

METODOLOGIA DE MUESTREO DE AGUA Y SUELO EN MEDIO NO SATURADO

José Miguel SANCHEZ-PEREZ

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

INTRODUCCION

La mejor manera de estudiar la influencia de la zona no saturada sobre la contaminación de las aguas subterráneas en las zonas agrícolas es el seguimiento de la composición química de las soluciones del suelo. Las técnicas de muestreo existentes hoy en día presentan diferentes inconvenientes, como consecuencia de ser métodos que conllevan la destrucción de la muestra o que no permiten obtener la solución del suelo sin que ésta esté sometida a un proceso de contaminación.

Por otro lado, los trabajos de investigación en medio no saturado implican generalmente el muestreo del suelo, con el objeto de definir sus características granulométricas, geoquímicas e hidrodinámicas.

En este artículo analizaremos las técnicas más usuales de toma de muestras de suelos y de agua intersticial empleadas hoy en día, analizando sus ventajas e inconvenientes.

METODOLOGIA DE MUESTREO DE SUELOS

Los métodos de muestreo de suelos pueden agruparse en dos grandes familias: métodos de muestreo del suelo a partir de la superficie del terreno mediante la utilización de barrenas o sondas manuales o motorizadas, y técnicas de muestreo directo a partir de fosas pedológicas.

Estos métodos permiten obtener muestras del terreno en continuo, aunque se tiende a producir la mezcla de los diferentes horizontes del suelo en la etapa de muestreo. Las barrenas utilizadas actualmente se pueden agrupar en barrenas o sondas helicoidales que permiten obtener muestras con la textura destruida y los tomamuestras no destructivos tipo pared delgada, pistón y sonda helicoidal.

El segundo grupo de métodos consiste en la toma de muestras de suelo no alteradas a partir de una fosa pedológica. Este método es más largo que los métodos anteriores pero presenta la ventaja de poder muestrear los diferentes niveles del suelo en cilindros de volumen conocido, lo que permite caracterizar hidrodinámicamente las diferentes capas del suelo.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LA SOLUCIÓN INTERSTICIAL DEL SUELO

Las técnicas utilizadas habitualmente para el estudio de la composición química de la solución intersticial del suelo pueden resumirse en tres: los métodos destructivos, que consisten en muestrear el suelo en el campo y la extracción de la solución intersticial en laboratorio, los métodos basados en la utilización de lisímetros, que permiten recoger el agua que circula en el suelo por gravedad, y los muestreadores de succión que permiten el muestreo de la solución intersticial del suelo en condiciones de depresión controladas.

Cada uno de los tres métodos presenta una serie de ventajas e inconvenientes con relación a los otros. Los muestreos de suelos proporcionan medidas bastante fiables, pero las observaciones son instantáneas ya que se trata de un método destructivo. Los lisímetros permiten cuantificar de forma precisa la recarga profunda y realizar un balance entrada-salida, pero sólo permiten recuperar el agua libre de circulación por gravedad y su instalación perturba el perfil del suelo. Los tomamuestras de succión presentan la ventaja de perturbar relativamente poco el medio, aunque presentan algunas limitaciones de uso a la hora de estudiar ciertos elementos químicos.

Ensayos destructivos

Las técnicas de extracción de la solución intersticial para fines analíticos son los mismos empleados para el muestreo de suelo que han sido descritos anteriormente. Existen diferentes métodos de extracción del agua del suelo: centrifugado, desplazamiento mediante líquidos inmiscibles, extracción al gas, compactación mecánica, lixiviado y dilución. En este trabajo no vamos a entrar en el detalle de cada uno de estos métodos, que por otro lado están bien descritos en el trabajo de Candela (1993).

Uno de los mayores problemas que presentan este tipo de métodos es el de la representabilidad de la muestra obtenida y del volumen de agua recogido, lo que implica en ocasiones el muestreo de un gran volumen de suelo.

Cajas lisimétricas

La utilización de cajas lisimétricas en el terreno permite el muestreo del agua de percolación de manera relativamente simple. El inconveniente mayor de este método es que sólo permite muestrear el agua gravimétrica. Por otro lado, su instalación implica remover todo el suelo y por lo tanto este pierde su estructura. Este método es interesante en el caso de los estudios de balance hídrico ya que permite cuantificar fácilmente las salidas, tanto en términos de volumen como de masa.

