

PRECAUCIONES DE USO DE LOS TOMAMUESTRAS DE SUCCION EQUIPADOS CON PORCELANA POROSA

José Miguel SANCHEZ-PEREZ ⁽¹⁾ e Ignacio MORELL ⁽²⁾

⁽¹⁾ Centre d'études et de Recherches Eco-géographiques, CEREG - URA 95 CNRS,
3 rue de l'Argonne, 67083 ESTRASBURGO CEDEX (Francia).

⁽²⁾ Departamento de Ciencias Experimentales, Universitat Jaume I, Carretera de Borriol, km 1,
12004 CASTELLON.

RESUMEN

En este trabajo se pone de manifiesto el efecto contaminante que producen las cápsulas de cerámica porosa utilizadas habitualmente para el muestreo del agua del suelo y se propone una metodología de lavado basada en el control de la conductividad eléctrica de la solución extraída mediante succión. Se presentan dos tipos de experiencias, una que consiste en el lavado de las cerámicas con agua desionizada y del análisis de la muestras de agua recogidas; y una segunda experiencia que consiste en comparar la composición de las muestras extraídas en condiciones naturales mediante un tomamuestras equipado con una cerámica porosa en medio saturado y el agua subterránea.

Los ensayos realizados en laboratorio muestran que la utilización de cerámicas porosas no es adecuada en el caso de estudios relativos a las concentraciones en iones sulfato, calcio, bicarbonato y pH. En condiciones experimentales la utilización de tomamuestras de succión equipados con cerámicas porosas presenta más problemas. Los iones magnesio y bicarbonato son liberados por la cerámica, mientras que los iones sodio, potasio y fosfato quedan retenidos en la cerámica. La utilización de este tipo de material debe limitarse al estudio de las concentraciones en nitratos y de la conductividad.

INTRODUCCION

La idea de utilizar tomamuestras de succión para el muestreo de la solución intersticial del suelo remonta a principios del siglo, si bien esta técnica no se ha utilizado de forma generalizada más que a partir de los años 60. Esta técnica, si la comparamos con los otros métodos existentes (muestreo del agua intersticial en laboratorio mediante extracción a partir de muestras alteradas o no) presenta la ventaja de ser no destructiva y por lo tanto repetible en un mismo punto.

Por otro lado, la técnica de extracción mediante cerámicas porosas presenta la ventaja de ser un método que perturba poco la estructura del suelo en la etapa de instalación y que permite extraer la solución del suelo a diferentes condiciones energéticas.

La presión de entrada de aire en la cerámica está condicionada por el diámetro de los poros; en las cerámicas generalmente utilizadas esta presión varía entre 1 y 2 bars, lo que permite trabajar sin riesgo de entrada de aire en las depresiones que se obtienen en el terreno (0,3 a 0,8 bar).

En estudios anteriores se ha demostrado que la utilización de tomamuestras de succión equipados con cerámicas porosas modifican la composición química de la solución que circula por ellas. Grover y Lamborn (1970) observan la liberación de iones calcio, sodio y potasio y la absorción de fósforo. Estos autores proponen una metodología de lavado mediante la utilización de una solución de HCl 1N y el posterior lavado con agua destilada lo que reduce en gran medida la liberación y la absorción de iones.

En otros trabajos se ha señalado la retención de fósforo (Hansen y Harris, 1975; Nagpal, 1982). Este segundo autor indica que la capacidad de retención de fósforo y potasio es función de la concentración de la solución y del tiempo de contacto entre la solución del suelo y la cerámica. Por otro lado, Wagner (1962) señala la absorción de ión amonio, fenómeno que es el resultado de un proceso mixto de absorción/desorción puesto de manifiesto por Bernhard y Schenk (1986).

Si en muchos de los trabajos anteriores no existe un acuerdo general relativo a la liberación y absorción de ciertos elementos minerales, parece existir una cierta unanimidad a la hora de cuantificar su influencia en el muestreo de nitratos. Las cápsulas de succión en cerámica porosa no perturban o perturban muy poco la composición en nitratos y nitritos de la solución extraída (Wagner, 1962; Hansen y Harris, 1975; Nagpal, 1982).

En otros trabajos realizados en condiciones de campo se ha puesto de manifiesto que a medida que se procedía a la extracción de soluciones del suelo, la composición de la solución extraída se aproximaba a la de la solución del suelo en el caso del conductividad eléctrica, el potasio, el nitrato y el calcio (Joliver y L'Hiver, 1980).

