

EL TAMAÑO DE PARTÍCULA CONDICIONA LA REPELENCIA AL AGUA EN MUESTRAS DE ARENA HIDROFOBIZADA ARTIFICIALMENTE

F.A. González-Peñaloza ^{a,b}, A Jordán ^b, N Bellinfante ^b, G Bárcenas-Moreno ^b, J Mataix-Solera ^c, A.J.P. Granged ^{b,e}, J Gil ^d, L.M. Zavala ^b

- a) *Soil Erosion and Degradation Research Group (SEDER), Dpto. de Geografía, Universitat de València*
- b) *MED_Soil Research Group, Dpto. de Criatología, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, Sevilla*
- c) *GEA – Grupo Edafología Ambiental. Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Elche, Alicante*
- d) *MED_Soil Research Group, Dpto. de Física Aplicada, Universidad de Sevilla, Sevilla*
- e) *MED_Soil Research Group, Dpto. de Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba*

1 INTRODUCCIÓN

La repelencia al agua es una propiedad de los suelos, que reduce su capacidad de infiltración. La repelencia al agua del suelo también afecta a la evaporación, la erosión, la estructura y el comportamiento hidrológico de los suelos. Esta propiedad ha sido observada en diferentes regiones, climas, tipos de suelo y de vegetación.

En condiciones naturales, la superficie de las partículas minerales del suelo está a menudo cubierta por compuestos orgánicos hidrofóbicos, lo que origina la repelencia al agua. Sin embargo, muchos otros factores están implicados, y la presencia de recubrimientos hidrofóbicos no siempre induce repelencia al agua. La repelencia al agua del suelo se asocia con la naturaleza de contenido y química de la materia orgánica del suelo, la vegetación, los microorganismos, la mineralogía del suelo y el tipo de suelo, la textura y otros procesos, como los incendios forestales, entre otras causas.

En los suelos repelentes al agua, el grado de hidrofobicidad disminuye de forma lineal con el contenido de agua, con suelos cada vez hidrofílicos por encima de un contenido de agua crítico. También se ha observado que la repelencia al agua varía linealmente con el contenido de humedad y que algunos suelos se mantienen completamente hidrofílicos independientemente de su contenido de agua o la temperatura. Algunos suelos muestran un pico de hidrofobicidad que desciende después de un cierto umbral de humedad. En otros casos, los suelos presentan un comportamiento de dos picos, mostrando cierto grado de repelencia al agua cuando la humedad es muy baja y un segundo pico al aumentar la humedad después de lo cual el suelo se convierte en hidrofílico.

Aunque la repelencia al agua de los suelos, sus causas y consecuencias son bien conocidas, todavía existen lagunas en la investigación y algunas contradicciones en los resultados reportados por diferentes investigadores. La relación entre la hidrofobicidad y la textura, el

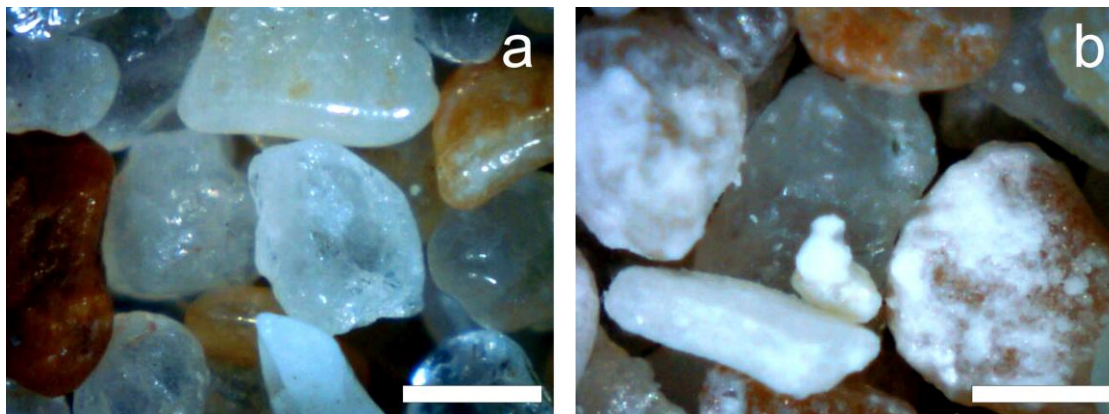


Figura 1. Dos vistas detalladas de muestras de arena gruesa (0.5 - 2 mm): a) partículas originales, sin recubrir; b) partículas de arena gruesa recubiertas con ácido esteárico (30 g kg⁻¹). Las barras corresponden a una distancia de 1 mm.

