

Niveles de boro en las aguas del Río Calchaquí y sus afluentes. Salta, Argentina

Boron level in the waters of the Calchaquí River and its tributaries. Salta, Argentina

Pablo Walter^{1, 2*}

RESUMEN

Los departamentos de Cachi y Molinos son integrantes del valle Calchaquí que se encuentran en la provincia de Salta, Argentina. Esta zona está regada por las aguas del río Calchaquí. Este río tiene aguas todo el año al igual que el resto de sus afluentes. En algunos de estos ríos se detectó la presencia de boro (B) con niveles mayores a 11 mg L⁻¹. Se considera que a estos niveles de toxicidad se ve limitada la capacidad de diversificación productiva y, consecuentemente, la potencialidad económica de la zona. En este trabajo se evalúa la presencia de factores físicos químicos, como el B, en las aguas destinadas para riego del río Calchaquí y algunos de sus afluentes.

Palabras clave: Valle Calchaquí, boro, ríos, diversificación, Salta.

ABSTRACT

The departments of Cachi and Molinos are part of the Calchaquí valley that is located in the province of Salta, Argentina. This area is irrigated by the Calchaquí River. This river has waters all year round like the rest of its tributaries. In some of these rivers the presence of boron (B) with levels greater than 11 mg L⁻¹ was detected. It is considered that these levels of toxicity limit the production diversification capacity and, consequently, the economic potential of the area. This work evaluates the presence of physical chemical factors, such as B, in waters destined for irrigation of the Calchaquí River and some of its tributaries.

Key words: Valle Calchaquí, boro, rivers, diversification, Salta.

Introducción

En los departamentos de Cachi y Molinos, los habitantes se han ido asentando en las márgenes de los ríos, formando pueblos y algunas ciudades y conformando oasis de riego para la producción, rodeados por desierto y montañas. La población rural es mayoritaria, con un alto porcentaje de pequeños agricultores. Se la puede caracterizar como una región de precariedad y pobreza rural generalizada. En ella predomina el latifundio combinado con minifundio.

Se producen cereales para grano, legumbres; principalmente, el poroto pallar, hortalizas y aromáticas destinadas al mercado fuera de la región. También forrajes, ya que es una zona con alta carga de ganado. La mayor parte de los productores posee una reducida cantidad de hacienda caprina, ovina y, en algunos casos, vacuna. El ganado es alimentado gran parte del año en campos comuneros o en campos privados donde el campesino debe pagar un canon por pastaje (Pais, 2011). En la zona se observó que, en los diferentes oasis de riego de los valles, no

¹ Módulo Análisis de procesos locales y desarrollo de herramientas de gestión del agua y riego. Programa Nacional de Agua del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

² Instituto de Estudios Sociales (IES) del Centro de Investigaciones en Ciencias Políticas, Económicas y Sociales (CICPES) del INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

* Autor por correspondencia: walter.pablo@inta.gob.ar

estaban presentes las diferentes especies cultivables –principalmente frutales– que se esperaba para esta zona (Papadakis, 1974). Cuando estas eran implantadas se observó que se desarrollaban en malas condiciones, no aptas para una producción comercial: deficiente crecimiento vegetativo y pobre cantidad de frutos lo que impedía lograr una producción estable en condiciones aceptables para el mercado.

Estas observaciones generaron la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe presencia de B en las aguas de los ríos que atraviesan los departamentos de Cachi y Molinos de forma permanente en el tiempo? A fin de avanzar en la respuesta a esta pregunta, así como en la construcción de alternativas de solución a la problemática se desarrolló un proceso de investigación de diseño exploratorio con enfoque cuantitativo. Recurriendo a fuentes bibliográficas y a relevamiento de información primaria en terreno tanto respecto a la calidad de las aguas o contenido del ion boro en suelos como a las características de los sistemas productivos que se desarrollan en la región.

