

# CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA USADA PARA RIEGO A PARTIR DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA MENDOZA (ARGENTINA)



Cónsoli Daniela<sup>1</sup>, Zuluaga Jose<sup>1</sup>, Drovandi Alejandro<sup>1-2</sup>, Gomez María Laura<sup>3</sup>, Hoke Gregory<sup>4</sup>, Valdés Analía<sup>1</sup>, Micheletti Agostina<sup>1</sup>, Porta Ma. Antonella<sup>1</sup>, Haye Amalia<sup>2</sup>, Rodríguez Carlos<sup>2</sup>, Velgas Máximo<sup>2</sup>, Martínez Varela Andrés<sup>1</sup>, Vignoni Ana Paz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, Mendoza, Argentina – <sup>2</sup>Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Andino, Argentina – <sup>3</sup>IADIZA-CONICET, Argentina – <sup>4</sup>Syracuse University, EEUU - e-mail: [dconsoli@fca.uncu.edu.ar](mailto:dconsoli@fca.uncu.edu.ar), (0261)-4135010 int. 61225

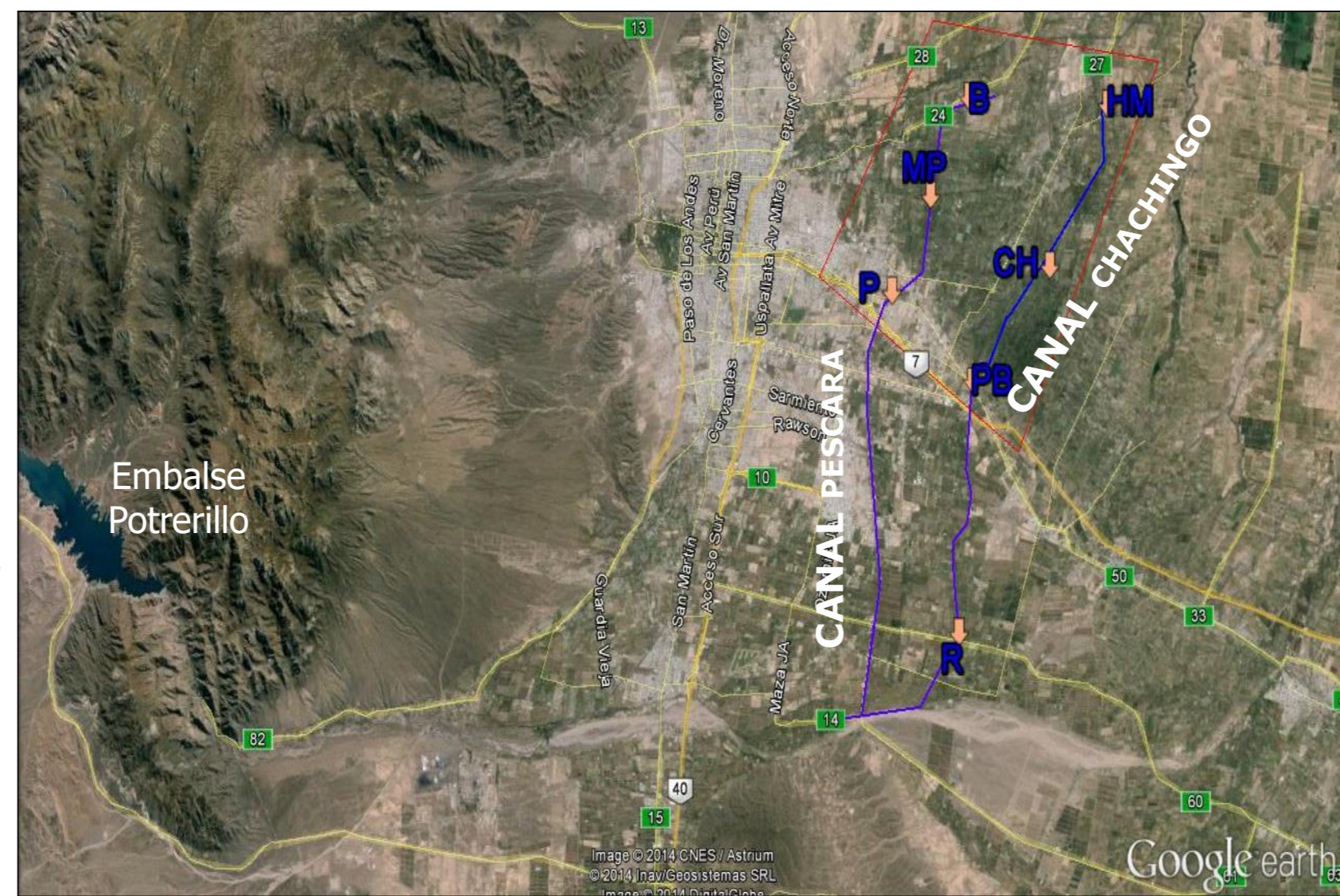
## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La intensiva actividad hortícola, industrial y poblacional en la zona del Cinturón Verde de Mendoza genera efluentes y residuos que afectan la calidad de su recurso hídrico. Dicha contaminación modifica el pH, salinidad, sodicidad y la proporción de iones presentes en el agua, lo cual también tiene implicancias en cultivos regados aguas abajo o en el agua subterránea. Un grupo de investigación, que continúa consolidándose, realiza desde hace más de 20 años el monitoreo periódico en diferentes puntos de agua superficial, subterránea y de drenaje, con el objetivo de evaluar parámetros de calidad del agua de riego (conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, iones mayoritarios).

