

# EFECTO DEL HIDROGEL EMBEBIDO EN ORINA COMO FERTILIZANTE BIODEGRADABLE

M. en R.I. Eulalia Ventura Mojica<sup>1</sup>, Dr. Jarumi Aguilar Guggembuhl<sup>2</sup>,  
Alonso Hernández Vázquez<sup>3</sup> y Edgar Vanegas Orozpe<sup>4</sup>

**Resumen**—En el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco se han presentado cambios que impactan directamente a la institución principalmente el incremento de alumnos, ocasionando que el servicio de los sanitarios sea insuficiente y se acumulen los residuos orgánicos. Los hidrogeles son polímeros que poseen características particulares, son hidrófilos, insolubles en el agua, blandos, elásticos y que en presencia de agua se hinchan aumentando su volumen pero manteniendo su forma hasta alcanzar un equilibrio físico. La propuesta fue utilizar Hidrogel de acrilato de potasio en los mingitorios del TESCHA para que absorbiera la orina y finalmente colocarlo en el cultivo; se evaluó la eficiencia del mismo para ser utilizado como un fertilizante biodegradable ya que este desecho orgánico es beneficioso para las plantas en lo que respecta a los microbios tiene menos que la saliva o las heces.

**Palabras clave**—Hidrogel, acrilato de potasio, orina, fertilizante.

## Introducción

Los hidrogeles son polímeros con características particulares, según Rivero, et. al. (2010) son hidrófilos, insolubles en el agua, blandos, elásticos, que en presencia de agua se hinchan, aumentando considerablemente su volumen, pero manteniendo su forma hasta alcanzar un equilibrio físico. Los hidrogeles absorben cientos de veces su peso en agua y la proporcionan paulatinamente a las raíces de todo tipo de plantas. El producto mejora las características del suelo, como son la retención y disponibilidad del agua, la aireación y la descompactación. Su aplicación en la agricultura, invernaderos y viveros, el sector forestal y la arquitectura paisajista puede reducir el uso del agua hasta en más de 90%. El hidrogel también es llamado suelo cristalino, perlas de gel o gel para plantas, las propiedades del hidrogel según Barón (2007) son: absorbe agua cientos de veces su peso, mejora las características del suelo, retención y disponibilidad de agua. Cuando los hidrófilos se entrecruzan, química o físicamente, se forman redes tridimensionales que se hinchan en agua. Los hidrogeles pueden absorber desde 10 a 20% (un límite inferior arbitrario) hasta miles de veces su peso seco en agua. Cuando el contenido de agua excede de 100% se denominan hidrogeles súper absorbentes.

Para la Universidad de Chapingo (COMMIM, 2017) y Mendoza (1998) los polímeros absorbentes que se fabrican con altos estándares de calidad para la agricultura poseen las siguientes características: son inertes, no son tóxicos, aumentan la sobrevivencia, incrementan el plazo de almacenaje. Por otro lado, los beneficios del hidrogel de acrilato de potasio dentro del sector agrícola son: evita la pérdida de la cosecha por falta de agua, se puede utilizar como único sustrato para el crecimiento de las plantas, reduce el uso de pesticidas (herbicidas, fungicidas), incrementa el crecimiento de las plantas, incrementa el rendimiento en las cosechas, reduce la frecuencia de riego, reduce la tensión de las plantas por falta de agua, ahorro de agua, ahorro de abono, mejor calidad de las plantas.

El hidrogel es un producto que cumple con los estándares de calidad ISO9001 y está aprobado por ministerios de agricultura de Europa y Norteamérica, que lo certifican para ser usado en cultivos orgánicos debido a su insolubilidad en agua. La capacidad del hidrogel de absorber agua y proporcionarla lentamente a las raíces de las plantas mejora algunas características del suelo, tales como retención y disponibilidad del agua, aireación y disminución de compactación. Es utilizado en diversos sectores, como la agricultura y la arquitectura paisajista, logrando reducir el consumo de agua hasta en un 50% (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2012).

Existen diferentes tipos de hidrogel, las partículas del Hidrogel súper absorbente elaboradas a base de copolímeros de acrilamida para uso agrícola forestal y decorativo, están disponibles en cuatro presentaciones: Hidrogel 3005 K4, Hidrogel 3005 K2, Fino (polvo) y Perla en sus tamaños (mediano y grande).