Tomamuestras de succión

La utilización de tomamuestras de succión para el muestreo del agua intersticial del suelo remonta a la década de los años 70. En los primeros años estos tomamuestras se equiparon con cerámicas porosas de gran pureza constituidas de un silicato de alúmina cocido a gran temperatura, material en teoría poco atacable por los agentes químicos de la solución del suelo.

Un tomamuestras está constituido por una cápsula de cerámica, teflón o otros materiales prolongada por un tubo de PVC, teflón, vidrio o aluminio de longitud variable y cerrado por un tapón equipado con uno o dos tubos de vidrio por los que se realiza el vacío del tomamuestras y el muestreo de la solución del suelo. Los tomamuestras se introducen en el suelo vertical, horizontal o subhorizontalmente, según la profundidad a la que se desea llegar y las características del terreno. En general, la instalación vertical o subhorizontal se realiza directamente desde la superficie topográfica mediante la realización de un agujero de diámetro igual o ligeramente superior al del tomamuestras. La instalación horizontal implica la realización de una fosa de acceso y dificulta más su instalación en el terreno. Cheverry (1982) hace una revisión exhaustiva de los diferentes métodos de instalación de los tomamuestras de succión en el terreno analizando la perturbación que estos ocasionan sobre la estructura del suelo.

Existen dos tipos principales de muestreadores de agua del suelo según el método de extracción de la muestra de agua del interior del muestreador. Los muestreadores clásicos constituidos por un tubo de longitud en general no superior a 1,8 m y equipados con un solo tubo de vacío y descarga. Los muestreadores con vacío por presión de longitud también variable pero equipados con dos tubos de acceso (uno de vacío y otro de descarga), cerrados herméticamente e instalados a profundidades que pueden alcanzar los 15 metros (Figura 1).

Una vez que los tomamuestras de succión están instalados se procede al muestreo de los mismos mediante la realización de una depresión en el interior del tubo con una bomba manual. La depresión aplicada en el interior del tomamuestras es variable según la problemática que se está tratando. En algunos estudios se procede a realizar la misma depresión que la que indican los tensiómetros situados a proximidad, en otros trabajos la depresión ejercida es siempre la misma (en general entre 0,3 y 0,8 bar). La succión producida depende en gran medida de la textura del suelo, de la conductividad hidráulica y del contenido en agua, y condiciona el tiempo de extracción.

El tiempo de extracción varía en general de unas horas a varios días, aunque por razones químicas el tiempo de muestreo debe ser relativamente corto. La depresión ejercida puede realizarse, no obstante, en depresión constante o decreciente. La depresión constante permite limitar la extracción al agua asociada a una determinada succión del suelo; al contrario, la depresión decreciente permite obtener una muestra de agua que integra en el

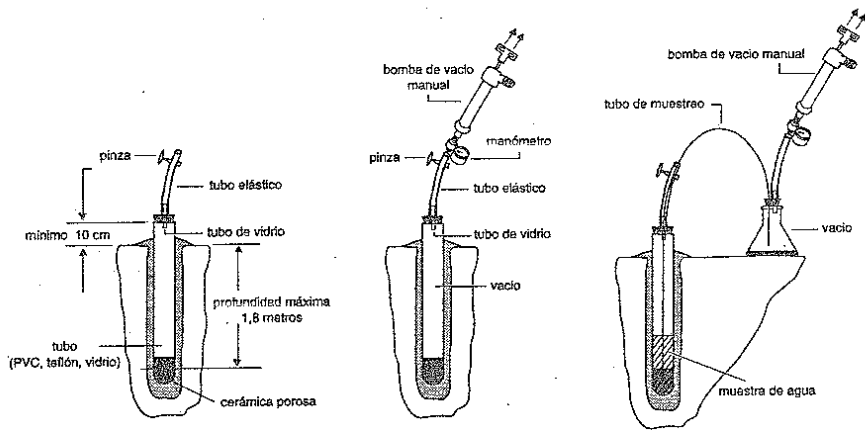
tiempo aguas asociadas a diferentes succiones del suelo. El grado de mezcla del agua extraída según el segundo método está fuertemente condicionado por el tiempo que se mantiene la depresión en el interior del tomamuestras, tiempo que a su vez es función de la longitud del tomamuestras utilizado (Figura 2).

