

**Castellarín, Julio ; Sánchez, Julio ; Papa, Juan Carlos ;
Herrera, Luis ; Casiello, Francisco**

*Caracterización preliminar de la problemática
de calidad del agua en el área rural de Monje,
provincia de Santa Fe*

Energeia, Vol. 15, N° 15, 2018

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Castellarín, J. et al. Caracterización preliminar de la problemática de calidad del agua en el área rural de Monje, provincia de Santa Fe [en línea]. Energeia, 15(15), 2018. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=Revistas&d=caracterizacion-preliminar-problematica-calidad> [Fecha de consulta:]

Caracterización preliminar de la problemática de calidad del agua en el área rural de Monje, provincia de Santa Fe

Julio Castellarín^{1,2}, Julio Sánchez^{1,3}, Juan Carlos Papa², Luis Herrera¹ y Francisco Casiello¹

(1) Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Av. Pellegrini 3314, Rosario, Santa Fe, Argentina

(2) INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

(3) Aguas Santafesinas S. A.

{jcastellarin,fcasiello}@uca.edu.ar

ABSTRACT

The existent restlessness at the level of the population of diverse urban and rural centers, within the sojera core region of the province of Santa Fe, referred to the quality of the water of consumption and on the possibility of the contamination of the ground water with phytosanitary ware in general and with herbicides in particular, as well as nitrites, nitrates and other organic compounds led to a preliminary study (pilot) in this regard. This study was made from samples taken from 5 drilling currently in use located in the rural area of the city of Monje, department of San Jerónimo, province of Santa Fe, spaced more than 3 km apart. Then, the main compounds derived from the application of agrochemicals in agricultural soils as well as other physical-chemical parameters were analyzed in these water samples. Subsequently, the results obtained were compared with the different quality standards applicable to groundwater. The use of the multimodal methodology is proposed to generate a framework of social as well as biophysical and energy assessments who allow interpreting the dynamics of different pollutants in the watershed and the public concerns regarding these issues.

Keywords: Water Quality, Groundwater, Agrochemicals, Multimodal Methodology.

RESUMEN

La inquietud existente a nivel de la población de diversos centros urbanos y rurales, dentro de la región sojera núcleo de la provincia de Santa Fe, referida a la calidad de las aguas de consumo y sobre la posibilidad de la contaminación de las aguas subterráneas con fitosanitarios en general y con herbicidas en particular, así como por nitritos, nitratos y otros compuestos orgánicos motivó la realización de un estudio preliminar (piloto) en tal sentido. Este estudio se realizó a partir de muestras extraídas de 5 perforaciones actualmente en uso ubicados en el área rural de la ciudad de Monje, departamento San Jerónimo, provincia de Santa Fe, distanciadas a más de 3 km entre sí. Luego se analizaron en estas muestras de agua los principales compuestos derivados de la aplicación de agroquímicos en los suelos agrícolas así como otros parámetros físico-químicos. Posteriormente se compararon los resultados obtenidos con las distintas normas de calidad aplicables a las aguas subterráneas. Además se propuso el empleo de la metodología multimodal, para generar un marco de evaluaciones tanto sociales como biofísicas y energéticas que permitan interpretar la dinámica de los diferentes contaminantes en la zona, así como las preocupaciones de la población con relación a estos temas.

Palabras Clave: Calidad del Agua, Aguas Subterráneas, Agroquímicos, Metodología Multimodal.

1.- INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr

que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible (OMS). Los fitosanitarios, han sido y serán un pilar importante para el crecimiento y desarrollo de los sistemas productivos agropecuarios, no obstante, la elevada frecuencia e intensidad de su empleo fue responsable, en los últimos años, de una creciente preocupación a nivel de la sociedad en su conjunto, sobre sus efectos en el ambiente. Esto es debido a que dichos productos son una fuente potencial de contaminación, de los diversos compartimentos ambientales en general y de las aguas subterráneas en particular como consecuencia de la lixiviación tanto vertical como horizontal (Bedmar *et al.* 2015).