Por un lado, se observó y analizó la evolución de esta zona con la de otras con las mismas problemáticas. Este análisis se nutrió con investigaciones realizadas en institutos y universidades de la región (Pais, 2011) y de organismos gubernamentales y privados de otros países (Albornoz y Cartes, 2009). Se utilizó información relevada y sistematizada en distintos formatos: investigaciones publicadas, trabajos presentados en reuniones científicas o congresos, así como informes y folletos técnicos y de marketing institucional realizados por organismos públicos y privados (Bastías, 2011). Por el otro, el trabajo continuó las líneas de investigación llevadas a cabo en la zona, de Ortega (1992), sobre la toxicidad por presencia bórica en la producción de Poroto Pallar en Cachi; de Salusso (2005), sobre la presencia de boro para la calidad del recurso hídrico en la alta cuenca del río Juramento y de Ortega (2006) sobre la toxicidad por micronutrientes en Cachi.

La zona

El valle Calchaquí salteño se compone de cinco departamentos y se caracteriza en valles y bolsones con oasis de riego y ganadería menor, con aproximadamente 36.227 hectáreas. Lo integran los departamentos de La Poma, Cachi, Molinos,

San Carlos y Cafayate. Comprende también, los valles prepuneños del río Calchaquí, Toro y Escoipe. Las fuentes de riego son superficiales, existen fuentes subterráneas en menor proporción. Las actividades agrícolas se realizan bajo riego sobre terrazas vecinas a los ríos o se aprovecha el agua de los arroyos que bajan de la montaña hasta el río principal.

Los departamentos de Cachi y Molinos son integrantes del valle Calchaquí salteño y se encuentra en la zona centro. Esta área tiene una población rural mayoritaria. Está integrada por 12.967 habitantes (INDEC, 2010). Estos representan el 1% de la población provincial. En esta región los habitantes se han ido asentando en los márgenes de los ríos, formando pueblos y ciudades y conformando oasis de riego para la producción, rodeados por un amplio desierto y montañas. El total de explotaciones agropecuarias (EAPs), para los dos departamentos, es de 1.236 unidades, con límite definido y sin límite definido. Las EAPs con límite definido, que son las que se ubican a las orillas de los ríos y son de producción agrícola representadas por 731 unidades.

Existen siete explotaciones con el 97% de la superficie y 724 EAPs con un 3% de la superficie restante (11.611 ha). También se encuentra que el 96% de las explotaciones tienen superficies menores o iguales a 25 ha. La superficie implantada es de 2.608 ha, destinada a la actividad agrícola. Esto se debe a que es una zona con una alta carga de ganado en el territorio. Existe un alto porcentaje de producción forrajera y tiene mayormente destino de venta en el valle y para consumo de animales. Las producciones más rentables son la de pimiento para pimentón, hortalizas y la actividad vitivinícola que ha crecido considerablemente. La producción hortícola en fresco, la integran: pimientos, tomate, cebolla, choclo, zanahoria, papa, haba y zapallito. Todas estas producciones son destinadas para abastecer el mercado local. La zona es apta agroecológicamente para la producción de frutales; sin embargo, existe poca producción. La implantación existe en diferentes oasis de riego. El nogal se desarrolla en zonas características: en Cachi Adentro regado por el río Las Arcas, en Seclantás Adentro regado por el río Brealito, y en Refugio regado por el río Cuchiyaco. (Bravo *et al.*, 2012).

El clima es árido con gran amplitud térmica, con inviernos fríos y heladas de marzo a septiembre. Está

determinado por su relieve, existiendo altos índices de radiación solar, lluvias estacionales y nevadas en las altas cumbres. Las precipitaciones medias anuales son de 180 a 250 mm, muy concentradas en el verano. La región se encuadra como de clima árido de sierras y bolsones. La topografía de la zona de estudio es de montaña, solo un 3% de la superficie es utilizable con fines agrícolas. Según Cabrera (1994), la composición florística del valle, se encuentra en los lineamientos del dominio chaqueño y por los elementos observados pertenece a la provincia fitogeográfica "Monte". La vegetación del valle se hace más diversa y de mayor porte en las zonas donde el agua se encuentra más cercana a la superficie del suelo. En cuanto a las especies animales aún se pueden encontrar guanacos, vicuñas y llamas y existe una importante población que se cría en estado salvaje como cóndores, reptiles, pumas, zorros, liebres, y exóticos cotorras, roedores y burros (Bianchi y Bravo, 2008).