contenido en materia orgánica hidrofóbica, el contenido de humedad del suelo o la temperatura de secado debe ser estudiada bajo condiciones de campo y de laboratorio para comprender mejor los mecanismos involucrados y los procesos. En este trabajo se estudia el efecto de estos factores en la repelencia al agua de muestras de suelo arenoso hidrofobizadas con ácido esteárico bajo condiciones de laboratorio.

2 MÉTODOS

Se recogieron muestras de arena de cuarzo de los primeros 15 cm de suelo arenosos de la costa de Cádiz. Las muestras se homogeneizaron y se dividieron en diferentes fracciones de tamaño: 0.5 - 2 (arena gruesa), 0.25 - 0.5 (arena media), y 0.05 - 0.25 mm (arena fina). Las muestras fueron tratadas en laboratorio para inducir hidrofobicidad de forma artificial simulando un suelo arenoso repelente al agua, mediante la adición de diferentes concentraciones (0.5, 1, 5, 10, 20 y 30 g kg⁻¹) de ácido esteárico (Figura 1). Posteriormente, las muestras se colocaron en placas de Petri y se humedecieron con agua destilada hasta que el contenido de agua llegó al 10% en peso. Después de un período de 30 minutos, se determinó la persistencia de la repelencia al agua mediante el método de tiempo de penetración de la gota de agua

(WDPT).

Un conjunto de sub-muestras se mantuvo en una estufa a 50 °C durante el período experimental, mientras que el resto de las muestras se dejó secar al aire bajo condiciones estándar de laboratorio. Posteriormente, en cada muestra se determinó la repelencia al agua cada 24 h. Después de 6 días de tratamiento, no se observaron cambios en la repelencia al agua.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como era de esperar, las muestras de arena fina secadas al aire mostraron una repelencia al agua creciente con la concentración de ácido esteárico y con la disminución de la humedad del suelo (Figura 2). Por otro lado, las muestras mantenidas en la estufa (Figura 3) mostraron carácter hidrofílico a concentraciones de ácido esteárico inferiores a 5 g kg⁻¹. Las muestras de arena fina en estufa mostraron una extrema repelencia al agua después de sólo un día de tratamiento, pero las muestras secas al aire no mostraron repelencia extrema hasta tres días después del tratamiento. A concentraciones de ácido esteárico superiores a 5 g kg⁻¹ siempre se observó extrema repelencia al agua (WDPT > 3600 s).

