

Absorción de agua de hidrogel de uso agrícola y su humedecimiento de tres tipos de suelo

Water absorption hydrogel agricultural use and wetting of three soil types

Rubén Darío Rivera Fernández ¹, Freddy Mesías Gallo ²

Originales: *Recepción:* 18/05/2016 - *Aceptación:* 21/11/2016

Nota científica

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el porcentaje de absorción de agua y su humedecimiento en tres tipos de suelo. Se utilizó como material experimental al Polímero de Acrilamina de Potasio (PAP) y tres suelos de tipo arenoso, limoso y arcilloso. Se midió la cantidad de agua (mL) y el tiempo (minutos) que absorbe 1 g de PAP. Además, se evaluó el humedecimiento de PAP para cada tipo de suelo colocando 1 g en suelo seco, previamente se midió la humedad del suelo antes y después de colocar el PAP. Los resultados indican que el hidrogel PAP absorbe por cada gramo alrededor de 103 mL, dicha absorción va en aumento en función del tiempo llegado a un punto de inflexión a los 60 min, posterior a este tiempo el aumento no es significativo. El humedecimiento tuvo un aumento variable en función del tipo de suelo, siendo 14,7, 17,4 y 14,5% para los suelos arenoso, limoso y arcilloso respectivamente. Este humedecimiento se obtiene después de alrededor de una hora. En suelo saturado los geles permanecen sin modificaciones. En cambio en un suelo seco, los geles ceden el agua contenida al suelo, pasando a ser parte del contenido de agua del suelo.

Palabras clave

absorción • humedecimiento • hidrogel PAP • suelo arenoso

1 Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone-Manabí-Ecuador. Avenida Eloy Alfaro y Malecón. Chone, Manabí-Ecuador. Código Postal 130301. rd_03rivera@hotmail.com

2 Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Carrera de Agrícola, 10 de agosto N°82 y Granada Centeno. Calceta, Manabí. Ecuador.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the percentage of water absorption and wetting in three soil types. It was used as experimental material to Acrylamide Polymer Potassium (PAP) and three floors of sand, loam and clay type. The amount of water (mL) and time (minutes) which absorbs 1g of PAP was measured. In addition, the wetting of PAP for each soil type by placing 1 g dry soil was evaluated previously soil moisture was measured before and after placing the PAP. The results indicate that the hydrogel absorbed per gram PAP about 103 mL, this absorption is increasing function of time reached, after this time turning point at 60 min the increase is not significant. It wetting had a variable increase depending on the type of soil, being 14.7, 17.4 and 14.5% for sand, loam and clay soils respectively. This wetting is obtained after about an hour. In saturated soil gels remain unchanged. However in a dry soil, the gels gives the contained water to the ground becoming part of the soil's water.

Keywords

absorption • wetting • hydrogel PAP • sandy soil

INTRODUCCIÓN

Cada vez se hace más intensivo el cuidado por el agua dulce en el mundo, por lo que se realizan investigaciones de cómo ser más eficiente en su uso en especial en la agricultura, ya que este sector es la que más consume agua, más aún si existe escasez, como es el caso de la zona centro norte de la provincia de Manabí. Donde se está utilizando como alternativa productos como los polímeros hidrorretenedores que hacen eficiente el uso del agua.

Sin embargo, no se está evaluando en función de las características del suelo, en este sentido Ruiz *et al.* (2016) mencionan que la retención de humedad está relacionada con la superficie específica y el contenido de arcilla. Este hecho puede provocar un mal uso del producto, que podría repercutir en el suelo e incluso en los cultivos. Se dan recomendaciones técnicas de uso, pero estas son muy generalizadas y no se pueden adaptar a todos los tipos de suelo.

Las Acrilamidas es uno de los monómeros utilizados para sintetizar los

hidrogeles para aplicaciones hortícolas (1) y su eficacia se describe en distintas publicaciones desde los años 80 (13, 16, 17), donde se cita una variedad de usos en la agricultura.

En la explotación forestal al momento de la siembra, es muy útil usar polímeros sintéticos aplicados como auxiliar en el manejo de la plantación y para proteger las raíces, cuya principal característica es su alta capacidad de retención de agua (7, 9). Esto permite incrementar la frecuencia de riego, y disminuir las pérdidas de productos químicos por lixiviación y lavado (13).