Área de riego bajo estudio y tecnología para la producción

Por su clima árido los valles dependen del uso de riego para la producción. La mayoría

de las hectáreas regadas son con uso de riego gravitacional, existe muy poca presencia de otras técnicas de riego, como por goteo, aspersión, etc. (Bravo *et al.*, 2012).

El río Calchaquí integra la alta cuenca del Río Juramento. Nace en el nevado del Cerro Acay –al norte–, y sus aguas se utilizan para el regadío de los departamentos: La Poma, Cachi, Molinos y San Carlos. Esta red fluvial, a lo largo de su recorrido, se alimenta de escasas precipitaciones de carácter torrencial. Las mismas caen durante los meses de diciembre, enero y febrero, con una pendiente media fuertemente accidentada del 26%. Los aportes de aguas son por cursos temporarios y no temporarios.

El área de riego estudiada comienza siguiendo el curso del río Calchaquí, desde el norte al límite con La Poma, desciende hacia el sur, pasando a las orillas del pueblo de Payogasta, continuando hacia el Pueblo de Cachi (Figura A). Aquí se suma, por el oeste, las aguas del río Cachi que es la unión de los ríos Las Arcas y el río Las Trancas, al primero lo alimentan los ríos Las Pailas y Salvia. Este conjunto de ríos conforma el paraje Cachi Adentro, de gran desarrollo agrícola-frutal en la región. Estos cursos de agua provienen de la Quebrada de las Conchas, de la Quebrada de las

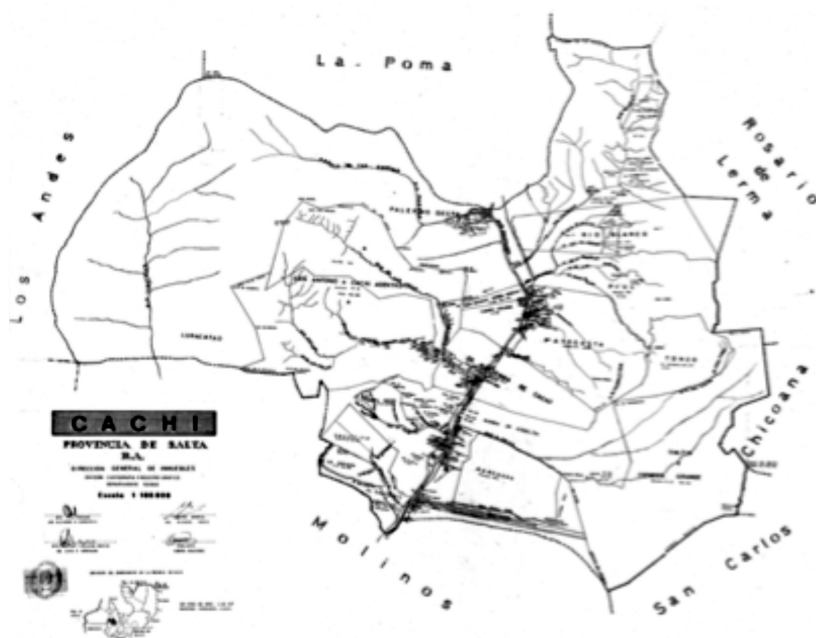


Figura 1. Departamento de Cachi. Provincia de Salta.

Fuente: Dirección General de Inmuebles de la provincia de Salta.

Arcas y de la Quebrada de las Cuevas, tienen sus nacientes en zona de hielo permanente.

El río Calchaquí continúa hacia el sur, en el departamento de Molinos (Figura 2), recibiendo las aguas por el oeste del río Brealito. Este río riega un área agrícola frutícola que recibe el nombre Seclantás Adentro, tiene características de alta productividad y buenas condiciones agroecológicas para la producción. Continuando hacia la sur pasa por el pueblo de Seclantás y más al sur vierte sus aguas el río Molinos que es la conformación

del río Angosto de Amaicha y el río Luracatao (INDEC, 2002).