MODIFICACION DE LA COMPOSICION DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS CON CERAMICAS POROSAS

En los trabajos anteriores se ha puesto de manifiesto que la utilización de cerámicas porosas para el muestreo de la solución intersticial del suelo modificaba la composición de esta solución, por liberación (calcio, sodio, potasio) o por absorción (fosfato, amonio) de ciertos iones.

El lavado de las cerámicas con HCl 1 N u otro ácido fuerte (por ejemplo ácido nítrico) presentan el inconveniente de contaminar la cerámica, y por lo tanto si el lavado posterior con agua destilada no se realiza correctamente modifica las concentraciones iónicas de cloruros y nitratos, esencialmente. Si tenemos en cuenta que los elementos más interesantes en los estudios relativos a la circulación de elementos contaminantes son precisamente los nitratos y los cloruros (como trazador conservativo) este tipo de lavado presenta algunos inconvenientes.

En este estudio hemos analizado la influencia de la cerámica porosa sobre la composición química de las soluciones extraídas a partir de dos

experiencias. La primera experiencia realizada consistió en estudiar la liberación de elementos minerales a partir de cerámicas que habían sido puestas en agua desionizada en condiciones de depresión. En una segunda etapa se compararon las composiciones de las aguas obtenidas mediante un tomamuestras de succión implantado en zona saturada y el muestreo directo del agua subterránea.

Contaminación por liberación de iones

Con el objeto de comprobar el proceso de liberación de iones, se procedió a la realización de varios ensayos de laboratorio en los que se utilizaron los muestreadores equipados con cerámicas previamente a su instalación en el campo. Los muestreadores se introdujeron en un recipiente con agua desionizada, y se les aplicó un vacío de 60 cbars para provocar el paso del agua a través de la pared de la cerámica porosa. Para ello se utilizaron tomamuestras de succión equipados con tubos de longitud diferente. En cada ensayo se procedió a medir la evolución de la succión en el interior del tomamuestras en función del tiempo. Una vez que la succión llegó a cero se procedió a recoger la muestra de agua para su posterior análisis. La conductividad eléctrica de la muestra y del agua destilada se midió en varias ocasiones a lo largo del proceso. Este ensayo se repitió varias veces en cada tomamuestras hasta que el valor de la conductividad del agua recogida fue inferior a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

La conductividad eléctrica puede considerarse como un buen indicador de la carga total de la solución. En los primeros ensayos de lavado se recogieron muestras con conductividades muy fuertes pudiendo alcanzar los $1900 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. El agua desionizada tenía una conductividad inicial entre 0 y $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. No obstante, la conductividad de las muestras varía mucho de unas cerámicas a otras (288 a $1900 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). En las etapas posteriores de lavado las conductividades disminuyen regularmente hasta llegar a un valor en torno a los $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, valor crítico por debajo del cual es difícil de descender con este método y que en este trabajo ha sido considerado como valor residual.

En la tabla 1 se exponen los resultados analíticos obtenidos en dos de los ensayos realizados, con una misma cerámica correspondiente a series de cocción diferente. En los dos casos se realizó el lavado de la cerámica hasta que la conductividad de las muestras recogidas fue inferior a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. En el caso del ensayo n° 1 fueron necesarios 5 lavados, en el ensayo n° 2 sólo se realizaron 4 lavados. Las muestras de agua del primer lavado presentan una fuerte contaminación por sulfato, calcio y bicarbonato en ambos casos, una contaminación menor se detectó en el segundo ensayo en el caso de sodio y potasio. La contaminación por nitratos, amonio, nitritos y fosfatos es mínima. A medida que se repite el proceso de lavado estas concentraciones disminuyen de manera que la liberación de iones deja de ser significativa para valores de conductividad próximos a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. No obstante, la contaminación residual de cada una de las cerámicas es diferente. La cerámica utilizada en el ensayo 1, presenta una contaminación residual

importante por calcio y bicarbonato, mientras que la utilizada en el ensayo 2, presenta una contaminación por sulfato.

	Ensayo nº 1					Ensayo nº 2			
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 1	C 2	C 3	C 4
pH	8,44	9,08	9,45	9,45	8,90	9,07	8,31	8,04	8,01
Cond	1046	464	169	104	67	675	220	120	105
Cl ⁻	8	4	4	4	4				
SO ₄ ²⁻	563	215	38	15	10	51	58	40	32
HCO ₃ ⁻	30	21	15	17	20	435	141	76	62
CO ₃ ²⁻	19	6	10	10	4	63	0	0	0
NO ₃ ⁻	3,2	0,7	0,4	0,3	0,2				
Ca ²⁺	277	101	22	69	69	6	7	7	8
Mg ²⁺	2,2	0,6	0,2	0,3	0,5	2,2	0,6	0,2	0,3
Na ⁺	0,4	0	0	0	0	8	2,3	1,3	1,3
K ⁺	2,0	0,3	0,1	0,1	0,1	14,8	2,8	1,9	1,1
NH ₄ ⁺	0	0	0	0,02	0,02	0,20	0,35		0,03
NO ₂ ⁻	0,09	0,03	0,01	0,01	0,06	0,39	0,05	0,09	0,02
PO ₄ ³⁻						0,02	0,02		0,02