El Hidrogel 3005 K4 (2.0mm-4.0mm) se usa como un suplemento en mezclas de sustrato en grandes contenedores y en maquinaria agrícola que normalmente dispersa granulados o semillas y como sustituto de suelo en la floricultura, las características que tiene este tipo de hidrogel se muestran en la tabla 1. El Hidrogel 3005 K2 (1.0 mm-2.0mm) se usa ampliamente en la agricultura, horticultura, fruticultura y el sector forestal, en césped y mezclas de sustrato para macetas. Las características que tiene este tipo de hidrogel se muestran en la tabla 2.

<sup>1</sup> Profesora en el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco en el Estado de México. [lalisvent@hotmail.com](mailto:lalisvent@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Profesora en el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco en el Estado de México [jaruag23@yahoo.com.mx](mailto:jaruag23@yahoo.com.mx) (coautor correspondiente)

<sup>3</sup> Alonso Hernández Vázquez Alumno del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco en el Estado de México. [ing.industrial@hotmail.com](mailto:ing.industrial@hotmail.com) (Coautor correspondiente)

<sup>4</sup> Edgar Vanegas Orozpe Alumno del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco en el Estado de México. [edgar\\_evo\\_023456@hotmail.com](mailto:edgar_evo_023456@hotmail.com). (Coautor correspondiente)

Hidrogel 3005 K4

| DESCRIPCIÓN QUÍMICA       | COPOLÍMERO DE POLIACRILAMIDA  |
|---------------------------|---|
| Tamaño de partículas      | 2.0-4.0 mm, un máximo de 5% debajo de 1.0 mm  |
| Porcentaje de solubilidad | Menor de 5%   |
| Vida efectiva             | 5 años mínimo   |
| Capacidad de absorción    | 330 - 400 veces en agua destilada   |
| Resistencia               | Cristales duros, sólidos con poca suavidad  |
| Toxicidad                 | No-tóxico. El análisis certifica que el nivel de monómeros libres de acrilamida es menor de 0.05% |

Tabla. 1 Características del hidrogel 3005 K4.

Hidrogel 3005 K2

| DESCRIPCIÓN QUÍMICA       | COPOLÍMERO DE POLIACRILAMIDA   |
|---------------------------|--|
| Tamaño de partículas      | 1.0-2.0 mm., un máximo de 5% debajo de 0.075 mm  |
| Porcentaje de solubilidad | menor de 5%  |
| Vida efectiva             | 5 años mínimo  |
| Capacidad de absorción    | 330 - 400 veces en agua destilada  |
| Resistencia               | Cristales duros, sólidos con poca suavidad   |
| Toxicidad                 | No-tóxico. El análisis certifica que el nivel de monómeros libres de acrilamida es menor de 0.05%. |

Tabla. 2 Características del hidrogel 3005 K2.

El hidrogel de acrilato de potasio conocido como lluvia sólida es biodegradable, es un invento del ingeniero mexicano Jesús Rico Velasco cuyo fin es absorber y retener el agua pluvial, existe una presentación en polvo, es simple: se entierran en la tierra a la altura de la raíz y cuando llueve el agua se vuelve sólida, evitando que el líquido se filtre o se evapore. El agua permanece así mientras es consumida por la planta según la va necesitando. Una vez que se termina, la humedad del polímero vuelve a hacerse polvo y cuando llueve nuevamente vuelve a encapsular el agua, manteniéndose en la tierra por un lapso de ocho a 10 años.

La forma en que se usa la lluvia sólida a través de los Silos de Agua es único en el mundo, además de aprovechar mejor el agua, también permite almacenar líquido en costales, tambos, cubetas y botellas de PET en caso de la ausencia de la manifestación pluvial, pues no se modifica el PH, sales y nutrientes originales. El hidrogel absorbe varias veces su volumen en agua, y posteriormente el agua es liberada de forma gradual según las necesidades de la planta, produciendo un ahorro alto de agua. También conocido bajo su nombre comercial de lluvia sólida, Stockosorb o retenedor de agua. Otros polímeros súper absorbentes son el poliácrlato de sodio. El poli acrilato de sodio está indicado igualmente para todas aquellas aplicaciones donde necesites absorber gran cantidad de agua. Tiene la particularidad, de que al absorber agua, se expande formando algo muy parecido a la nieve artificial, no obstante tenemos un producto más indicado para hacer nieve artificial.

Las plantas obtienen la mayor parte de sus nutrimentos esenciales del suelo. El suelo es el medio natural para el desarrollo de las plantas y es la fuente de 15 de los 18 5 nutrimentos esenciales. El aire y el agua proveen los otros 3 nutrimentos esenciales (carbono, hidrógeno y oxígeno). Insolubles en líquidos.