## METODOLOGÍA

Se han incluido resultados fisicoquímicos de 466 muestras de agua analizadas en casi 15 años, tomadas en puntos fijos sobre los principales canales que abastecen el área: Chachingo y Pescara.

También, en perforaciones a diferentes profundidades de explotación, se extrajeron muestras para realizar el análisis de isótopos estables en agua subterránea.



## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general son aguas de Bajo riesgo sódico, Moderada a Medianamente Salinas, con Leve a Moderado riesgo salino para los cultivos irrigados. Deben tenerse consideraciones para su uso en riego por ciertos parámetros (según sitio) como cloruro, bicarbonatos, fosfatos, sodio en relación a otros cationes, presencia de sales de mediana solubilidad, dureza, etc.

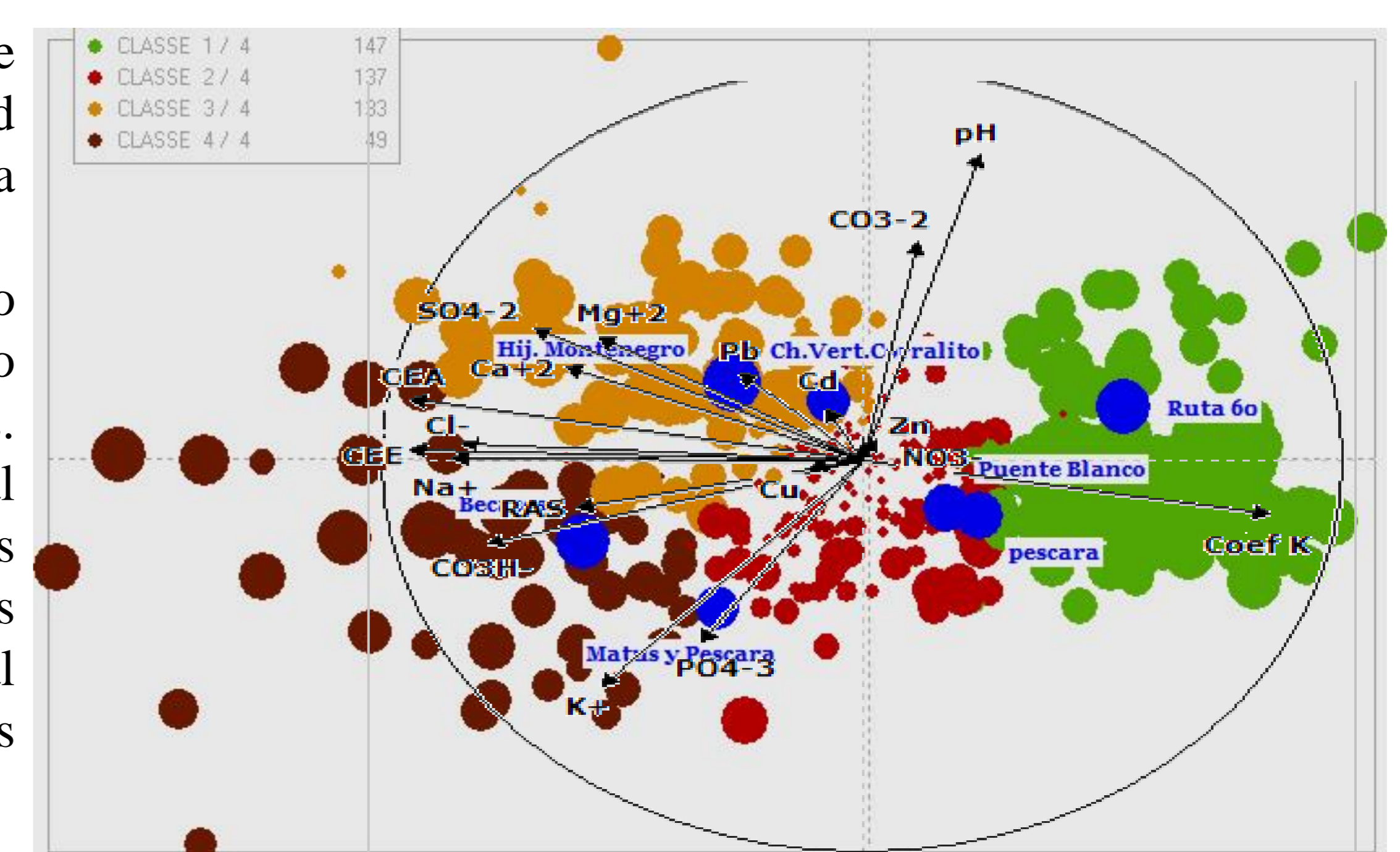
En relación con la identificación de grupos homogéneos o tipologías de agua en la zona de estudio, se obtuvieron 4 clases con su significancia estadística y validación correspondiente según las similitudes entre las muestras. En la Tabla siguiente se detallan los valores de los diferentes parámetros que definen cada clase con significancia estadística ( $\alpha=0,1$  o superior), salvo donde se coloca un asterisco (\*) que indica que el valor medio indicado no presentó diferencia significativa.

Variables		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Ca <sup>+2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	111,52	169,34	267,77	247,83
Cd	mg L <sup>-1</sup>	0,020	0,032	0,027*	0,023*
CEA	μS cm <sup>-1</sup>	947,5	1393	1878	2150
CEE	μS cm <sup>-1</sup>	946	1367*	1632	2000
