

# Evaluación de la Calidad de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Río Ctalamochita de la Provincia de Córdoba, Argentina

**Graciela N. Marín, Florencia B. Tavella, Camila Bellotti**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María,  
Av. Universidad 450 - (5900) Villa María, Córdoba, Argentina

*gramarin@hotmail.com*

*Recibido el 04 de abril de 2018, aprobado el 31 de julio de 2018*

## Resumen

La importancia del agua subterránea en la región de Villa María, Córdoba, Argentina, tanto para consumo humano como industrial, hace necesaria la evaluación de su calidad. Debido a esto se considera relevante realizar la determinación de parámetros físico-químicos (Nitratos, Nitritos, Flúor y Arsénico), que permitan caracterizar las principales napas subterráneas. Este estudio corresponde a los acuíferos alojados dentro de la región de la Cuenca del Río Tercero o Ctalamochita, evaluando dichos parámetros de calidad según los límites fijados por el Código Alimentario Argentino (CAA) y las Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas para Bebida de la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento de la Provincia de Córdoba (Normativa Provincial).

Se calculan las desviaciones estándar y se verifica si se encuentran debajo de los límites tolerables de dichas normas.

Teniendo en cuenta las características del sistema geohidrológico se concluye que el agua de estos cuatro grandes acuíferos presenta características similares.

**PALABRAS CLAVE:** AGUAS SUBTERRÁNEAS - VARIACIÓN DE CALIDAD - PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS.

## Abstract

The importance of groundwater in the Villa Maria region, Córdoba, Argentina, both for human and industrial consumption, requires the evaluation of its quality. Due to this it is considered relevant to perform the determination of physical chemical parameters (Nitrates, Nitrites, Fluorine and Arsenic), which allow characterizing the main groundwater.

This study corresponds to the aquifers housed within the region of the Tercero River or Ctalamochita Basin, evaluating said quality parameters according to the limits set by the Argentine Food Code and the Provincial Standards of Quality and Control of Drinking Waters of the Provincial Directorate of Water and Sanitation of the Province of Córdoba.

The standard deviations are calculated and it is verified that they are below the tolerable limits of said standards.

Taking into account the characteristics of the geohydrological system, it is concluded that the water of these four large aquifers presents similar characteristics.

**KEYWORDS:** GROUNDWATER - QUALITY VARIATION - CHEMICAL PHYSICAL PARAMETERS

## Introducción

La ciudad de Villa María está inserta en la Región de la Pampa Central que ocupa la parte centro-oriental de la provincia de Córdoba, República Argentina.

En el presente trabajo se realizó una caracterización de los acuíferos hallados entre los -30 m y -200 m aproximadamente.

Las muestras fueron tomadas de las perforaciones (pozos) existentes destinadas a abastecer de agua potable a la localidad de Villa María, las cuales explotan los acuíferos del sector aprovechando su alta productividad y buena calidad. Dichas perforaciones se encuentran ubicadas en la margen izquierda del río Ctlamochita en la localidad de Villa María.

En lo que respecta al curso del Río Ctlamochita, podemos decir que es el más caudaloso de los cinco ríos que cruzan nuestra provincia, presenta una reducida pendiente, con un cauce meandroso con pequeños bancos de arena y una vegetación arbustiva. En esta Cuenca, en la cual se encuentran las actuales captaciones, la circulación del agua subterránea a nivel regional es hacia el sudeste coincidiendo con la pendiente del terreno. De acuerdo a la geología y teniendo en cuenta el comportamiento hidrogeológico del área, se han podido diferenciar una capa libre (freática) y tres grandes acuíferos alojados dentro del paquete de sedimentos correspondientes al Cuaternario.

No se estudia la napa libre o freática, ya que presenta calidades muy variables debido a su propensión a la contaminación antropogénica.

El primero de los acuíferos (acuífero II) semi-confinados, está limitado, en su techo y base por sedimentos acuitados. Se desarrolla sobre material psamítico, es de carácter libre, su techo acompaña la morfología de la superficie. El acuífero II se encuentra a profundidades de entre -50 m y -80 m dependiendo de la topografía del terreno. El acuífero III de tipo semiconfinado, se halla a una profundidad promedio entre los -100 m y -115 m, desarrollándose en arenas con una granulometría de fina a media con un porcentaje menor de arcilla que los anteriores; esto nos dice que

dichos sedimentos han sido depositados por el río. El acuífero IV presenta una profundidad promedio entre -130 m y -140 m.

Cabe destacar que la potencia y profundidad de los acuíferos está en íntima relación con la evolución del cauce del río. Las profundidades medias pueden verse en la Tabla 1.