El destino final de los fitosanitarios en el ambiente es un proceso sumamente complejo, influenciado por sus propiedades físicoquímicas, el clima, el manejo, las características intrínsecas del suelo, como así también del manejo del sistema agrícola entre otros. Por lo tanto, la cantidad de plaguicida lixiviado que puede llegar al agua subterránea dependerá del tiempo necesario para desplazarse de la superficie hasta una profundidad determinada del perfil del suelo y de la capacidad del suelo para retardar o atenuar ese movimiento (Sanderson y Lowe, 2002) lo que dependerá de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

En nuestro país, (Natale *et al.* 2002) estudiaron los 26 plaguicidas más empleados en los sistemas agropecuarios y determinaron una baja a mediana vulnerabilidad del agua subterránea de los acuíferos freáticos y Puelche de Bigand (Santa Fe). A su vez, en un estudio desarrollado en la cuenca alta del arroyo Pantanoso, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Gianelli *et al.* 2010), determinaron que los herbicidas presentan un riesgo más alto de contaminación del agua subterránea por lixiviación que los insecticidas y los fungicidas debido a su menor grado de retención (absorción y adsorción), mayor vida media y solubilidad en agua.

Con estudios realizados en (Bedmar *et al.* 2015) la cuenca del arroyo El Cardalito, en el sur-este de la provincia de Buenos Aires, determinaron que el riesgo de contaminación potencial del agua subterránea con fitosanitarios varió en función del plaguicida, la recarga neta de agua subterránea y el horizonte o perfil de suelo considerado. Para el perfil completo del suelo se determinaron que la lixiviación de todos los plaguicidas estudiados sería improbable a muy improbable con excepción del herbicida picloram (post-emergente, sistémico de acción hormonal) que resultó moderadamente probable para una recarga de del perfil de 2,3 mm día⁻¹.

2.- FUNDAMENTOS DE ESTA INVESTIGACIÓN

La inquietud existente a nivel de la población de diversos centros urbanos y rurales, dentro de la región sojera núcleo de la provincia de Santa Fe, referida a la calidad del agua de consumo y sobre la posibilidad de la contaminación de las aguas subterráneas con fitosanitarios en general y con herbicidas en particular, así como por nitritos, nitratos y otros compuestos orgánicos motivó la realización de un estudio preliminar (piloto) en tal sentido.

3.- METODOLOGIA DE TRABAJO

Este estudio se realizó a partir de muestras extraídas de 5 pozos actualmente en uso ubicados en el distrito Monje, departamento San Jerónimo, provincia de Santa Fe, distanciados a más de 3 km entre sí. El tipo de suelo predominante en el área de estudio es un Argiudol típico serie Maciel, con drenaje bueno a moderado, se trata de un suelo profundo (2,40 m el horizonte C2_{ca}) desarrollado sobre paisajes muy suavemente ondulados. En los primeros 25 cm de profundidad la textura es franco limosa (74,5% de limo y 21,5% de arcilla); con una Capacidad de Intercambio Catiónica (CIC) de 19,4 me.100g⁻¹ (valor T) y una saturación de bases (S/T) del 88%, valores considerados como buenos para un suelo agrícola (Carta de suelos Hoja 3360-7 y 8 Totoras, Serodino).

Las muestras fueron tomadas el 22 de marzo de 2017; la metodología utilizada en la extracción de las muestras se basó en la "Guía estándar para el muestreo de pozos de monitoreo de agua subterránea (D4448 – 85 a)". Esta Norma Internacional fija los procedimientos a seguir en el muestreo de aguas subterráneas, con el objetivo de obtener la mayor confiabilidad en el muestreo. Se determinó la concentración de 2,4D (de acción hormonal); atrazina (inhibidor de fotosistema II), glifosato (inhibidor de la enzima EPSPs), ácido aminometilfosfónico (**AMPA** que es un ácido orgánico débil y uno de los principales productos de degradación del herbicida glifosato) mediante análisis realizados en los laboratorios de Aguas Santafesinas S. A. en Rosario y en el laboratorio de la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario (campus Rosario) de la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA) se analizó: DQO (demanda química de oxígeno); DBO (demanda bioquímica de oxígeno); nitrógeno total; nitratos; nitritos y fósforo total.

En la Tabla 1 se muestran los datos correspondientes a la posición geográfica, altura y profundidad de la capa freática para cada muestra. La decisión sobre qué herbicidas determinar

en el agua subterránea se realizó en función de la magnitud de uso de los mismos en la región, ya que este factor es uno de los que permitiría al menos en teoría, maximizar la probabilidad de su presencia. Una orientación en ese sentido puede obtenerse a partir de los datos del mercado de herbicidas (en millones de dólares) y su evolución por modo de acción (Figura 1).

