

Manual de uso de hidrogel

Introducción

Los polímeros sintéticos hidrofílicos, mejor conocidos como hidrogeles, se caracterizan por su capacidad de absorber y retener líquidos de una manera eficiente (Horie et al., 2004). Los hidrogeles han sido implementados en la agricultura para mejorar la liberación y disponibilidad de agua para las plantas, además, se han utilizado para mejorar el suelo y aumentar la capacidad de retención de nutrientes en suelos arenosos, contribuyendo con la reducción en la frecuencia de riego, la tendencia a la compactación y la escorrentía del agua (Montesano et al., 2015). Esto puede ayudar a prevenir que las plantas enfrenten condiciones de estrés hídrico continuo y mejoren la asimilación de CO₂ y nitrógeno (Arbona et al., 2005), al conservar al rededor del 95% del agua disponible para la absorción de la planta (Johnson, 1984).

Según Abobatta (2018), el uso de hidrogeles puede mejorar la viabilidad de las plantas, el crecimiento, la germinación de las semillas, la ventilación y el desarrollo de las raíces, así como disminuir los costos de producción del cultivo al proveer al a planta de un reservorio de agua en la zona de las raíces.

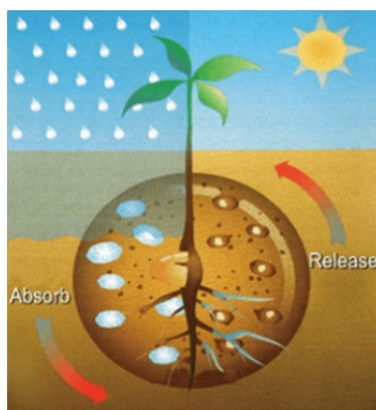


Figura 1. Reservorio de agua y dinámica del funcionamiento del hidrogel. Obtenido de Abobatta (2018).

Objetivos

General

- Estandarizar la metodología de preparación de hidrogel para los procesos de restauración ecológica del programa Galápagos Verde 2050.

Específicos

- Determinar la concentración óptima de hidrogel-agua para los procesos de restauración ecológica del programa Galápagos Verde 2050.
- Analizar las diferencias al preparar hidrogel utilizando agua dulce o agua salada.

Metodología

Determinación de concentración óptima

Se realizó una revisión bibliográfica de la concentración de hidrogel más adecuada para su uso en agricultura y plantaciones en ambientes áridos.

Tabla 1. Ensayos sobre la preparación de hidrogel de acuerdo a diferentes fuentes bibliográficas

Ensayo	Preparación	Referencias
1	1 gramo de hidrogel en 700 mililitros de agua destilada	Cosechadelluvia.com

2	1 gramo de hidrogel en 150 mililitros de agua destilada	Austin & Bondari (1992)	de
3	0,03 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua destilada	Radwan et al. (2017)	
4	1 gramo de hidrogel en 200 mililitros de agua destilada	Lucero et al. (2010)	
5	4 gramos en 1000 mililitros de agua destilada	Arbona et al. (2005)	
6	1 gramo de hidrogel en 700 mililitros de agua salobre	Adaptación cosechadelluvia.com	
7	0,5 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua salobre	Propuesta Equipo GV2050	
8	0,3 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua dulce	Propuesta Equipo GV2050	
9	0,3 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua salobre	Propuesta Equipo GV2050	
10	0,35 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua dulce	Propuesta Equipo GV2050	
11	0,35 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua salobre	Propuesta Equipo GV2050	
12	0,4 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua dulce	Propuesta Equipo GV2050	
13	0,4 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua salobre	Propuesta Equipo GV2050	
14	12,5 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua dulce	Propuesta Equipo GV2050	
15	12,5 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua salobre	Propuesta Equipo GV2050	

Nos guiamos de las apreciaciones del equipo GV2050 para establecer el ensayo que mejor refleje la consistencia del hidrogel que normalmente se aplica en el trabajo de campo y de esta manera estandarizar un protocolo de elaboración de hidrogel fácilmente replicable.

Resultados y discusión

Se pudo observar que los ensayos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 y 14 no presentaron la consistencia que generalmente suele tener el hidrogel cuando se realizan las siembras en el campo (Tabla 2). Los ensayos 10 y 15, en cuestión, evidenciaron una consistencia acorde a las siembras que se realizan *ex situ*. Cabe recalcar que ambos ensayos tuvieron características diferentes en cuanto a la cantidad de hidrogel utilizado y el medio en el que fue disuelto el polímero. La concentración óptima de empleo en agua dulce fue de $1,75E^{-03}$ g/mL (ensayo 10); mientras que la concentración óptima de empleo en agua salobre fue de $6,25E^{-02}$ g/mL (ensayo 15).