Al oeste del río Calchaquí, se encuentra el río Luracatao, tiene su nacimiento en el departamento de Cachi y su mayor área productiva está desarrollada en el departamento de Molinos. Este espacio es dedicado a la ganadería y a la producción de forrajes y, en menor medida, a la horticultura. Posee cuatro parajes muy poblados, determinados por los conglomerados de casas cercanos a las escuelas de: Alumbre, La Sala, La

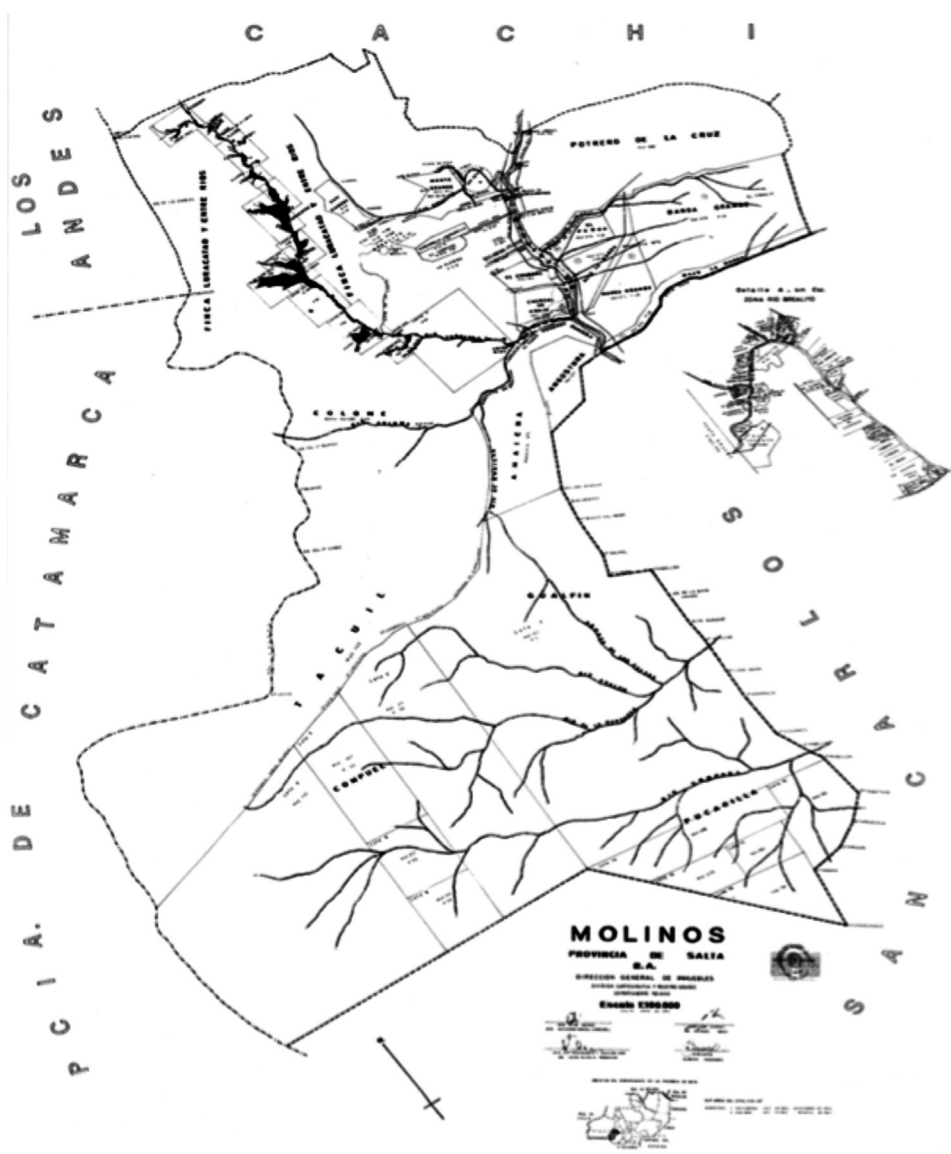


Figura 2. Departamento de Molinos. Provincia de Salta.

Fuente: Dirección General de Inmuebles de la provincia de Salta.