**Tabla 1. Profundidades medias del techo de los acuíferos y su espesor medio**

Acuífero	Profundidad Media del Techo (m)	Espesor Medio (m)
Libre y/o Freático	5-7	2
II	51-60	25
III	95-110	10
IV	130-140	40

La calidad de los acuíferos de acuerdo a los antecedentes que se disponen, presenta una composición apta para el consumo humano.

## Desarrollo

Las muestras fueron tomadas de las perforaciones (captaciones) existentes y agrupadas según la profundidad de los acuíferos semi-confinados y profundidades máximas de cada pozo.

En la determinación de los parámetros físico-químicos analizados, se utilizaron los métodos del *Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 18th y 21st, Edition* 1992 y 2005 respectivamente.

Para examinar Nitratos (Técnica 4500 NO<sub>3</sub>- B) se utilizó el método espectrofotométrico por barrido ultravioleta, con una longitud de onda de 220nm. Para esta técnica es necesario que las muestras tengan un bajo contenido de materia orgánica, pudiendo interferir además, tensioactivos, nitritos y Cr<sup>+6</sup>. Para el caso de Nitritos (Técnica 4500 NO<sub>2</sub>- B) se utilizó el método colorimétrico, ya que es adecuado para

concentraciones de 5 a 1000µg de NO<sub>2</sub>--N/l. Las incompatibilidades químicas que hacen que sea improbable la coexistencia del NO<sub>2</sub>--son: cloro libre, tricloruro de nitrógeno y iones Sb<sup>3+</sup>, Au<sup>3+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>.

Para la determinación de Flúor (Técnica 4500 F- A y D) se recurrió al método colorimétrico, el cual se basa en una reacción entre fluoruros y una laca de zirconio. Utilizando una longitud de onda de 570 nm en el espectrofotómetro. Para evitar errores de 0,1mg/l se destila la muestra.

El Arsénico se determina por el método de dietilditrocarbomato de plata (Técnica 3500 As. ARSENICO A y C). Ciertos metales interfieren en la medición, sin embargo estos no se encuentran en el agua.

**Tabla 2. Clasificación de los pozos según la profundidad de los acuíferos semiconfinados y las profundidades máximas de las captaciones (rango aproximado)**

Pozo Nº (profundidad m)	Nº	Profundidad techo (m)
6(58)	II	51-60
9(90)	II	51-60
11(110)	III	95-110
13(100)	III	95-110
14(117)	III	95-110
15 bis (106)	III	95-110
101(90)	III	95-110
103(100)	III	95-110
104(120)	III	95-110
4(143)	IV	130-140
7(130)	IV	130-140
10(130)	IV	130-140
105(140)	IV	130-140
16(120)	IV	130-140
17(111)	IV	130-140
18(116)	IV	130-140

quete de acuíferos confinados, tomando dos pozos representativos de cada acuífero, mostrados en la Tabla 2.

Para ello evaluando sus características según los parámetros físico-químicos más significativos, respecto de la normativa provincial vigente (Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas para Bebida), de la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento de la Provincia de Córdoba y respecto al Código Alimentario Argentino (CAA).

Se realizó la selección de datos teniendo en cuenta los últimos diez años de estudio (periodo desde el año 2003 al año 2013), las profundidades máximas de los pozos y las características de algunos valores físico-químicos indicadores del acuífero de mayor aporte, dando una clasificación tentativa de dichas muestras ya que cada pozo posee captaciones a distintas profundidades.

Para la evaluación de la calidad del agua se realizó el seguimiento de los parámetros físico-químicos, Nitratos, Nitritos, Flúor y Arsénico.

## Discusión y resultados

### Aspectos físico-químicos

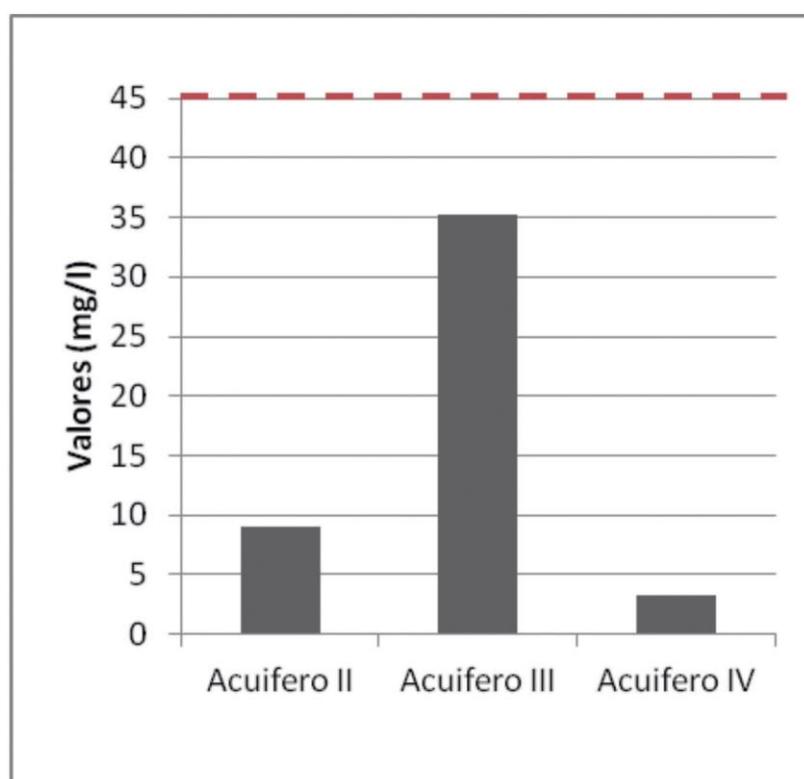
Se evaluaron los parámetros físico-químicos para los pozos elegidos de cada acuífero calculando las medias y desviaciones estándar. Pudiéndose observar en la Tabla 3 que los mismos no superan los límites fijados por la legislación provincial.