Cl <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	70,53	118,1	160,6	230,82
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	2,367	0,285	2,481	0,000
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	125,3	261,3	281,5	397,1
Coef. K	-	30,70	18,01	12,82	9,484
Cu <sup>+2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	0,025	0,056	0,028	0,036 *
K <sup>+</sup>	mg L <sup>-1</sup>	5,390	17,60*	9,127	61,977
Mg <sup>+2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	25,47	36,47	58,31	54,22
Na <sup>+</sup>	mg L <sup>-1</sup>	51,41	86,00*	109,3	161,01
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg L <sup>-1</sup>	11,58*	28,1*	14,56*	3,241*
Pb	mg L <sup>-1</sup>	0,122	0,180	0,210	0,143
pH	-	7,640	7,019	7,743	6,736
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg L <sup>-1</sup>	0,694	1,03*	0,551	6,060
RAS	-	1,136	1,561*	1,604*	2,539
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	283,9	385,1	639,0	611,2
Zn <sup>+2</sup>	mg L <sup>-1</sup>	0,061*	0,087	0,065*	0,060*

Mediante estadística multivariada se realizaron las determinaciones de las tipologías de calidad de agua. Se realizó un análisis de componentes principales para elaborar el cartografiado de los resultados y aplicar estrategia de clustering sobre factores. En aquellos factores que capturaron el 80% de varianza se realizó la estrategia de Lebart de clasificación automática para obtener particiones, aplicando técnicas de descripción y validación estadística de descripción de clases y permitir así, encontrar patrones o tipologías de aguas a partir de las mediciones de parámetros en conjunto.