Tabla 2. Cantidad, volumen y concentración de los tratamientos establecidos en la Tabla 1 para la preparación de hidrogel.

Ensayo	Medio	Cantidad (g)	Volumen (mL)	Concentración (g/mL)	Día 1	Observaciones
1	Agua destilada	0,285	200	$1,43E^{-03}$	Diluido	Consistencia un poco más diluida que la usada en campo
2	Agua destilada	1,34	200	$6,70E^{-03}$	Muy espeso	NA
3	Agua destilada	0,03	200	$1,50E^{-04}$	Muy diluido	NA
4	Agua destilada	1	200	$5,00E^{-03}$	Muy espeso	NA
5	Agua destilada	0,8	200	$4,00E^{-03}$	Espeso	NA
6	Agua salobre	0,285	200	$1,43E^{-03}$	Diluido fases separadas	Mucho más diluido que su semejante (Ensayo 1)
7	Agua salobre	0,5	200	$2,50E^{-03}$	Diluido fases separadas	NA

8	Agua destilada	0,3	200	1,50E ⁻⁰³	Diluida	NA
9	Agua salobre	0,3	200	1,50E ⁻⁰³	Diluida/Fases separadas	Mucho más diluido que su semejante (Ensayo 9)
10	Agua destilada	0,35	200	1,75E ⁻⁰³	Diluida/Espesa	Consistencia aprobada por el equipo GV2050
11	Agua salobre	0,35	200	1,75E ⁻⁰³	Diluida/Espesa/Fases separadas	Mucho más diluido que su semejante (Ensayo 11)
12	Agua destilada	0,4	200	2,00E ⁻⁰³	Espeso	NA
13	Agua salobre	0,4	200	2,00E ⁻⁰³	Diluido/fases separadas	Mucho más diluido que su semejante (Ensayo 14)
14	Agua destilada	12,5	200	6,25E ⁻⁰²	Muy espeso	Grumos de hidrogel sin disolverse
15	Agua salobre	12,5	200	6,25E ⁻⁰²	Diluido	Consistencia aprobada por el equipo GV2050

Se puede apreciar que para lograr la consistencia óptima de hidrogel se emplea una cantidad diferente de hidrogel dependiendo las características del agua que se dispone. Al emplear agua destilada, se necesitó 0,35 gramos de hidrogel en 200 mililitros de agua para lograr la consistencia óptima la cual significó una concentración de 1,75E⁻⁰³ g/mL.

Según Kazanskii & Dubrovskii (1992), la capacidad de hinchamiento del poliacrilato de potasio (polímero utilizado por el GV2050 como hidrogel) se reduce significativamente por la presencia de sales disueltas. Lo cual puede explicar la necesidad de más hidrogel para lograr la misma consistencia cuando se utiliza agua salobre en lugar de agua destilada. Además, el efecto sobre la reducción de la capacidad de absorción es más fuerte cuanto mayor es la concentración de la sal (Sanz & Ortega, 2015). Por ende, todos los ensayos en los que se implementó agua salada evidenciaron fases separadas entre el polímero y el medio acuoso, y una consistencia muy diluida en comparación con los ensayos que tuvieron la misma cantidad de hidrogel, pero que se utilizó agua dulce.

En las siembras que efectúa el GV2050, en general, se realizan utilizando agua salobre, lo cual puede inducir a las plantas a entrar en un estado de estrés salino, generando la reducción de la actividad fotosintética, la transpiración de las hojas y el consumo de agua (Shi et al., 2010). El hidrogel utilizado por el GV2050 es considerado como un polímero hidrofílico, por lo tanto, tiene la capacidad de reducir la concentración de sal en el agua al retener los iones de Na⁺ y Cl⁻, mejorando la disponibilidad de agua para las plantas al restringir la absorción de sales por la raíz (Liu & Chan, 2015; Lucero et al., 2010; Shi et al., 2010).

Según Negoita et al. (2021), la técnica que el GV2050 aplica hidrogel es: hidratar el polvo de hidrogel con una proporción de 12,5 gramos por litro de agua y mezclar esta solución con el suelo al momento de la siembra (Ensayo 14 y 15, ya que no se especifica al tipo de agua). Sin embargo, varios autores sugieren que el polímero debe ser añadido en el suelo y luego mezclado para obtener un sustrato con una proporción de 0,5 a 1% en peso de hidrogel (Liu & Chan, 2015; Shi

et al., 2010). Aunque también puede mezclarse en forma de gel de agua, tomando en consideración la proporción de hidrogel que se desea tener para una determinada planta (Somé et al., 2020).