En otro ámbito, es usual utilizarlo en viveros donde es común el uso de arena como sustrato, o en lugares donde existe producción agrícola con un suelo de tipo arenoso. Idrobo *et al.* (2010) probaron la aplicación de hidrogel en suelo arenoso en el cultivo de rábano, señalando que la mayor cantidad de hidrogel en un suelo incrementa la eficiencia en la retención de la humedad.

Santelices (2005) lo recomienda para el establecimiento de *Eucalyptus globulus* ya que minimiza la mortandad por estrés hídrico.

Las propiedades de los hidrogeles presentan algunas dificultades de usos agrícolas como horticultura. Uno de ellos es la fuerza que ejerce el suelo para poder absorber el agua de los geles, por otro lado, la cantidad de agua que pueden retener los geles.

Estudios previos han demostrado que la cantidad de agua absorbida disminuye por las propiedades mecánicas del suelo (15). Sin embargo, todos los polímeros hidroretenedores presentan su principal beneficio en absorber agua y luego cederla a las plantas lentamente (10).

Vlach (1991), indica un aumento de 100 veces su peso, para después liberarla en función de las necesidades de la planta. Con estos antecedentes se planteó como objetivo evaluar la absorción de agua y el humedecimiento del hidrogel en tres tipos de suelo, con la hipótesis de que el hidrogel se comporta diferente en función de la textura del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio del área productiva de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone-Ecuador. Se estudió la cantidad de agua (mL) que absorbe el polímero de poliácralamina de potasio (g) y su propiedad para humedecer suelos de diferentes clases texturales.

Manejo del experimento

El experimento se condujo en dos fases, en la primera se estudió la cantidad de 1 y 2 g de hidrogel en las muestras de cada tipo de suelo. Se distribuyeron en un diseño completamente al azar y se aplicó la cantidad de 1 y 2 g de hidrogel y el volumen de agua según corresponda a cada tratamiento en estudio.

Absorción de agua del hidrogel

La absorción del hidrogel consistió en medir la cantidad de agua que retiene. Para lo cual se realizaron pesadas de 1 y 2 gramos de hidrogel y se le aplicó 100 y 200 mL para 1 g, y 200 y 300 mL para 2 g de hidrogel. Se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento. Una vez iniciada la hidratación, se midió la cantidad de agua retenida haciendo drenar el agua no retenida y restándola de la cantidad inicial. El tiempo de hidratación fue de 20, 30, 60, 120 y 150 minutos.

Humedecimiento del hidrogel

Se tomaron tres tipos de suelo con diferencias, texturas: arenoso, limoso y arcilloso. Se tomó muestra de cada suelo y se dejó secar a la sombra. Posteriormente se colocaron en recipientes de 20 cm de diámetro y 40 cm de alto. Se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento. En cada recipiente se colocó en el centro del recipiente 1 g de hidrogel hidratado. Previa a la aplicación del hidrogel se midió la humedad por gravimetría.

Después de 24h se tomó muestras del suelo y se determinó su humedad por gravimetría y así establecer el aumento de humedad de cada suelo. Los datos se tabularon y analizaron mediante estadística descriptiva, con los estadígrafos, media y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la absorción del hidrogel

El polímero de poliácridamina tuvo un límite de absorción de agua de $103,25 \pm 6,8$ mL (tabla 1) en un tiempo de una hora. En un tiempo menor la absorción es considerablemente menor, y en mayor tiempo la absorción es ligeramente superior a lo cual se consideró como depreciable. Con estos datos se pudo considerar que el tiempo óptimo de hidratación es de una hora y que en ese tiempo cada unidad de hidrogel absorbe 103 mL. En la figura 1, se observa la tendencia entre la cantidad de agua absorbida y el tiempo.

Los resultados indican diferencia respecto de la descripción del producto, el cual hace referencia de un aumento hasta 300 veces su peso.

En este caso al considerar volumen se podría decir que llegó a 100 veces su peso ya que por cada gramo absorbe 100 mL de agua (cada gramo equivale a un mL de agua). Se debería proseguir las investigaciones para determinar cuál es la causa de dicha diferencia.

Tabla 1. Valores de agua absorbida del hidrogel en distintos tiempos.

Table 1. Values of the hydrogel of water absorbed at different times.