	Cerámica porosa	Cápsula de Teflón	Raíz Artificial
Material poroso	cerámicas	teflón	plástico
Tamaño del poro	0,4 micras	1,5 - 30 micras	0,1 micras
Toma de muestra	Succión	Succión y/o presión	Succión
Longitud de la cápsula	30 - 150 cm	44,5 cm	5 - 10 cm
Diámetro de la cápsula	30 - 63 mm	48,3 mm	25 mm
Material del tubo	PVC - teflón	teflón	PVC- acero inoxidable
Profundidad máxima	15 m	6 ó 10 m	6 m
Volumen de muestra	100 cc	100 cc	7 cc
Calidad de la muestra. Elementos mayores	Precaución, buena para nitratos	Buena	Buena
Calidad de la muestra. Metales traza	Intercambio iónico. Mucha precaución	Buena	Tomar precauciones
Parámetros físico-químicos			
Comentarios	Mucha precaución	Buena	Buena
	Bajo costo Buen método de muestreo para nitratos	Caro Utilización limitada a suelos húmedos	Bajo costo Volumen de muestra insuficiente
Fabricante	Soil Moisture (1)	Eijkelkamp (2)	Eijkelkamp (2)

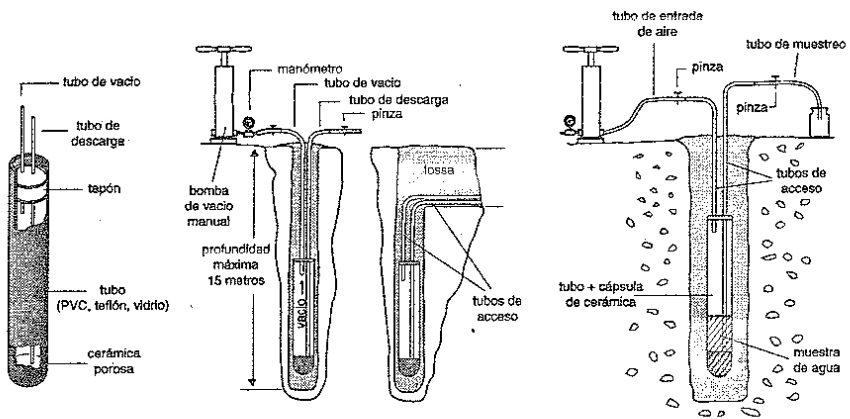
(1) Soil Moisture Equipment corp., P.O. Box 30025, Santa Bárbara, CA 93105, USA (Tel. 805-964-3525, Fax. 805-683-2189)

(2) Eijkelkamp Agrisearch Equipment, P.O. Box 4, 6987 Z6 Giesbeek, The Netherlands (Tel. 31 (08336) 31940, Fax. 31 (08336) 32165).

Tabla 1. Principales tipos de muestreadores de la solución intersticial del suelo



Muestreador de agua en suelos
(Soil water sampler)



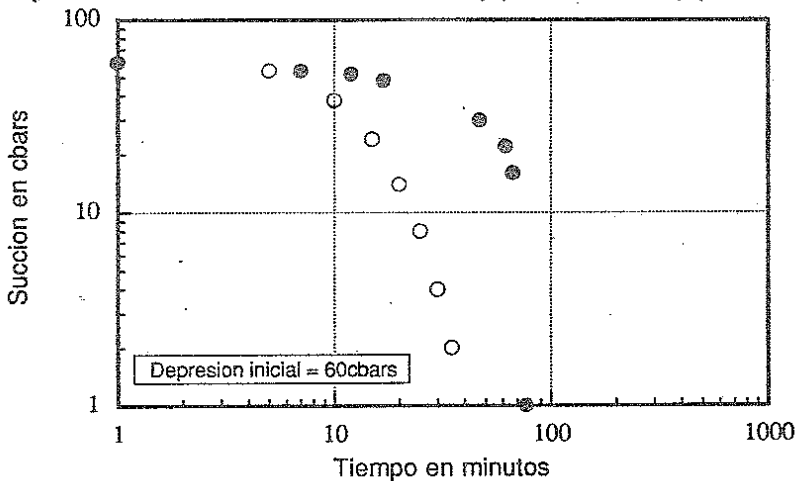
Muestreador de agua en suelos (con vacío por presión)
(Pressure vacuum soil water sampler)