MUESTRA	POSICIÓN	ALTURA (SMN)	Profundidad capa freática
1	S: 32° 21' 24,9''; W: 60° 58' 38,4''	13 m	7,5 m
2	S: 32° 20' 48,4''; W: 60° 59' 34,2''	22 m	Nd
3	S: 32° 22' 02,8''; W: 60° 56' 04,7''	35 m	10.37 m
4	S: 32° 20' 27,9''; W: 60° 53' 13,8''	25 m	6 m
5	S: 32° 20' 5,5''; W: 60° 52' 47,2''	19 m	3.10 m

Tabla 1. Datos de la ubicación geográfica para cada punto de muestreo. Distrito Monje. 2017

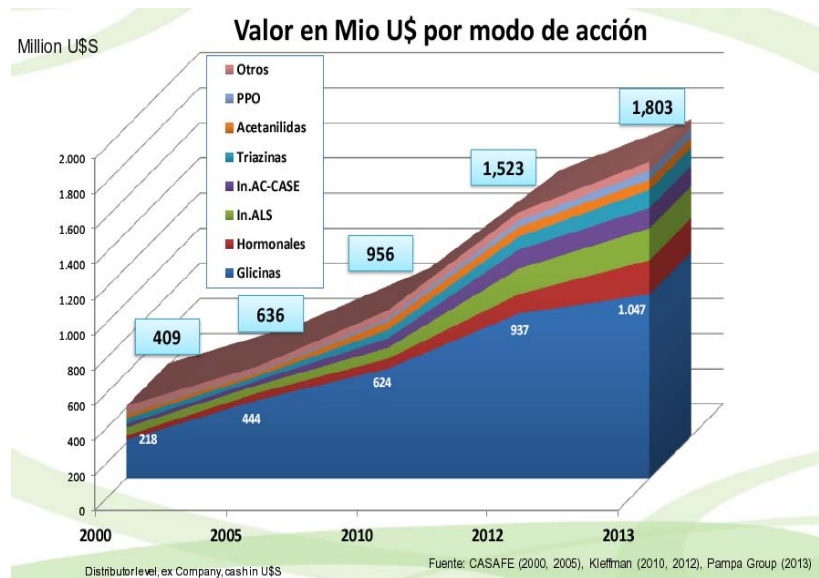


Figura 1: Evolución del Mercado de herbicidas en la República Argentina según modos de acción

4.- PRIMEROS RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del análisis de las cinco muestras extraídas en el Distrito Monje (M1 – M5). El 2,4 D se encuentra por debajo de los valores máximos de referencia establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de $0,03 \text{ mg l}^{-1}$ y por las Normas de Calidad del Agua Potable de ASSA ($100 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$), la atrazina se encuentra muy por debajo de lo que fija como valor de referencia la OMS ($0,002 \text{ mg l}^{-1}$).

DETERMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO (M1)	RESULTADO (M2)	RESULTADO (M3)	RESULTADO M4	RESULTADO (M5)
2,4 D	$\mu\text{g/l}$	<100	<100	<100	<100	<100
Atrazina	$\mu\text{g/l}$	<1	<1	<1	<1	<1
Glifosato	$\mu\text{g/l}$	<50	<50	<50	<50	<50
AMPA	$\mu\text{g/l}$	<50	<50	<50	<50	<50
DQO	mg/l O_2	<10	<10	<10	<10	<10
DBO	mg/l O_2	<10	<10	<10	<10	<10
Nitrógeno Total	mg/l	1	1	1	1	1
Nitritos	mg/l	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
Nitratos	mg/l	<0,04	<0,04	0,04	0,05	<0,04
Fósforo Total	mg/l	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	0,1

Tabla 2. Valores de concentración obtenidos del análisis realizado para las variables consideradas en cada una de las muestras (M1 – M5). Distrito Monje (Santa Fe) 2017.