Tiempo (minuto)	Agua Absorbida (mL/g)
20	50 ± 5
30	$65 \pm 2,5$
60	$103,25 \pm 6,8$
120	$103,4 \pm 14,2$
150	$107,4 \pm 11,6$

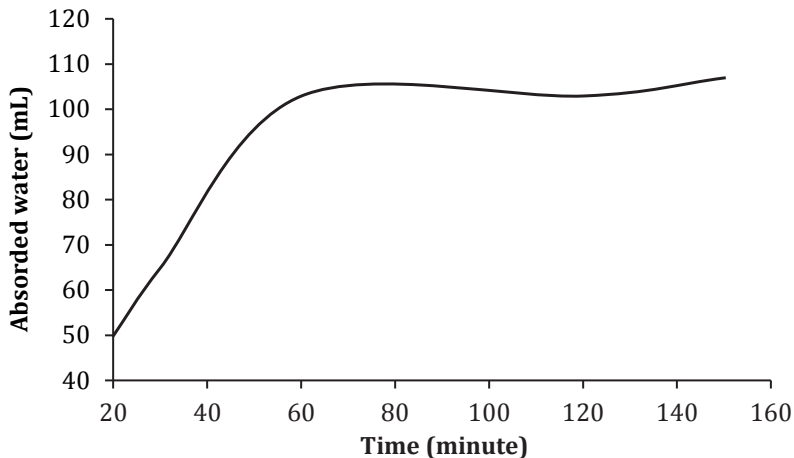


Figura 1. Tendencia de absorción de agua del hidrogel en el tiempo.

Figure 1. Trend water absorption of the hydrogel over time.

Sin embargo, comercialmente se sabe que las empresas que proveen el hidrogel sobreestiman sus propiedades. Otro aspecto a tomar en cuenta es el tipo de agua a utilizar, en este sentido Bowman (1990) en ensayos realizados con agua desionizada y agua con $0,5 \text{ ds.m}^{-1}$ de conductividad eléctrica, encontraron que se alcanzaba un máximo de 420 g de retención por cada g de hidrogel en el agua desionizada y en el caso del agua con $0,5 \text{ ds.m}^{-1}$, era ligeramente superior a los 100 g, similar al resultado encontrado en este estudio.

Arbona *et al* (2005), presentan un aumento de peso de alrededor de 30% al usar una concentración de 0,4% de hidroretenedor; frente a un sustrato tipo enmienda en día cero y en el día 21 presentaron un porcentaje superior al 60%. El porcentaje de retención de agua suele estar dado por la composición del producto. Así Martyn y Szot (2001) encontraron diferencia al comparar dos productos: el Alcosorb-400 y Akrygel-RP al ser mezclado con diferentes sustratos. Por otro lado, Bres y Weston (1993) encontraron un porcentaje de retención superior a 300% en dos diferentes hidroretenedores en estudio realizados con la aplicación de fertilizantes. Sobre la base de esta información se puede concluir que existe la necesidad de corroborar los datos encontrados hasta el momento en esta investigación y evaluar otros factores que

podieran estar influyendo en la retención de agua, lo que permitirá tener una idea clara antes de recomendar su uso en la zona de producción agrícola de la región.

El hidrogel se comporta diferente dependiendo de la textura del suelo. En suelos de características arenosa aumenta un 14,7% la humedad, en suelo con textura limosa 17,4% y en suelos pesados o arcillosos un 14,5% (tabla 2). Los aumentos de humedad son realmente considerables, este fenómeno no se observa cuando el suelo está saturado o en capacidad de campo. Se pudo observar también que el gel prácticamente desaparece al colocarlo en suelo seco, y permanece sin modificarse en suelos saturados.

Los hidroretenedores deben tener la capacidad de una fácil absorción de agua pero también de facilidad para entregar agua. Esta entrega de agua al parecer tiene relación directa con el tipo de suelo o sustrato, puesto que no sería lo mismo proveer de agua en un suelo arenoso que un suelo arcilloso y con cualquier otro tipo de suelo, debido a las diferencias de las propiedades físicas. En este sentido Martyn y Szot (2001), presentan valores diferentes al aplicar hidrogel en diferentes sustratos, muestran que con turba la retención de agua es superior que al ser aplicada en sustrato de mezcla de turba, con corteza de árboles o perlita.

Tabla 2. Humedecimiento del hidrogel en suelo de diferentes texturas.

Table 2. Wetting of the hydrogel in different soil textures.