Elaboración: J.M. SANCHEZ - PEREZ

INIA - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Figura 1. Tomamuestras de succión estándar y con vacío por presión

Evolucion de la succion en funcion del tiempo
(volumen del tomamuestras = (a) 150 cm³, (b) 295 cm³)



Evolucion de la succion en funcion del tiempo
(volumen del tomamuestras = (a) 690 cm³, (b) 1080 cm³)

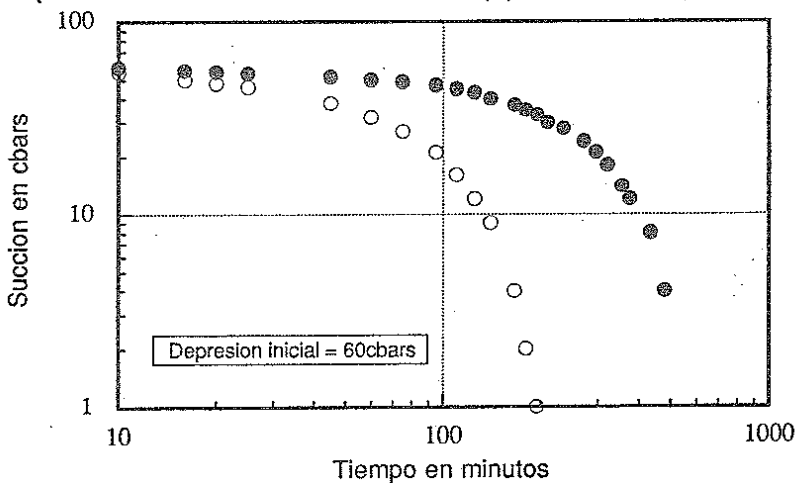


Figura 2. Evolucion de la succion en el interior del tomamuestras en funcion del tiempo en condiciones de saturacion

Los datos obtenidos en el acuífero Cuaternario de Vitoria-Gasteiz muestran cómo la composición de la solución recogida mediante tomamuestras de succión equipados con cerámicas porosas tomadas 1, 2, 7 o 14 días después de la puesta en succión no presenta diferencias significativas. Los volúmenes de aguas recogidos en el campo varían entre 0,2 y 1,2 l para tomamuestras de longitudes que varían entre 15 cm y 1 metro (Sánchez-Pérez et al., este mismo volumen).

No obstante, la técnica de extracción de soluciones del suelo mediante tomamuestras de succión conlleva varios inconvenientes. La instalación del tomamuestras produce una perturbación hidrodinámica del medio poroso y puede así dar lugar a flujos preferenciales, lo que implica un problema de representabilidad de la muestra. Por otro lado, en terrenos caracterizados por una textura fina (arcilla, limos) existe la posibilidad de colmatación de los poros de la cápsula. A nivel químico el material poroso utilizado puede condicionar la composición química de la muestra recogida (Sánchez-Pérez y Morell, este mismo volumen) por lo que este tipo de muestreadores debe utilizarse con mucha precaución. En la tabla 1 se recogen las características de varios modelos de muestreadores de succión.

BIBLIOGRAFÍA

- CANDELA, L. (1993). Toma de muestras de agua: solución del suelo y succión con cápsulas de cerámica. En: L. Candela y M. Varela (eds), *La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas: métodos, medición y modelos*, pp. 183 -197, Ed. CIMNE (Barcelona), ISBN 84 87867 27 8.
- CHEVERRY, C. (1983). L'extraction de la "solution du sol" par le biais de bougies poreuses: Une synthèse bibliographique des problèmes méthodologiques posés par ces dispositifs. *Bulletin du Groupe français de humidité neutronique*, 14, 47-71.
- SANCHEZ-PEREZ, J.M. y MORELL I. (1994). Precauciones de uso de tomamuestras de succión equipados con cerámicas porosas. *Investigación en Zona No Saturada*, ed. I. Morell, pp: 9 - 15
- SANCHEZ-PEREZ, J.M., ANTIGUEDAD I., ARRATE, I. , RUIZ PEREZ, M. y MORELL, I. (1994). La zona no saturada y la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas en el acuífero de Vitoria-Gasteiz (País Vasco). *Investigación en Zona No Saturada*, ed. I. Morell, pp: 75 - 88