Un resultado similar se registró para el glifosato y para el AMPA cuyos valores de referencia para la OMS son de 0,9 mg l⁻¹ para ambos. Para ese Organismo, el valor de referencia para nitritos es de 3 mg l⁻¹ para exposición a corto plazo y de 0,2 mg l⁻¹ para exposición prolongada, no obstante ASSA determina 0,1 mg l⁻¹. Respecto a los nitratos, ASSA recomienda 25 mg l⁻¹ como valor máximo, en cambio la OMS sugiere una concentración máxima de 50 mg l⁻¹. Para fósforo total, ASSA determina un valor máximo obligatorio de 5 mg l⁻¹ pero recomienda 0,4 mg l⁻¹, valores estos que superan ampliamente los determinados en nuestros análisis. El nitrógeno total se encuentra dentro del valor aceptado por ambos Organismos de referencia. Respecto de los valores de DBO y DQO, los mismos dan como resultado la inexistencia de materia orgánica biodegradable y ausencia de compuestos químicamente degradables en el agua de las muestras. Es decir esto reafirma los resultados obtenidos de los pesticidas y herbicidas analizados.

5.- TRABAJOS FUTUROS

Ahora bien, dada la naturaleza de las aguas subterráneas, todo estudio de contaminación debe proyectado a escala regional, dado que salvo algunas excepciones, la contaminación de las aguas subterráneas es una contaminación de origen disperso. De aquí que los sistemas de información geográfica resultan ser una herramienta esencial de trabajo para integrar toda la información necesaria para poder, por un lado identificar los peligros para las aguas subterráneas y en consecuencia planificar los muestreos y análisis que se realicen y por otro, para poder integrar de una forma eficiente toda la información recolectada.

Básicamente, el sistema de información geográfica combina dos fuentes de información: una de carácter gráfico y una base de datos asociada a ésta. Cada uno de estos pares configura una cobertura o capa de información, y tanto los rasgos gráficos representados en las coberturas como los datos asociados a los mismos pueden combinarse a su vez con otras coberturas, generando así información nueva, (es decir, nuevas coberturas), no disponibles inicialmente.

En este sistema, al manejar coberturas se maneja además toda la información asociada en sus bases de datos, pudiendo realizar operaciones y cálculos con los datos asociados a cada elemento o rasgo geográfico incluido en una cobertura o capa. Esto requiere el uso de programas específicos capaces de gestionar grandes volúmenes de información gráfico-numérica. El resultado final se plasma en forma de mapas coloreados en los que resulta muy sencillo visualizar e interpretar la información obtenida. Específicamente, tal como ha sido reportado en el número anterior de ENERGEIA (Herrera *et al.* 2011) en Santa Fe, para el uso de la tecnología SIG, se cuenta con la asistencia y asesoramiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe (IDESF). La IDESF, es el conjunto de estándares y recursos tecnológicos que facilitan la producción, obtención, uso y acceso de información geográficamente referenciada de cobertura provincial: <http://www.idesf.santafe.gov.ar/idesf/index.php/ide>.

Se trata de un servidor de datos geográficos: límite provincial, de departamentos, de distritos y de localidades, rutas, ferrocarriles, manzanas y ejes de la planta urbana de ciudades, entre otras, los que se pueden visualizar y descargar. Los SIG además de ser una poderosa herramienta para la dotación de datos de modelos con elevado grado de detalle espacial, permiten el intercambio de información almacenada en diferentes formatos (archivos de texto, planillas de cálculo, bases de datos, programas de diseño asistido por computadora tipo CAD, etc.).

Asimismo poseen un entorno visual para la representación de los resultados que resulta muy útil a fin de detectar errores groseros, cosa que se torna casi imposible mediante la simple observación de una matriz de datos. Como trabajo futuro se proyecta incorporar esta información en un SIG y compatibilizar la misma con la obtenida a nivel de cuenca.

Las decisiones que deben adoptarse en el sector de la agricultura para combatir la contaminación de las aguas subterráneas pueden situarse en diversos planos. Sobre el terreno, las decisiones dependen de factores muy locales, como el tipo de cultivos y las técnicas de aprovechamiento de la tierra, en particular la utilización de fertilizantes y plaguicidas. Estas decisiones deben inspirarse en las prácticas más adecuadas de ordenación que permitan las circunstancias locales, y el objetivo debe ser multiplicar la rentabilidad económica de los agricultores sin olvidar la protección del medio ambiente.