Puerta y Refugio. Siguiendo su recorrido hacia el sur, desde el límite con Cachi, pasa por el paraje de Alumbre y desciende con sus aguas llegando al pueblo de La Puerta. Posteriormente, por el oeste, desembocan las aguas del río Cabrería, que es alimentado por los ríos La Hoyada y Percayo, Continuando hacia el sur encontramos el Paraje El Refugio, área similar a Seclantás Adentro, agrícola y frutícola, que es regado por las aguas del río Cuchiyaco. Este último vierte sus aguas al Luracatao por el oeste. Siguiendo hacia el sureste, camino hacia el pueblo de Molinos, encontramos el río La Aguadita, que es un curso de agua que proviene de la Quebrada de El Pozo y este último vuelca sus aguas en el Luracatao. (INDEC, 2002). El río Luracatao es el más importante, de régimen permanente, con derrame anual considerable, mayor longitud y una cuenca que abarca una superficie de 151.000 ha. (Ramírez L., 2015).

En algunos de estos ríos se detectó la presencia de boro (B) con niveles mayores a 1 mg L^{-1} (Paoli, 2002). A estos niveles de toxicidad, se considera, que se ve limitada la capacidad de diversificación productiva (Ayers y Westcot, 1985) y, consecuentemente, la potencialidad económica de la zona.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue la evaluación de los contenidos de B presentes en las aguas del río Calchaquí y algunos de sus afluentes destinados para riego en los departamentos de Cachi y Molinos. Con la búsqueda de llegar a establecer e identificar factores fisicoquímicos

limitantes para los cultivos como, es la presencia de B, en determinadas cantidades en agua y cuánto esto detiene o limita la capacidad de desarrollo de plantas en la zona seleccionada.

Materiales y Métodos

Para evaluar el contenido de B presente en aguas fluviales que se destinan a riego, se seleccionaron los ríos Calchaquí, Las Arcas, Las Trancas, Cachi, Brealito, Cuchiyaco, Luracatao y Cabrería, donde se realizaron los trabajos de campo en puntos específicos de colecta de muestras. Las mismas se tomaron siguiendo el “protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples” (Nickisch *et al.*, 2012) (Tabla 1).

Según muestreo diseñado para esta investigación se consideraron los ríos que mantenían sus caudales constantes en el año, quedaron excluidos los ríos Amaicha y Molinos por no estar incluidos en el área seleccionada y desestimándose algunos cursos de agua como los pequeños arroyos con exiguos caudales, no permanentes e irrelevantes a los efectos de su aprovechamiento. Para todos los casos se extrajeron como mínimo tres muestras por punto de análisis, en un horizonte temporal que abarcó entre 1988 y 2013, entre marzo y diciembre de cada año estudiado.

El total de datos considerados fue de 56, correspondientes a 15 sitios. Se estimó presencia de B en el LabSaf, con los métodos de rutina: B (mg L^{-1}): Colorimetría-azometina-H (Sadzawka, 2006).

Tabla 1. Puntos de muestreo de los ríos de los departamentos Molinos y Cachi.

Toma de muestra de agua de río	Zona	Coordenadas geográficas
1	Río Calchaquí	24°59'3.95"S 66°6'57.96"O
2	Río Calchaquí	25°3'27.04"S 66°6'32.60"O
3	Río de Las Arcas	25°4'54.66"S 66°12'1.16"O
4	Río Las Trancas	25°5'45.84"S 66°12'39.49"O
5	Río Cachi	25°6'48.95"S 66°10'26.61"O
6	Río Calchaquí	25°15'37.07"S 66°12'47.15"O
7	Río Luracatao	25°16'32.47"S 66°26'31.72"O
8	Río La Hoyada	25°14'32.13"S 66°26'22.63"O
9	Río Percayo	25°14'37.34"S 66°26'26.11"O
10	Río Cabrería	25°14'42.99"S 66°26'16.81"O
11	Río Luracatao	25°15'34.18"S 66°26'7.45"O
12	Río Cuchiyaco	25°17'45.25"S 66°27'28.61"O
13	Río Brealito	25°18'14.40"S 66°17'41.51"O
14	Río La Aguadita	25°22'25.06"S 66°25'39.48"O
15	Río Calchaquí	25°21'15.65"S 66°14'39.44"O

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Con la variable se construyó una matriz con los datos correspondientes a ocho ríos: Arcas, Brealito, Cabrería, Cachi, Calchaquí, Cuchiyaco, Luracatao y Trancas.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y un análisis exploratorio, con la idea de conseguir un entendimiento básico de los mismos. Los resultados de los datos de la variable B fueron estudiados mediante análisis de varianza ANOVA en un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). El factor fue el río. Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando la prueba de Duncan. El supuesto de normalidad se estudió mediante el método de Shapiro-Wilks y el de homocedasticidad utilizando el método de Levene. Se consideraron como estadísticamente significativas aquellas pruebas con $p < 0,05$.