Tabla 1. Composición química de las muestras de agua recogidas en las cápsulas de cerámica (Succión aplicada: 60 cbars)

El análisis estadístico de las concentraciones en iones de las muestras de agua obtenidas en la etapa de lavado sobre un total de 20 cerámicas muestra una buena correlación entre las concentraciones en bicarbonato y magnesio ($r=0,98$) por un lado y sulfato y calcio ($r=0,98$) por otro. En este análisis se han integrado datos correspondientes a cerámicas producidas en dos etapas de cocción diferente, lo que puede explicar las diferencias de contaminación de una serie a otra. En la figura 1 hemos representado la relación entre el bicarbonato y el magnesio para el conjunto de muestras. La figura 2 representa la relación entre las concentraciones de calcio y de sulfato, establecida para las dos series de cerámicas.

Por otro lado, si la cerámica es capaz de contaminar el agua que circula por sus paredes es posible que el efecto de la contaminación se manifieste también sobre la solución de lavado al exterior de la cerámica una vez que esta haya perdido su depresión. En efecto, si dejamos durante una noche varias cerámicas en el agua desionizada y controlamos su conductividad podemos apreciar que esta aumenta considerablemente. La conductividad pasa de $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a $24 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en 12 horas lo que puede explicarse por un proceso de contaminación a partir de la cerámica.

Liberación y absorción de iones en condiciones experimentales

En el dispositivo experimental instalado en la parcela experimental de Arkaute (Acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz) se instaló un tomamuestras de succión equipado con una cerámica porosa de las utilizadas en la experiencia anterior, a 95 cm de profundidad. Durante varios episodios de ascenso del nivel freático, este tomamuestras captó el agua de la zona saturada.

Bicarbonato frente a Magnesio

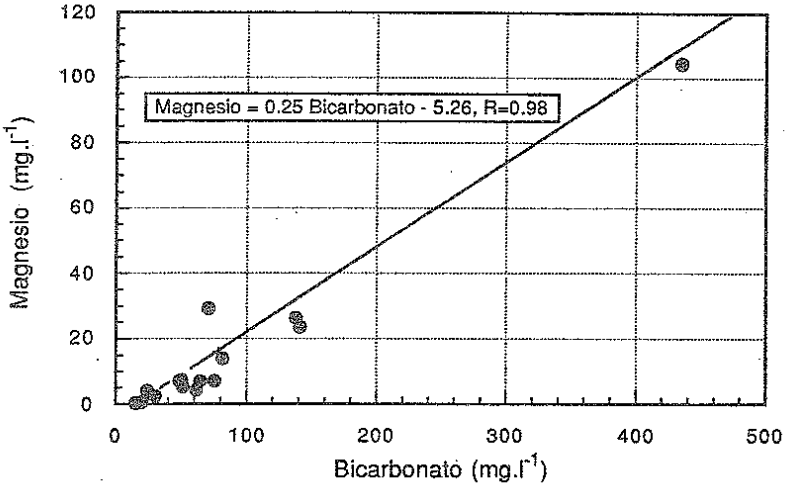


Figura 1. Relación entre las concentraciones en bicarbonato y magnesio (20 análisis)

Sulfato frente a Calcio

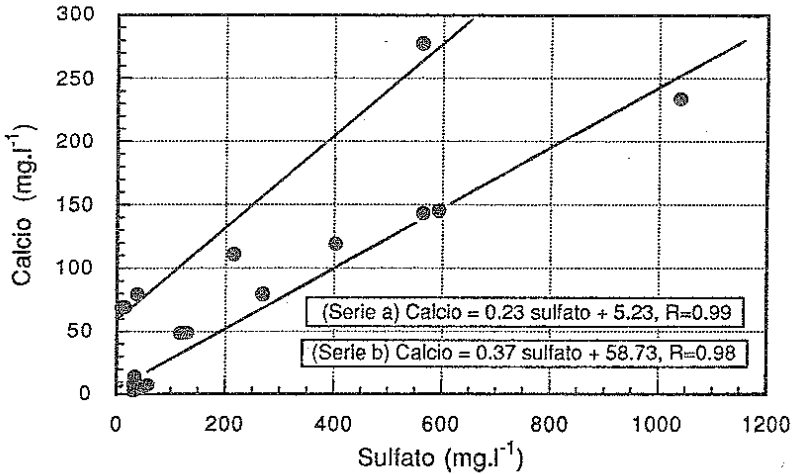


Figura 2. Relación entre las concentraciones en sulfato y calcio (20 análisis)