Las decisiones locales se basan en las relaciones conocidas entre las prácticas agrícolas y la degradación ambiental, pero por lo general NO requieren una evaluación específica de las prácticas agrícolas en el contexto más amplio de los efectos provocados en las cuencas hidrográficas por otros tipos de contaminación. Cuando se trata de actuar en las **cuencas hidrográficas**, el proceso de toma de decisiones es muy diferente. En este plano, en trabajos futuros aplicaremos el enfoque propio de la metodología multimodal, ya que se entiende como el

adecuado marco teórico para abordar problemas complejos y plurales, como lo es la gestión integrada de los recursos hídricos, en donde esta metodología adquiere particular importancia (Casiello *et al.* 2011), integrando dentro de la misma el empleo de modelos formales de la cuenca y de la difusión de agroquímicos y fertilizantes en el curso superficial de la cuenca y su aporte en las aguas subterráneas.

6.- CONCLUSIONES

De acuerdo a estos resultados preliminares obtenidos podemos ver que no se detectaron cantidades medibles o registrables por los recursos instrumentales disponibles de compuestos químicos provenientes de la actividad agrícola, en las aguas del acuífero freático de la zona estudiada. El tipo de suelo del área bajo estudio por sus características presenta un riesgo moderado a bajo de lixiviación de los fitosanitarios hacia las capas freáticas. No obstante se debería continuar los muestreos y el estudio en las distintas etapas de aplicación de los fitosanitarios en los sistemas agropecuarios, hasta descartar por completo su incidencia en el medio acuífero. Además hemos podido conformar un equipo interdisciplinario en torno a la caracterización de la calidad del agua subterránea en el distrito Monje, a través de la metodología multimodal y del uso de una herramienta informática (Sistema de Información Geográfica) y hemos proyectado abordar la problemática de la contaminación desde una perspectiva más global, en una segunda etapa. En este sentido, los autores quieren expresar su agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA) y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), por establecer un convenio marco que está permitiendo desarrollar este proyecto de investigación.

7. REFERENCIAS:

Bedmar, F.; Gianelli, V.; Angelini, H.; Vigilianchino, L. Riesgo de contaminación del agua subterránea con plaguicidas en la cuenca del arroyo El Cardalito, Argentina RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 41, núm. 1, abril, 2015, pp. 70-82 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires, Argentina

Casiello, F, Villarruel, J. M., "The Acceptance and Progress in Argentina of Multi-Modal Systems Thinking for Community Development", Systemic Practice and Action Research, Springer Verlag, 2011, Volume 24, Number 6, pp. 523-531.

Gianelli, V.; Bedmar, F.; Angelini, H.; Aparicio, V.; Costa, J.L. 2010. Determinación del riesgo de contaminación del agua subterránea con plaguicidas en la cuenca del arroyo Pantanoso, Argentina. En: Fernández Turiel, J.L.; González Hernández, I.

Herrera L., Castellarin J., Sanchez J., y Casiello, F, "Herramientas y métodos para la caracterización de la sostenibilidad socio, productivo, ambiental en áreas representativas de la cuenca del río Carcarañá, en el sur de la Provincia de Santa Fe", ENERGEIA, Año 12, N°12, 2014.

INTA (1985) CR SANTA FE – EEA RAFAELA. Carta de suelos Hoja 3360-7 y 8 Totoras – Serodino.

INTA (1988). Cartas de Suelo de la República Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

INTA (1990) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Atlas de Suelos de la República Argentina. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Tomo II. Proyecto PNUD Argentina 85/019. ISBN 950-432964-2.

Natale, O.E.; Allevato, H.; Marzocca, M.C.; Sylvester, S. 2002. Evaluación de factores de riesgo debidos a plaguicidas en el medio ambiente rural. INA, Gerencia de programas y proyectos programa nacional de calidad de aguas, Centro de Tecnología del uso del agua. Ezeiza, Argentina, p. 68.

OMS. Guías para la calidad del agua potable PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud

Sanderson I.D.; Lowe, M. 2002. Ground-Water sensitivity and vulnerability to pesticides, Cache Valley, Cache County, Utah. Miscellaneous publication 02-8. Utah Geological Survey, Salt Lake City UT. (<http://geology.utah.gov/online/mp/mp02-08/mp02-08txt.pdf>).