**Tabla 3. Límites de la Resolución 174/16 Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas Para Bebida de Córdoba**

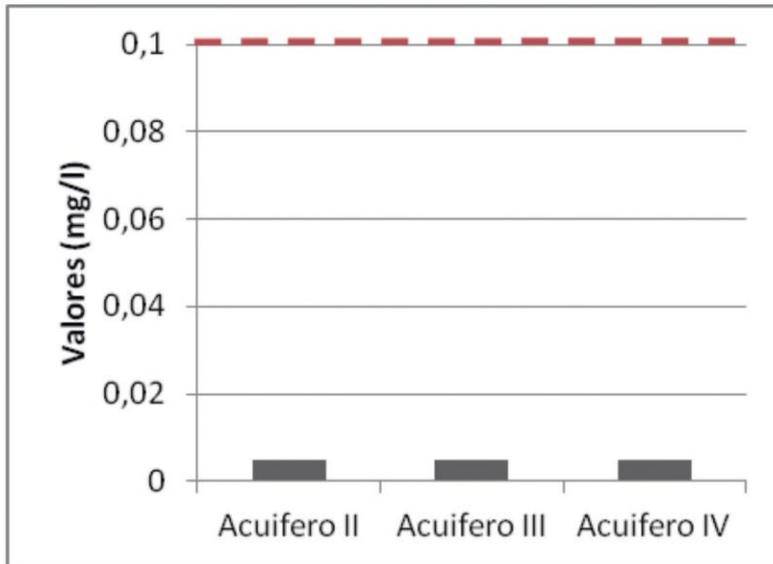
Parámetro	Tipo de limite	Concentración (mg/l)
Nitratos	tolerable	45
Nitritos	tolerable	0,1
Flúor	tolerable	1,7
Arsénico	tolerable	0,05

**Tabla 4. Promedios de cada acuífero para los parámetros evaluados siendo  $\mu$ : Media y  $\sigma$ : Desviación estándar**

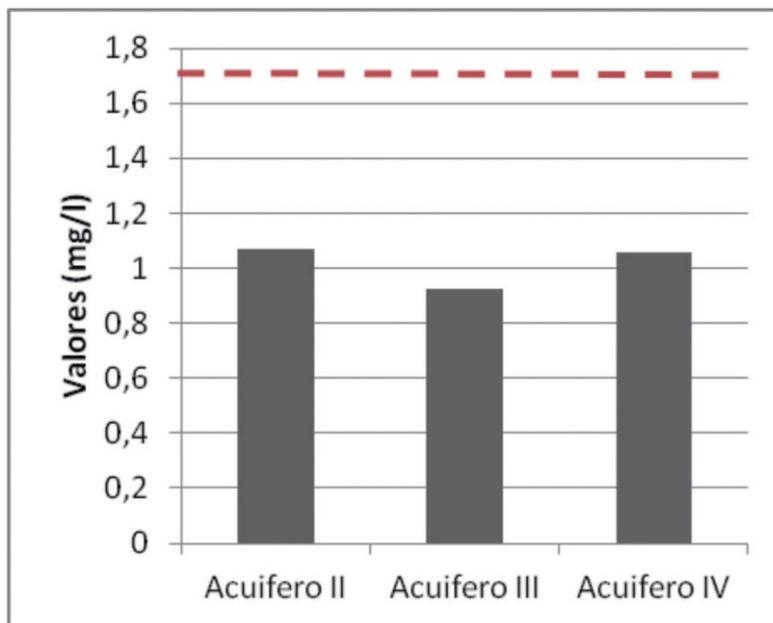
Parámetro	Acuífero	$\mu$	$\sigma$
Nitratos	II	9,05	1,794
	III	35,217	8,064
	IV	3,208	0,559
Nitritos	II	0,005	0
	III	0,005	0,003
	IV	0,005	0,002
Flúor	II	1,068	0,102
	III	0,927	0,133
	IV	1,06	0,145
Arsénico	II	0,022	0,01
	III	0,019	0,009
	IV	0,022	0,011