El poliacrilato de potasio en agua destilada mantiene su capacidad de absorción luego de varios ciclos de absorción y desorción; de igual forma, cuando se lo mezcla con una solución de NaCl pese a que la capacidad de absorción disminuye, se mantiene estable al igual que con el agua destilada (Sanz & Ortega, 2015). Por lo tanto, el GV2050 debería mantener la misma cantidad de hidrogel para todas las siembras que se efectúan tanto en restauración urbana, como en restauración en islas remotas, ya que independientemente de la consistencia que se pueda palpar de manera subjetiva, el tener una medida estándar permitiría comprobar de manera fehaciente la efectividad de esta tecnología ahorradora de agua.

Conclusiones

- La cantidad de hidrogel que logra la consistencia aprobada por el equipo GV2050 en agua dulce es de 0,35 gramos por cada 200 mL de agua.
- La cantidad de hidrogel que logra la consistencia aprobada por el equipo GV2050 en agua salada es de 12,5 gramos por cada 200 mL de agua.
- Es necesario establecer una cantidad de hidrogel adecuada y uniforme para todas las siembras con esta tecnología, sin distinción del tipo de agua que se utilice.

Referencias

- Abobatta, W. (2018). Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. *Advances in Agriculture and Environmental Science*, 1(2), 59–64. <https://doi.org/10.30881/aaeo.00011>
- Arbona, V., Iglesias, D. J., Jacas, J., Primo-Millo, E., Talon, M., & Gómez-Cadenas, A. (2005). Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant and Soil* 270:1, 270(1), 73–82. <https://doi.org/10.1007/S11104-004-1160-0>
- Austin, M. E., & Bondari, K. (1992). Hydrogel as a Field Medium Amendment for Blueberry Plants. *HortScience*, 27(9), 973–974. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.9.973>
- Horie, K., Barón, M., Fox, R. B., He, J., Hess, M., Kahovec, J., Kitayama, T., Kubisa, P., Maréchal, E., Mormann, W., Stepto, R. F. T., Tabak, D., Vohlídal, J., Wilks, E. S., & Work, W. J. (2004). Definitions of terms relating to reactions of polymers and to functional polymeric materials: (IUPAC Recommendations 2003). *Pure and Applied Chemistry*, 76(4), 889–906. <https://doi.org/10.1351/PAC200476040889/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Johnson, M. S. (1984). Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35(10), 1063–1066. <https://doi.org/10.1002/JSFA.2740351004>
- Kazanskii, K. S., & Dubrovskii, S. A. (1992). Chemistry and physics of “agricultural” hydrogels. *Advances in Polymer Science*, 104, 97–133. https://doi.org/10.1007/3-540-55109-3_3
- Liu, X., & Chan, Z. (2015). Application of potassium polyacrylate increases soil water status and improves growth of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) under drought stress condition. *Scientia Horticulturae*, 197, 705–711. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.041>
- Lucero, M. E., Dreesen, D. R., & VanLeeuwen, D. M. (2010). Using hydrogel filled, embedded tubes to sustain grass transplants for arid land restoration. *Journal of Arid Environments*, 74(8), 987–990. <https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2010.01.007>

- Montesano, F. F., Parente, A., Santamaria, P., Sannino, A., & Serio, F. (2015). Biodegradable Superabsorbent Hydrogel Increases Water Retention Properties of Growing Media and Plant Growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 451–458. <https://doi.org/10.1016/J.AASPRO.2015.03.052>
- Negoita, L., Gibbs, J. P., & Jaramillo Díaz, P. (2021). Cost-effectiveness of water-saving technologies for restoration of tropical dry forest: a case study from the Galapagos Islands, Ecuador. *Restoration Ecology*, e13576. <https://doi.org/10.1111/REC.13576>
- Radwan, M. A., Al-Sweasy, O. H., Elazab, H. A., & Radwan, M. A. (2017). Preparation of Hydrogel Based on Acryl Amide and Investigation of Different Factors Affecting Rate and Amount of Absorbed Water. *Agricultural Sciences*, 08(02), 161–170. <https://doi.org/10.4236/AS.2017.82011>
- Sanz, J., & Ortega, C. (2015). *Characterization and effects of cross-linked potassium polyacrylate as soil amendment* (Issue March) [Universidad de Sevilla]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15871.30885>
- Shi, Y., Li, J., Shao, J., Deng, S., Wang, R., Li, N., Sun, J., Zhang, H., Zhu, H., Zhang, Y., Zheng, X., Zhou, D., Hüttermann, A., & Chen, S. (2010). Effects of Stockosorb and Luquasorb polymers on salt and drought tolerance of *Populus popularis*. *Scientia Horticulturae*, 124(2), 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.031>
- Somé, Y. S. C., Traoré, D., Zoromé, M., Ouoba, P. A., Da, D. E. C., Somé, Y. S. C., Traoré, D., Zoromé, M., Ouoba, P. A., & Da, D. E. C. (2020). Assessment of the Effectiveness of Potassium Polyacrylate on Crop Production. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 10(1), 113–123. <https://doi.org/10.4236/JACEN.2021.101008>