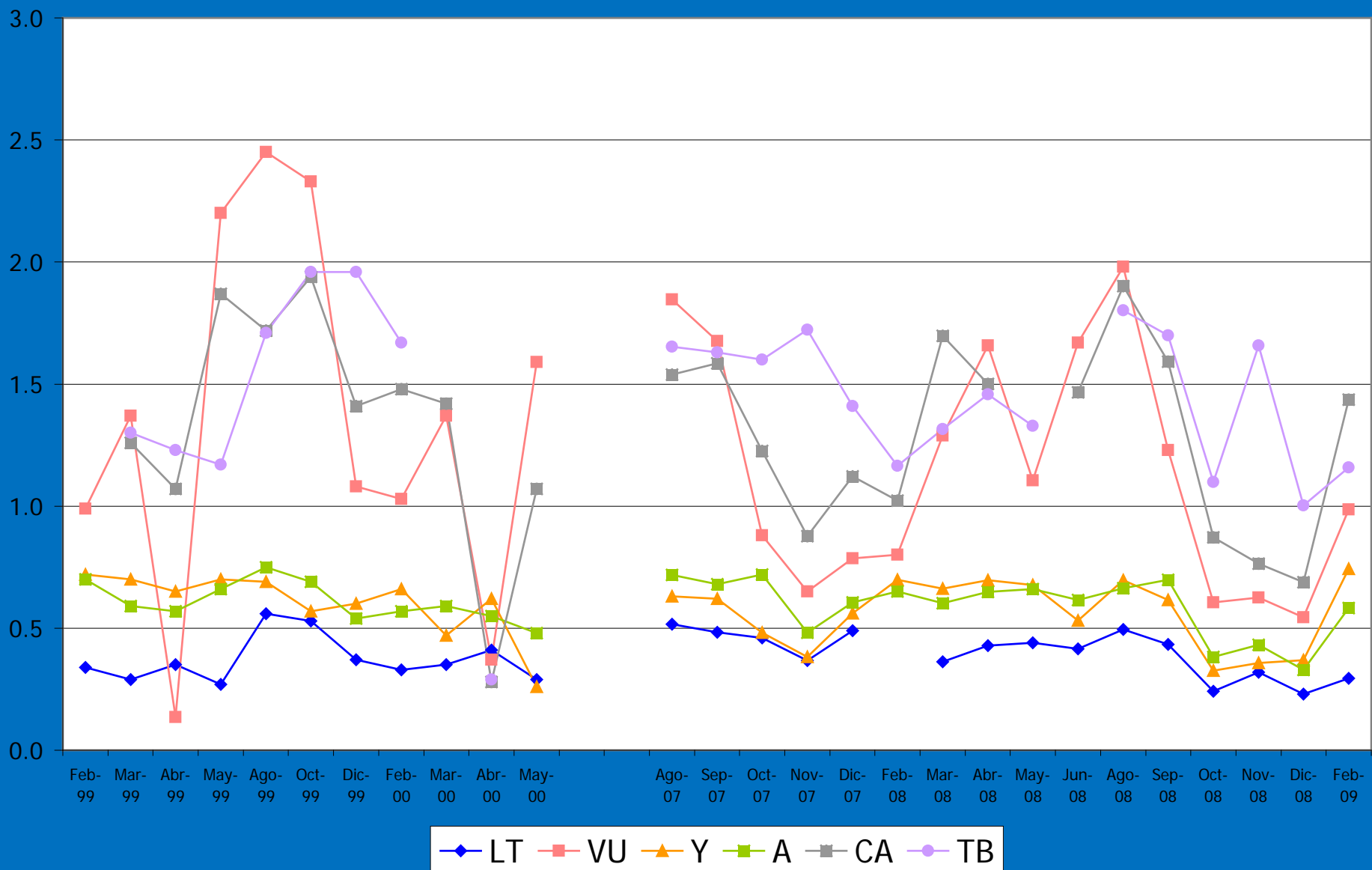
La concentraciones de cloruros y sodio *no presentan* cambios significativos (por debajo de lo que marca la normativa del DGI).

Los sitios de mayor contenido son: VU, CA y TB.



Variación temporal de concentración de catión sodio (me/L)

RAS



Variación temporal de relación de adsorción de sodio

DQO y OXIGENO DISUELTO

Demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>DQO</i> (<i>mg/dm³</i>)				<i>OD</i> (% <i>saturación</i>)		<i>OD</i> (<i>mg/dm³</i>)	
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</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>	19.45	37.08	4.75	19.00	75.44	11.81	9.54	1.16
<i>VU</i>	9.327	29.1	2.50	7.01	74.22	19.46	9.98	1.26
<i>Y</i>	23.91	55.16	9.94	12.46	86	12.15	10.13	0.99
<i>A</i>	15.86	24	7.44	6.68	81.67	12.93	9.94	0.94
<i>CA</i>	118.5	75.63	2.44	2.94	86.75	11.04	10.09	1.48
<i>TB</i>	171.1	100.9	1.56	6.25	92.71	9.844	10.68	1.20

Se observa un cambio sustancial de la DQO e / ambos ciclos: muy especialmente en CA y TB los valores han bajado sensiblemente y están por debajo de los límites establecidos en la norma 778 (DGI).