**Fig. 1. Análisis de Nitratos en los acuíferos.**



**Fig. 2. Análisis de Nitritos en acuíferos**



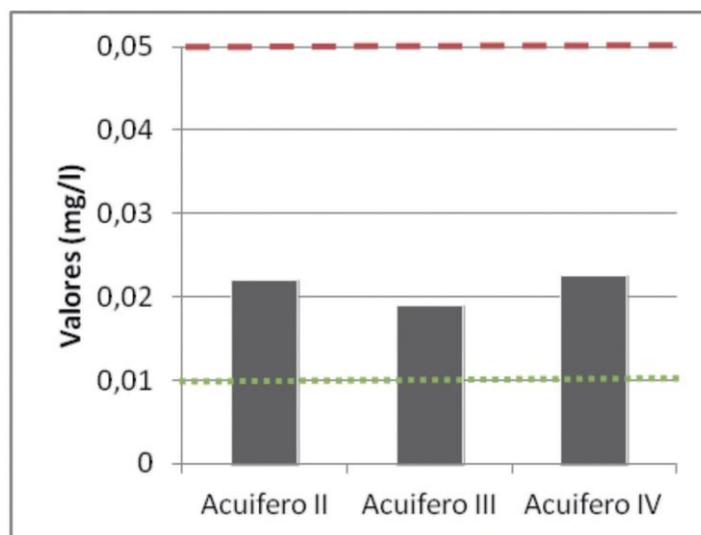
**Fig. 3. Análisis de Flúor en acuíferos**

Los datos de la Normativa Provincial en comparación con el Código Alimentario Argentino son semejantes. La diferencia varía en el límite del Arsénico teniendo un límite tolerable de 0,01 mg/l en el CAA.

Al analizar las medias aritméticas para cada acuífero de los parámetros Nitratos, Nitritos y Flúor se encontró que todas estaban por de-

bajo del límite tolerable según lo establecido en la Tabla 3. Esto puede observarse en los Figuras 1, 2 y 3 respectivamente, donde se especifican los límites de la Normativa Provincial para cada parámetro con la línea roja.

Al analizar el parámetro Arsénico, se puede observar en el Figura 4 que todos los acuíferos presentan sus medias por debajo del lí-



**Fig. 4. Análisis de Arsénico en acuíferos II, III y IV**

mite tolerable según la Normativa Provincial. Así mismo, considerando el límite del CAA, los acuíferos II, III y IV superan dicho valor (línea verde).

## Conclusiones

Para la evaluación de la calidad del agua se realizó el seguimiento de los últimos diez años de estudio (2003- 2013) de los parámetros físico-químicos, Nitratos, Nitritos, Flúor y Arsénico de pozos elegidos de cada acuífero, calculando las medias aritméticas y desviaciones estándares, cuyos valores tienen algunas mínimas variaciones con respecto a los límites fijados por el Código Alimentario Argentino. Los valores de la media aritmética de Nitratos

se encuentran en todos los casos por debajo del límite tolerable, de igual manera los valores del parámetro Nitritos.

Se observa que los acuíferos II, III y IV presentan valores de Flúor por debajo del límite tolerable, siendo los valores de sus medias 1,068; 0,927; 1,06 mg/l respectivamente.

En cuanto al Arsénico, se observa que todos los acuíferos presentan sus medias aritméticas por debajo del límite tolerable (0,05 mg/l) con respecto a la Normativa Provincial, sin embargo tomando el límite establecido por el CAA, las medias de los acuíferos II, III y IV son superiores a dicho valor (0,01 mg/l).

## Referencias

- APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 18th y 21st, (1992 y 2005).
- Dirección de Agua y Saneamiento de Córdoba, D.A.S "Evaluación Del Recurso Hídrico Subterráneo en las Proximidades de Villa María" (1998).
- Ministerio de Agua Ambiente y Servicio Público de la Provincia de Córdoba, "Normas Provinciales de Calidad y Control de Aguas para Bebida" 174/16 (2016).
- Marín G., Moyano S., Brussa D., Debernardi A., Pegoraro L., Farías M., Calidad Del Agua De Pozos De Provisión A La Ciudad De Villa María- Córdoba, Argentina. Aspectos Parciales, (2002).
- Reyna S., "Plan de gestión de los recursos hídricos de la Provincia de Córdoba, Argentina, Banco Interamericano de Desarrollo", (2005).
- Vázquez, J. B., Miatello, R. A., Roqué, M. E., "Geografía Física de la Provincia de Córdoba", Editorial Boldt, Argentina, (1979).