Debido a que los supuestos no se cumplieron, se utilizó un análisis de varianza no paramétrica empleando el método de Kruskal Wallis y también

se consideraron como significativas aquellas pruebas con $p < 0,05$. Todos los análisis estadísticos fueron efectuados utilizando el programa Infostat (2014).

Se ordenó y analizó el conjunto de datos con el fin de describir apropiadamente características por intermedio de un análisis estadístico descriptivo y también, el análisis exploratorio, nos permitió examinar los datos previamente a la aplicación de las técnicas estadísticas. (Tabla 2).

Resultados

En el análisis de varianza se observa, mediante la comparación múltiple de medias de B, que los ríos Cuchiyaco, Arcas, Brealito, Cachi y Trancas no presentan diferencias significativas entre sí, en tanto los ríos Luracatao, Calchaquí y Cabrería, son similares entre sí, pero significativamente distintos del resto, (Figura 3). De esta manera, se puede concluir que el B se encuentra presente en las aguas

Tabla 2. Características químicas, estadística descriptiva y observaciones de B de los ríos en estudio.

Río	B (mg L ⁻¹)		Observaciones sobre el nivel de B
	Media	Desvío estándar	
Calchaquí	2,49	± 0,35	Es variable durante el año
Cachi A	0,55	± 0,07	Disminuye en época de crecida
Cachi B	1,02	± 0,02	Aumenta en época de estiaje
Las Arcas	0,52	± 0,12	Tiene un valor estable durante el año y entre años
Trancas A	1,0	± 0,36	Tiene valores variables en época de crecida
Trancas B	1,09	± 0,33	Tiene valores variables en época de estiaje
Brealito	0,54	± 0,12	Es estable en el tiempo y da valores bajos
Luracatao	3,56	± 0,30	Tiene un valor estable durante el año y entre años
Cuchiyaco	0,50	± 0,00	Se mantiene estable en el tiempo (entre años)
Cabrería	2,47	± 0,79	Es variable en el tiempo y siempre con valores altos

Fuente: Elaboración propia (2014).

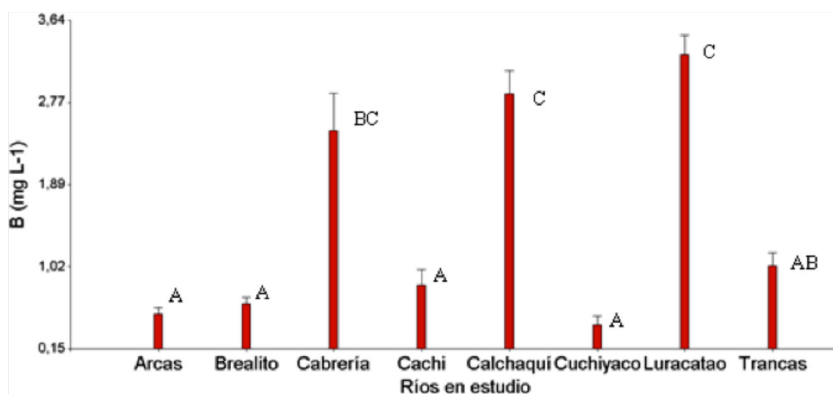


Figura 3. Comparación de medias de B entre los ríos estudiados.

* Letras diferentes muestran diferencias significativas - Duncan ($p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia (2014).

de riego en cantidades diferentes según los ríos analizados, siendo los ríos Calchaquí y Luracatao los que superan los valores de $2,771 \text{ mg L}^{-1}$.