Si comparamos el análisis de las muestras recogidas mediante el tomamuestras con el agua subterránea muestreada en un pozo situado a 300.

m de la parcela experimental, observamos que existe una fuerte disminución de las concentraciones en ión potasio, fosfato y sodio, además de la contaminación por ión magnesio y bicarbonato (Tabla 2). Las concentraciones en nitrato y sulfato obtenidas mediante el tomamuestras profundo presentan valores algo inferiores a los del agua subterránea, pero estas diferencias pueden ser el resultado de la contaminación del pozo de muestreo por compuestos nitrogenados. La conductividad eléctrica y las concentraciones en ión calcio del agua parece no presentar diferencias significativas. Las concentraciones en ión cloruro parecen no estar perturbadas por el muestreo, aunque en algunas muestras hemos observado retenciones significativas.

	Muestreo nº 1 (16/7/93)		Muestreo nº 2 (11/8/93)	
	Pozo	Cápsula	Pozo	Cápsula
pH	7,2	7,2	7,4	7,3
Cond	978	972	1002	974
Cl ⁻	56,8	56,8	52,3	92,3
SO ₄ ²⁻	108,3	63,5	106,6	56,9
HCO ₃ ⁻	327,0	526,5	318,4	476,9
NO ₃ ⁻	127,3	73,4	117,5	75,4
Ca ²⁺	177,0	186,5	170,0	172,8
Mg ²⁺	10,4	14,0	9,2	16,8
Na ⁺	17,5	6,0	17,3	6,1
K ⁺	12,0	0	10,7	0
NH ₄ ⁺	0	0,08	0	0
NO ₂ ⁻	0	0	0	0
PO ₄ ³⁻	0,32	0	0,26	0,02

Tabla 2. Composición química de las muestras de agua de la zona no saturada recogidas mediante cápsulas de cerámica y directamente en el pozo de muestreo

CONCLUSIONES

A partir de estos datos hemos puesto de manifiesto que la contaminación a causa de las cerámicas es variable de una a otras. El método de control de la conductividad eléctrica de las soluciones extraídas en las etapas de lavado como el que se ha expuesto aquí presenta la ventaja de controlar el efecto contaminante que estas pueden producir fácilmente en el laboratorio. El lavado de las cerámicas previo a su instalación es imprescindible si se quiere evitar la contaminación de las muestras de agua extraídas. En condiciones naturales, las cerámicas que hemos utilizado parecen presentar una pequeña retención de nitrato, que no parece ser significativa.

A la vista de los resultados obtenidos en esta primera experiencia de control del quimismo de las muestras de agua tomadas con cerámicas porosas, resulta indispensable realizar una nueva serie de experiencias encaminadas a controlar la validez química de las muestras extraídas con cerámicas porosas. De este modo podremos precisar hasta qué punto los resultados obtenidos con este tipo de material son fiables, así como identificar qué otro tipo de materiales (teflón, vidrio, etc) pueden utilizarse como material alternativo para el muestreo de aguas en la zona no saturada.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNARD, C. y SCHENCK, C. (1986). Utilisation de ceramiques poreuses pour extraire la solution du sol dans le ried central de l'ill en Alsace. *Bulletin du Groupe français de humidité neutronique*, 20, 73-85.
- GROVER, B.L. y LAMBORN, R.E. (1970). Preparation of porous ceramic cups to be used for extraction of soil water having low soluble concentrations. *Soil Sci. Soc. Am. Pr.*, 34, 706-708.
- HANSEN, E.A. y HARRIS, A.R. (1975). Validity of soil water samples collected with porous ceramic cups. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 39, 528-536.
- JOLIVERT, Y. y L'HIVER, M.A. (1970). Approche des problèmes de caractérisation chimique des eaux du sol. Application à deux parcelles. Essai méthodologique el laboratoire sur l'utilisation des bougies poreuses. *Université de Rennes*, 84 pp.
- NAGPAL, N.K. (1982). Comparaison among and evaluation of ceramic porous cup soil water samplers for nutrient transport studies *Can. J. Soil Sci.*, 62, 685-694.
- WAGNER, G.H. (1962). Use of porous ceramic cups to sample soil water within the profile. *Soil Sci.*, 94, 203-207.