A partir del Convenio Colaborativo INA-IADIZA-CONICET se han realizado muestreos de agua subterránea para análisis de isótopos estables con el fin de identificar mezclas de agua subterránea entre los diferentes niveles del acuífero y los posibles aportes superficiales a niveles más profundos, contribuyendo con una nueva perspectiva de estudio.

El punto R permite evaluar la calidad inicial del agua superficial proveniente del Río Mendoza en el ingreso a estos canales. Luego, sobre el canal Pescara se ubican los puntos P y B, mientras que sobre el canal Chachingo los sitios PB, CH y M.



El cartografiado de las muestras analizadas identificado con colores las 4 clases establecidas. También se han incluido las modalidades de cada punto de muestreo (centros de gravedad de los grupos de individuos que componen para cada variable nominal) y las flechas que indican la correlación de las variables como su aumento a partir de la media general, lo cual permite representar la cuantiosa información analizada de forma relativamente sencilla.

En la Tabla se resumen las modalidades características de cada una de las 4 clases con un nivel de confianza del 99% (significancia estadística  $\alpha=0,01$ ).

Clases	Modalidades características
Clase 1 (Efectivos:147-31.55%)	Wainstein3 Ruta 60 (R)
Clase 2 (Efectivos:137-29.40%)	Wainstein4 Puente Blanco (PB)
Clase 3 (Efectivos:133-28.54%)	Hijuela Montenegro (HM) Hijuela Montenegro con dique
Clase 4 (Efectivos:49- 10.52%)	Becases (B) con dique Becases (B)

Se observa que las 4 clases se definieron de acuerdo al punto en el cual se extrajo la muestra y dos de las categorías por la clasificación de Wainstein (C3 o C4) es decir que existe influencia importante del punto de extracción y del tipo de sales presentes (no solo de la concentración). Considerando que las clases 3 y 4 caracterizan a los últimos puntos sobre los canales Chachingo y Pescara respectivamente, queda en evidencia la contaminación diferencial que se produce en cada canal. Las aguas del canal Pescara, presentan a través de su recorrido, una mayor disminución de su calidad que las del Canal Chachingo, debido a que atraviesan una importante zona industrial (más aún si se considera que en el canal Pescara existe desde el 2009 una planta que en ocasiones diluye dichos efluentes con agua subterránea de buena calidad para disminuir su contaminación). Las aguas de la clase 4, a la cual pertenecen el 73% de las muestras tomadas en Becases presentan, con respecto a la clase 3 a la cual pertenecen el 52% de las muestras tomadas en la Hijuela Montenegro un menor pH y coeficiente K que indica mayor riesgo salino sódico. Además, los valores de CEA, CEE, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup>, RAS, Cu y PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> son más elevados que en la clase 3, corroborando lo antes dicho.

Los isótopos estables evidencian que tanto el agua superficial como la subterránea, ambas utilizadas para riego, resultan de la misma fuente, el agua del río Mendoza. Sin embargo, se observa un empobrecimiento mayor para algunas muestras de agua subterránea, las cuales, en general, presenta una baja dispersión en los valores isotópicos. Esto podría indicar que, para un grupo de aguas subterráneas, podrían no estar vinculadas al ciclo hidrológico actual del río Mendoza. Mientras que otro grupo de aguas subterráneas presentan una recarga más rápida desde el agua superficial de riego. No es posible identificar cambios entre los distintos acuíferos muestreados, lo que además estaría evidenciando posibles mezclas entre los diferentes niveles de agua subterránea.

Resulta urgente la necesidad de incluir dataciones al sistema hídrico subterráneo que permitan conocer la edad del recurso para definir medidas de control de uso y gestión sustentable del agua subterránea.