Las muestras de arena media secadas al aire

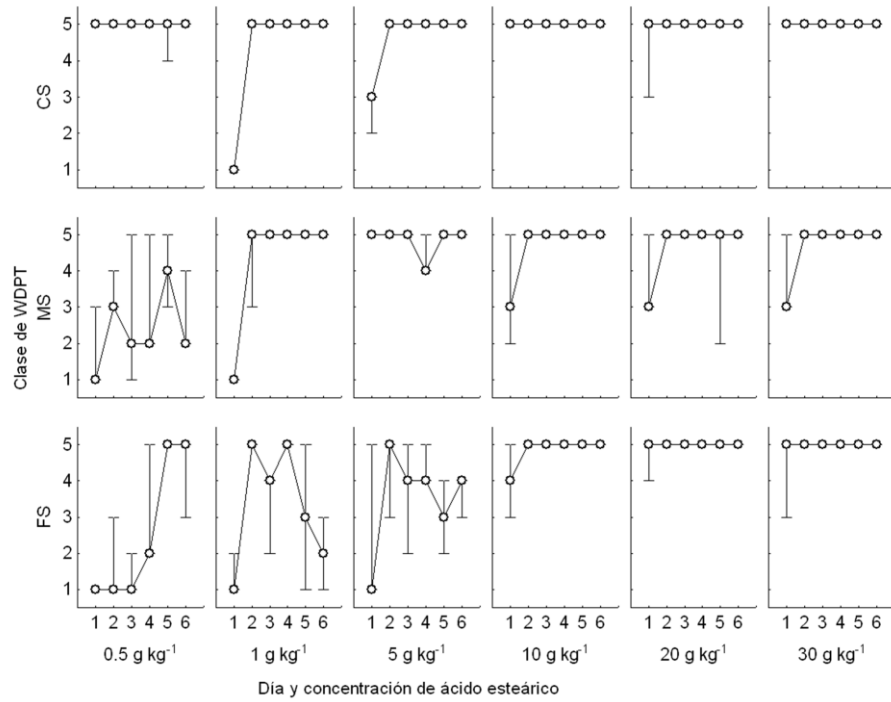


Figura 2. Clases de WDPT (mediana y rango) de diferentes fracciones de tamaño (CS: arena gruesa, MS: arena media y FS: arena fina) y concentraciones de ácido esteárico en muestras secadas al aire (1-6 días).

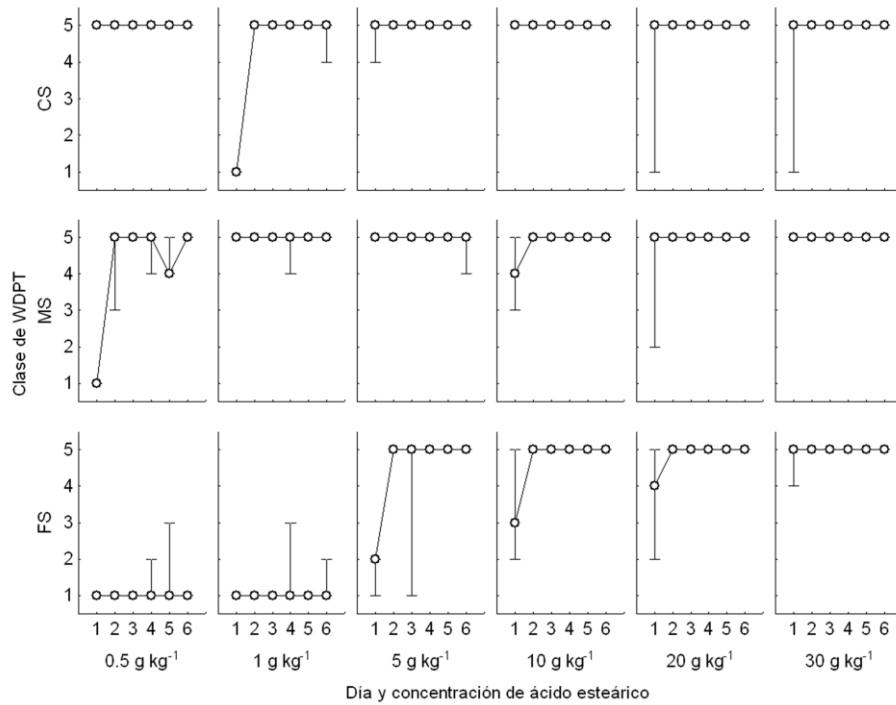


Figura 3. Clases de WDPT (mediana y rango) de diferentes fracciones de tamaño (CS: arena gruesa, MS: arena media y FS: arena fina) y concentraciones de ácido esteárico en muestras secadas en horno (1-6 días).

muestras mostraron propiedades hidrofílicas cuando el contenido en humedad era relativamente alto, al principio del tratamiento, y la concentración de ácido esteárico era baja ($< 5 \text{ g kg}^{-1}$), pero concentraciones más altas indujeron repelencia al agua de fuerte a extrema.

En el caso de las muestras secas en estufa, la arena media mostró repelencia severa a extrema independientemente de la humedad del suelo. La arena gruesa mostró los valores más altos de WDPT, independientemente de la humedad del suelo o la concentración de ácido esteárico. Este comportamiento puede ser causado por procesos de superhidrofobicidad.

Por otro lado, se ha observado que los movimientos de las partículas de arena durante la infiltración de las gotas de agua pueden contribuir a exponer nuevas superficies hidrofóbicas intactas al contacto con el agua, causando un aumento en el valor de WDPT.

La reorganización de las moléculas polares en el revestimiento hidrófobo de las partículas puede contribuir a desarrollar repelencia extrema.

ACKNOWLEDGEMENTS

Este trabajo constituye parte de los resultados del proyecto HYDFIRE, financiado por el Ministerio de Ciencia en Innovación (ref. CGL2010-21670-C02-01).