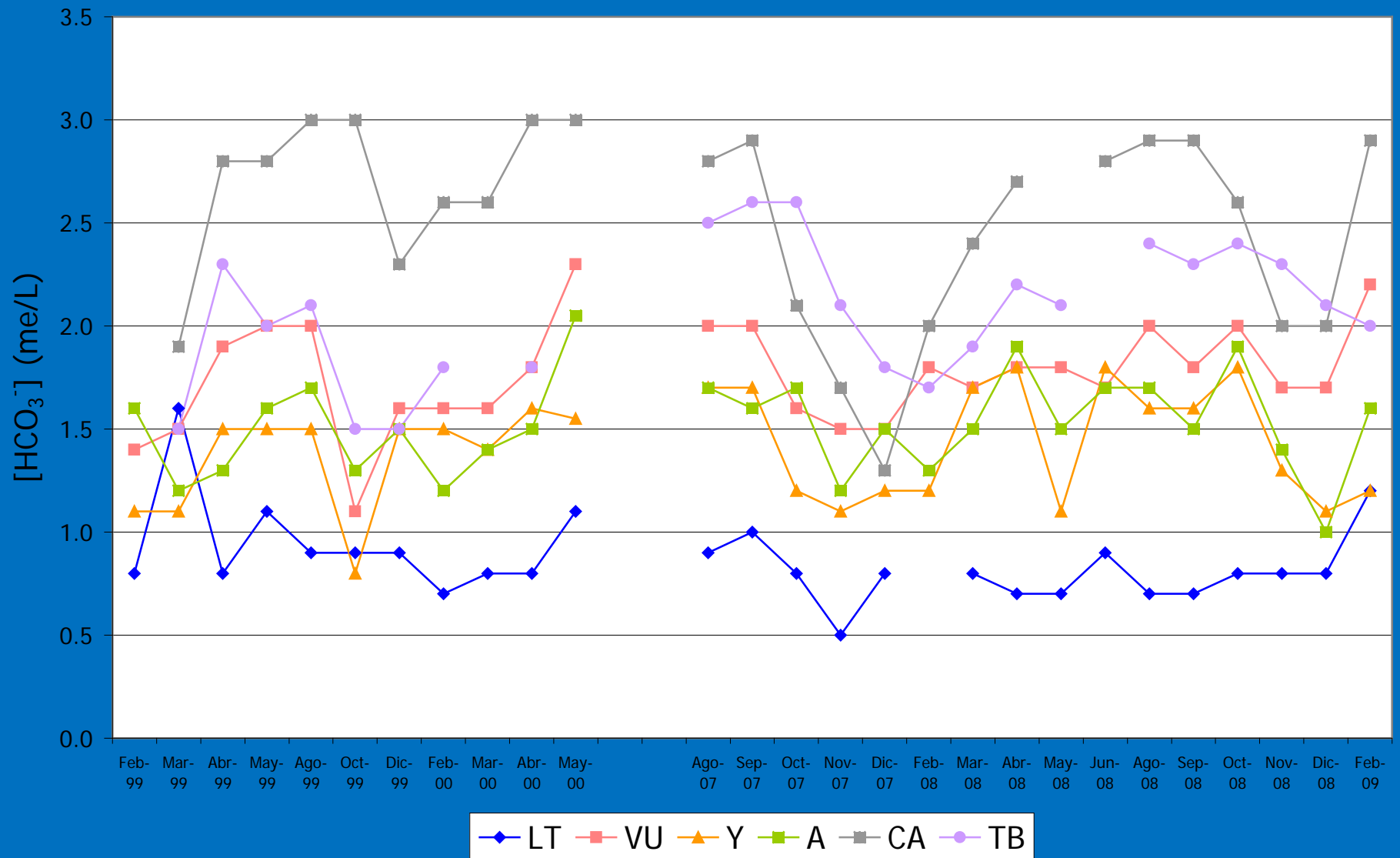
Coliformes totales y fecales según sitio y época de muestreo

<i>Sitio</i>	<i>Coliformes totales (células%ml)</i>				<i>Coliformes fecales (células%ml)</i>			
	<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</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>	23	27	111	124	21	28	61	72
<i>VU</i>	26	26	150	230	13	13	119	236
<i>Y</i>	474	1370	1,039	1318	290	904	259	304
<i>A</i>	1376	2724	4185	7040	236	718	2800	6393
<i>CA</i>	2683	3243	29417	64654	116	346	3054	6060
<i>TB</i>	298	408	8480	13677	7	10	2486	6333

Metales Pesados

Concentración de metales pesados según sitio y época de muestreo

<i>Zinc (mg/L)</i>		<i>Arsénico (mg/L)</i>		<i>Plomo (mg/L)</i>		<i>Cadmio (mg/L)</i>		<i>Cobre (mg/L)</i>	
<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Feb 99-May 00</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Ago 07-Feb09</i>		<i>Ago 07-Feb09</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>Media</i>	<i>D.E.</i>
0.358	0.167	0.007	0.003	0.163	0.070	0.027	0.006	0.097	0.095
0.137	0.070	0.006	0.006	0.188	0.072	0.031	0.014	0.089	0.116
0.151	0.106	0.009	0.004	0.138	0.038	0.024	0.011	0.023	0.009
0.155	0.085	0.007	0.005	0.148	0.042	0.029	0.011	0.051	0.065
0.188	0.153	0.008	0.005	0.188	0.106	0.031	0.014	0.032	0.027
0.168	0.137	0.007	0.005	0.152	0.060	0.029	0.007	0.023	0.013



Variación temporal de concentración de anión bicarbonato (me/L)