

REPELENCIA

O CUANDO EL AGUA NO QUIERE ENTRAR EN EL SUELO

ANTONIO JORDÁN

La repelencia al agua es una propiedad de los suelos que reduce las tasas de infiltración. De este modo, la superficie de un suelo repelente al agua puede llegar a ofrecer una resistencia intensa a la humectación, lo que hace disminuir la infiltración del agua acumulada en la superficie durante períodos de tiempo que pueden oscilar desde unos pocos segundos hasta horas, días o semanas, en función de las características ambientales y del tipo de suelo. Se ha demostrado la existencia de esta propiedad en diferentes tipos de suelo y bajo diferentes climas y tipos de vegetación de todo el mundo. Al disminuir la tasa de infiltración en la superficie del suelo, la repelencia al agua contribuye a reducir el tiempo de generación de escorrentía y a intensificar el flujo superficial, lo que tiene a su vez otras consecuencias importantes, como el aumento del riesgo de erosión, la irregularidad en el frente de mojado y el desarrollo de vías de flujo preferencial o el lavado acelerado de nutrientes y agroquímicos, en el caso de los cultivos. No obstante, la repelencia al agua no siempre tiene efectos negativos, ya que puede incrementar la estabilidad estructural o el secuestro de carbono.

■ ¿POR QUÉ LA HIDROFOBIA?

La repelencia al agua es un concepto confuso, ya que en teoría ninguna superficie ejerce repelencia absoluta sobre un líquido, pues siempre existe una cierta atracción entre las partículas de cuerpos sólidos y líquidos. En el caso de una superficie hidrofílica, el agua se extiende sobre la superficie sólida, mientras que sobre una superficie hidrofóbica, el agua aparece formando gotas redondeadas y aisladas. Si la superficie es la de un medio poroso, como el suelo, la infiltración del agua puede verse inhibida. Cuando el agua entra en contacto con una superficie rugosa de estructura granular como es la superficie del suelo, una fracción de la superficie

del agua estará en contacto con material sólido, y el resto en contacto con el aire entre los gránulos. El aire es muy hidrofóbico, de modo que una superficie porosa puede alcanzar un grado de hidrofobicidad mucho mayor que una superficie plana químicamente similar.

Este fenómeno ha sido descrito como *superhidrofobicidad*. En el caso de arena o suelos repelentes al agua con porosidad apreciable, el agua puede ocupar este espacio, pero no recubrirá los granos de forma individual, mientras que en el caso de partículas hidrofílicas, estas podrán cubrirse por una lámina de agua.

En la actualidad no se conocen exhaustivamente las sustancias capaces de inducir hidrofobicidad en los suelos, aunque sí se sabe que la mayoría de tales sustancias son abundantes en los ecosistemas

«LA REPELENCIA AL AGUA ES UNA PROPIEDAD DE LOS SUELOS QUE REDUCE LAS TASAS DE INFILTRACIÓN. DE ESTE MODO, LA SUPERFICIE DE UN SUELO REPELENTE AL AGUA PUEDE LLEGAR A OFRECER UNA RESISTENCIA INTENSA A LA HUMECTACIÓN»



© Artermi Cerdà / Universitat de València

¿Por qué el agua no se infiltra? Los incendios suelen producir la relocalización de sustancias hidrofóbicas y por tanto favorecer escorrentías abundantes.

y son liberadas al suelo, como por ejemplo por medio de exudados de raíces, de la fauna del suelo, hongos y otros microorganismos, o directamente como restos orgánicos en descomposición. Se ha sugerido que estos compuestos son sustancias anfífilas que solo causan hidrofobicidad cuando ocurren determinados tipos de interacción molecular con la superficie de la fase sólida del suelo a través de sus grupos funcionales polares o iónicos. Aunque de forma natural el suelo contiene sustancias hidrofóbicas, como los hidrocarburos alifáticos, lixiviados de los horizontes orgánicos. La concentración de estas sustancias depende del tipo de vegetación y las características del suelo, pero es generalmente baja o nula por debajo de los primeros centímetros. Es decir, la repelencia al agua de los suelos suele ser puramente superficial.