Tipo de suelo	Humedad seco (%)	Humedad hidratado (%)*	Incremento Promedio (%)
Arenoso	8	22,7±0,6 b	14,7
Limoso	14	31,4±1,15 a	17,4
Arcillo	17	31,5±0,9 a	14,5

a, b: letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas según Tukey 0,05. * Probabilidad estadística $P < 0,01$.

a, b: different letters in the same column indicate statistical differences according to Tukey 0.05. * Statistic probability $P < 0.01$.

Otro parámetro observado pero no medido es el área a hidratar, el cual probablemente esté relacionado con la cantidad de hidrogel que se aplique y el tipo de suelo. Por esta razón se necesita realizar investigaciones dirigidas para medir el área a humedecer en función de la cantidad de hidrogel y para cada tipo de suelo. Esto sin duda permitirá establecer la forma de aplicación en el suelo. Por el momento los resultados preliminares indican diferencia de entrega de agua debido a la textura del suelo.

CONCLUSIONES

El hidrogel almacena alrededor de 103 mL de agua por cada gramo de hidrogel. El tiempo necesario para que el hidrogel almacene el agua es de una hora como mínimo. Además, existe una relación directa entre el tipo de suelo principalmente por su textura y la facilidad que tiene el hidrogel hidratado en ceder agua al suelo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abd El-Rehim, H. A. 2005. Swelling of radiation crosslinked acrylamide-based microgels and their potential applications. *Radiat. Phys. Chem.* 74(2): 111-117.
2. Arbona V; Iglesias D; Jacas J; Primo-Millo E; Talon, M.; Gómez, A. 2005. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus Plants. *Plant and Soil*. 270: 73-82.
3. Bowman, D. 1990. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3): 382-386.
4. Bres, W.; Weston, L. A. 1993. Influence of gel additives on nitrate, ammonium and water retention and tomato growth in a soil less medium. *Horticulture Science* 28: 1005-1007.
5. Fonteno, W. C.; Bilderback, T. E. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(2): 217-222.
6. Idrobo, H.; Rodríguez, A.; Díaz, J. 2010. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Recurso naturales y ambiente*. 9: 33-37.
7. Johnson, M. S.; Leah, R. T. 1990. Effect of superabsorbent polyacrylamide on efficacy of water use by crop seedlings. *J. Sci. Food Agric.* 52(3): 431-434.
8. Martyn, W.; Szot, P. 2001. Influence of super absorbents on the physical properties of horticultural substrates. *Int. Agrophysics*. 15: 87-94.
9. Nissen, J. 1995. Hidrogeles, análisis comparativo y costo de aplicación de una alternativa no tradicional de abastecimiento de agua a cultivos y frutales del sur de Chile. *Agroanálisis*. 11(131): 19-20.
10. Plaza, M. E. 2006. Síntesis de hidrogeles a partir de acrilato de sodio y metacrilamida para la liberación controlada de fertilizantes. Tesis pregrado. Universidad del Valle, Cali. Colombia.
11. Ruiz, H. A.; Oliverio Sarli, G.; Gonçalves Reynaud Schaefer, C. E.; Filgueira, R. R.; Silva de Souza, F. 2016. La superficie específica de oxisoles y su relación con la retención hídrica. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*. 48(2): 95-105.
12. Santelices. R. 2005. Desarrollo de una plantación de *Eucaliptulus globulus* establecida en primavera con diferentes tratamientos de riego. *Bosque*. 26(3): 105-112.
13. Save, R.; Pery, M.; Marfa, O.; Serrano, L. 1995. The effect of a hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. *Hort Technology*. 5: 141-143.
14. Sayed, H.; Kirkwood, R. C.; Graham, N. B. 1991. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. *Journal of Experimental Botany*. 42 (240): 891-899.

15. Songjoon, K. 2010. The development and characterization of double layer hydrogel for agricultural and horticultural applications. Dissertation Thesis PhD. University of Toledo.
16. Vlach, T. R. 1991. Creeping bent grass responses to water absorbing polymers in Simulated golf greens (on line). Wisconsin [cited nov.1998]. Disponible en: <http://kimberly.ars.usda.gov>
17. Wallace, A. 1987. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. Horticulture Science. 22: 951p.
18. Willingham, Jr.; Coffey, D. L. 1981. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. Horticulture Science. 16(3):289.