Discusión

En relación al posible origen de la presencia de B en las aguas de los ríos de los valles, existen varias hipótesis, no excluyentes entre sí, desarrolladas por diferentes autores. En una primera hipótesis, basada en efectos naturales y según trabajos del Instituto de Recursos Naturales de la provincia de Salta, se afirma que la presencia de B se debe a la acción conjunta de los procesos de levigación y de los sedimentos que se formaron en los períodos terciarios y cuaternarios. Una segunda hipótesis se fundamenta en el efecto de la minería, de acuerdo a Tinte *et al.* (2011) y Bianchi y Bravo (2008) el origen es debido a los residuos de la extracción minera del departamento de los Andes y La Poma. A su vez, Ros Moreno (2009) agrega que los yacimientos se encuentran en zonas desérticas, con escasa provisión de agua y con el uso de pozas de evaporación solar, lo que representa un riesgo de filtración y, consecuentemente, una amenaza de contaminación ambiental.

Todas estas investigaciones coinciden en confirmar la presencia de B en las zonas cercanas a los afluentes de la margen oeste del río Calchaquí. Reafirmando este concepto, está la postura de Paoli *et al.* (2011), quienes sostienen que algunos cursos de agua que provienen de la Quebrada de las Conchas, Quebrada de las Arcas y Quebrada de las Cuevas, zonas cercanas a los salares del departamento de los Andes, vuelcan sus aguas en los ríos Las Arcas y Trancas, afluentes del río Calchaquí que lleva B en sus aguas. Esto, es debido a que el área seleccionada se encuentra en el límite con el departamento de Los Andes, donde está la Puna Salteña. Lugar en que se encuentran salares con presencia de boro, algunos de los que son industrializados por el gobierno de la provincia de Salta y tanto los suelos y las aguas subterráneas analizadas son regados, los primeros; y recargadas, las segundas, por estos ríos.

Estas hipótesis avalan la presencia del ion y abren una puerta a investigar estos procesos que presentan varias líneas de acción e investigación posibles. Por un lado, la generación de mayor conocimiento sobre estos fenómenos de interacción y, por el otro, la incorporación de tecnología para

potenciar la zona productiva y tomar recaudos de los efectos de la extracción y producción de boratos en la Puna Salteña.

El problema de B en la zona salteña tiene un tratamiento marginal por parte de los decisores políticos pues se observó que su importancia está reconocida solo a nivel de diagnóstico en los programas de intervención puestos en marcha, a pesar de haberse destinado importantes presupuestos a la problemática del agua. Ocurre todo lo contrario en Chile, con quien se comparte el área andina definida como el “Codo de Santa Cruz” (Chong *et al.*, 2000), el mayor depósito de B de Sudamérica. En este país se ha desarrollado tecnología apropiada y programas de atención a la problemática a fin de recuperar las zonas afectadas, ya que consideran que con niveles de toxicidad promedio cercanos a 11 mg L^{-1} se ve limitada la capacidad de diversificación productiva y, consecuentemente, la potencialidad económica de la zona (Albornoz y Cartes, 2009).

Conclusión

Los ríos estudiados fueron: a) los de caudal de agua permanente durante todo el año, y b) los afluentes al río principal, el Calchaquí, provenientes del lado oeste. Los resultados obtenidos en un horizonte temporal comprendido entre 25 y 11 años, según los casos, muestran la presencia de B en todos ellos.

Por lo tanto, y en base al análisis de los datos, se concluye que la presencia de B en las aguas de riego en los ríos estudiados se registró con valores medios, comprendidos entre $0,51 \text{ mg L}^{-1}$ (Cuchiyaco) y $3,561 \text{ mg L}^{-1}$ (Luracatao), situación que se mantiene a lo largo del tiempo. Se lograron obtener valores diferenciados: los más altos se observaron en los ríos Calchaquí, Luracatao, Las Trancas, Cachi y Cabrería y los de menor cuantía en los ríos Las Arcas, Brealito y Cuchiyaco.

Esta cantidad de B en los ríos estudiados produce un efecto de contaminación que afecta la posibilidad de cultivar, de forma diversificada, cultivos agroecológicamente aptos para la zona.

Es importante considerar la aplicación de políticas tecnológicas integrales, que tengan en cuenta la mitigación del B. Asimismo, acompañar con políticas activas fortaleciendo el desarrollo local y territorial. Esto podrá permitir mejorar la productividad del área y la incorporación de nuevas

especies para diversificar la cartera agrícola de la zona (en especial en lo que hace a la producción

frutícola), aportando así al desarrollo económico del valle Calchaquí salteño.