■ HIDROFOBIA E INCENDIOS

Varios autores han observado que el fuego puede inducir repelencia al agua sobre suelos que previamente no la presentaban. Otros observaron que al someter a diferentes tipos de suelo a calentamiento en laboratorio se generan gradientes de temperatura que provocan la redistribución de las sustancias hidrofóbicas en el suelo. Además, observaron interacciones entre la temperatura, el contenido de agua y otras propiedades del suelo. Factores como la temperatura alcanzada, la cantidad y tipo de hojarasca consumida y la humedad del suelo antes de producirse el incendio pueden intensificar o reducir la repelencia al agua en los suelos. Según estos autores, las sustancias orgánicas hidrofóbicas en la hojarasca y en la superficie del suelo se volatilizan durante el incendio. Una pequeña parte de esta cantidad de material es desplazada en profundidad, siguiendo el gradiente térmico hasta condensarse de nuevo a pocos centímetros bajo la superficie. Y con ello dar lugar a capas hidrofóbicas subsuperficiales.

Las temperaturas que se alcanzan en el suelo durante el fuego son muy variadas dependiendo de los factores implicados. En general, y puesto que el suelo es un mal conductor del calor, las temperaturas que se alcanzan en capas profundas del suelo son bajas, a pesar de que las llamas sobrepasen en ocasiones los 1400°C. Por lo tanto, durante un incendio se produce un gradiente de temperatura que va desde un fuerte

incremento en superficie hasta variaciones imperceptibles a unos pocos centímetros de profundidad. Durante un incendio se alcanzan temperaturas entre 500 y 800°C en superficie. En profundidad, sin embargo, la variabilidad de registros es muy amplia; desde una variación irrelevante a 5 cm de profundidad a máximos de 100-300°C. Después de estudiar los efectos de la temperatura durante un experimento de laboratorio sabemos que temperaturas de 500°C durante períodos de 25 minutos pueden destruir la repelencia en la superficie del suelo, mientras que temperaturas alrededor de 200°C durante 10 minutos pueden intensificarla. Aunque estos umbrales dependen del tipo de suelo.

Durante el fuego, los compuestos orgánicos hidrofóbicos de diverso origen presentes en el suelo se volatilizan. Parte de ellos se pierde en la atmósfera junto al humo, mientras que parte se desplaza en profundidad siguiendo el gradiente térmico de enfriamiento y se condensa sobre la superficie de las partículas minerales del suelo. Algunos autores también han sugerido que la repelencia al agua inducida por el fuego es el resultado de reacciones químicas que tienen lugar durante el proceso, que intensifica las uniones entre estas sustancias y las partículas del suelo y las

hace aún más hidrofóbicas a causa de la pirólisis, más que los mecanismos de volatilización-condensación. Además, factores como la acumulación de cenizas, la volatilización de los compuestos orgánicos durante la combustión y su posterior condensación alrededor de los agregados del suelo pueden inducir o incrementar la hidrofobicidad. ☺

BIBLIOGRAFÍA

- DEBANO, L. F. 2000a. «Water Repellency in Soils: a Historical Overview». *Journal of Hydrology*, 231-232, 4-32.
- DOERR, S. H. y R. A. SHAKESBY, 2009. «Soil Water Repellency. Principles, Causes and Relevance in Fire-affected Environments». In A. Cerdà y J. Mataix-Solera (eds.). *Efectos de los incendios forestales sobre los suelos en España*. Universitat de València. Valencia.
- JORDÁN, A., et al., 2010. «Re-establishment of Soil Water Repellency After Destruction by Intense Burning in a Mediterranean Heathland (SW Spain)». *Hydrological Processes*, 24, 736-748.

Antonio Jordán. MED Soil Research Group. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla.

El equipo de MED Soil Research Group de la Universidad de Sevilla está integrado, además de Antonio Jordán, por Lorena M. Zavala, Félix A. González, Gema Bárcenas-Moreno, Arturo J. P. Granged, Jorge Mataix-Solera, Miriam Muñoz-Rojas, Esperanza Escalante, Juan Gil y Nicolás Bellinfante.

«FACTORES COMO LA TEMPERATURA ALCANZADA, LA CANTIDAD Y TIPO DE HOJARASCA CONSUMIDA Y LA HUMEDAD DEL SUELO ANTES DEL INCENDIO PUEDEN INTENSIFICAR O REDUCIR LA REPELENCIA AL AGUA EN LOS SUELOS»