Literatura Citada

- Albornoz, G.F.; Cartes, M.F.
2009. Sistema para reducir la concentración de boro en aguas de riego. Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Fundación para la Innovación. Arica, Chile. 28 p.
- Ayers, R.; Westcott, D.
1985. Water Quality for Agriculture: FAO, *Irrigation and Drainage* Nº 29. Roma, Italia. 174 p.
- Bastias, E.
2011. Caracterización del maíz "Lluteño" (*Zea mays* L. tipo *amylacea*) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y exceso de boro, como una alternativa para la producción de bioenergía. *Idesia*, 29 (3): 7-16.
- Bianchi, A.; Bravo, G.
2008. Ecorregiones Norandina. Descripción, subregiones, agroecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional. Ed. INTA Salta. Argentina. 60 p.
- Bravo, G.; Bianchi, A.; Volante, J.; Alderete, Salas S.; Fernandez, F.; Sempronii, G.; Vicini, L.; Lipshitz, H.; Fernandez, M.; Piccolo, A.
2012. Regiones Agroeconómicas del Noroeste Argentino INTA Salta, Argentina. 7 p.
- Cabrera, A.
1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Fascículo 1. (2ª Edición). Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires. Argentina. 85 p.
- Chong, G.; Pueyo, J.; Demergasso, C.
2000. Los yacimientos de boratos de Chile. *Rev. Geol. Chile*, 27 (1): 99-119.
- INDEC
2002. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires. Argentina. Disponible en: http://www.indec.gov.ar/cna_index.asp. consultado: 11/04/2017.
- INDEC
2010. Censo Nacional de Población y Vivienda Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires. Argentina. Disponible en: http://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&_ga=2.251817473.928359234.1506623617-1382619129.1500910197. consultado 11/04/2017.
- Nickisch, M.; Gallo, Mendoza, L.; Zamar, S.; Rosas, D.
2012. Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego). INTA. Salta, Argentina. 11 p.
- Ortega, A.
1992. Intoxicación con Boro en Cultivos de Poroto de Cachi, valles Calchaquíes, Salta. Argentina. *Revista. Panorama Agropecuario*, 14 (42): 18-19.
- Ortega, A.
2006. Capítulo: Toxicidad de micronutrientes. En: Vázquez, M. (ed.). *Micronutrientes en la agricultura. Diagnóstico y Fertilización en Argentina. La experiencia brasilera*. Ed. AACS (Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo). Buenos Aires, Argentina. pp. 177-207.
- Pais, A.
2011. Las Transformaciones en las Estrategias de Reproducción Campesinas en Tiempos de Globalización. El caso de Cachi en los valles Calchaquíes. Ed. Centros de Estudios Avanzados. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 320 p.
- Paoli, H.; Bianchi, A.; Yáñez, C.; Volante, J.; Fernández, D.; Mattalía, M.; Noé, Y.
2002. Recursos Hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentina. Ed. INTA-CIED. Salta, Argentina. 271 p.
- Paoli, H.; Elena, H.; Mosciaro, J.; Ledesma, F.; Noe, Y.
2011. Caracterización de las Cuencas Hídricas de la Provincia de Salta y Jujuy - Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Salta: Su relación con el Uso de Agua para Riego. Ed. INTA, 8 p.
- Papadakis, J.
1974. Ecología, Posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. En: Fascículo 3 Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II (2ª ed.) Ed. ACME SACI Buenos Aires, Argentina. pp. 1-86.
- Ramírez, L.
2015. Estimación de Pérdida de Suelos por Erosión Hídrica en la Cuenca del Río Juramento-Salta, INTA Salta, Argentina. 103 p.
- Ros Moreno, A.
2009. El Boro (recopilación de estudios sobre el boro), 46 p.
- Salusso, M.
2005. Evaluación de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Alta Cuenca del Juramento (Salta). Ed. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina. 194 p.
- Sadzawka, R.
2006. Métodos de análisis de aguas para riego Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Actas INIA Nº 37. Santiago, Chile. 332 p.
- Tinte, M.; Valdez, S.; Flores, H.
2011. Industria Argentina de los boratos. Situación actual y perspectivas. *Revista Ingeniería Química*, XLIII (491): 56-63.