La orina fresca es un líquido acuoso transparente y amarillento, de olor característico, secretado por los riñones y eliminado al exterior por el aparato urinario. Se eliminan aproximadamente 1,5 litros de orina al día. La orina normal contiene un 96% de agua, un 4% de sólidos en solución y aproximadamente 20 g de urea por litro. En la orina fresca con un pH entre 5-7, la urea es el principal compuesto de nitrógeno. Al almacenar la orina, este compuesto se hidroliza en amonio, amoniaco hasta obtener nitritos y nitratos además de hidrocarbonatos. Este proceso hace que el líquido se oscurezca, presente un olor fétido y esté además acompañado de un aumento del pH alcanzando valores de 9.

Los nutrientes contenidos en la orina humana permiten que ésta obtenga propiedades como fertilizante una vez que haya pasado por un adecuado proceso de tratamiento. La orina contiene sustancias nutritivas casi perfectas, estos nutrientes son solubles en el agua y las plantas los pueden absorber. La orina es casi estéril, por eso es posible utilizarla sin ningún tratamiento especial (Villavicencio, 2009). La orina es un abono completo, rico en nitrógeno pero también contiene sodio y cloruro. Esto hace que sea adecuado como abono para cultivos que requieren mucho nitrógeno pero también para cultivos que necesiten sodio (Von Münch y Winker, 2009).

Otro de los principales elementos naturales de la orina es el fósforo. Este nutriente es esencial para el desarrollo de las plantas y por lo tanto para la producción agrícola, generalmente se encuentra en el suelo, de lo contrario es

agregado mediante fertilizantes que son producidos a partir de piedras de fosfato. Pero un alto grado de reservas de roca fosfórica se están agotando por lo que será inevitable reciclar el fósforo contenido en excretas humanas o animales (Von Münch y Winker, 2009). Son diversas las experiencias realizadas a nivel internacional que han demostrado las propiedades de la orina y las ventajas de su uso. A nivel nacional el bioensayo de aplicación de orina humana en plantas de maíz demostró resultados positivos sobre todo en el uso de orina en combinación con lombricomposta (Mamani, 2015). Por otra parte, la orina presenta la ventaja de ser un recurso gratuito que está a disposición del productor, lo que puede incidir directamente en la reducción de los costos de producción. Al utilizar orina se evita o disminuye el uso de fertilizantes sintéticos y el agricultor ya no es tan dependiente de esos insumos.

En la sistematización de la experiencia en captación, tratamiento y aplicación de orina humana como fertilizante en plantas de maíz se describen detalladamente el porqué de la necesidad de orina como fertilizante, así como las propiedades y ventajas de la orina como fertilizador (Villavicencio, 2009).

#### Descripción del Método

Se consideró como muestra la orina recabada de cuatro mingitorios del edificio Nezahualcóyotl del TESCHA y colocada en plantas del Tecnológico (definir qué plantas).

El diseño experimental utilizado es de un sólo grupo, donde:

X. tratamiento del hidrogel con la orina absorbida

O. medición de la absorción del hidrogel y riqueza del fertilizante

La preparación de hidrogel en volumen propuesta es de 10% de hidrogel por cada 80 ml. de orina. Se puede aplicar pre-hidratado o en seco mezclándolo con la tierra. Favoreciendo el ahorro y la preparación del suelo, con base a las siguientes características

- 1 gramo absorbe 80ml de agua.
- 12,5 gramos absorben 1L de agua.
- 312,5 gramos absorben 25L de agua
- 1,25Kg absorbe 100L de agua

El procedimiento a seguir es:

1. Colocar el hidrogel de acrilato de potasio en los mingitorios
2. Dejar el hidrogel con un lapso de 6 horas y retirarlo
3. Guardarlo en un contenedor
4. Medir la absorción del hidrogel
5. Colocación en la planta
6. Evaluación

#### Comentarios Finales

##### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se estudió el efecto del hidrogel embebido en orina al aplicarlo en la flora del Tecnológico. Se obtuvieron dos muestras donde se aplicó el hidrogel y se observó su efectividad, en las figuras 1, 2 y 3 se observa que el hidrogel absorbió la orina y hace que su composición cambie. Tomando el 5% (f) de los elementos de la orina que son nutrientes para la planta y que es factible para implementarlo. Se eliminan aproximadamente 1.4 litros de orina al día. La orina normal contiene un 95 % de agua, un 2 % de sales minerales y 3 % de urea y ácido úrico y aproximadamente 20 g de urea por litro. En la figura 4 se observa la colocación del hidrogel embebido en las plantas del tecnológico.



Figura 2. Hidrogel en el mingitorio



Figura 4. Hidrogel en contenedor



Figura 3. Hidrogel retirado del mingitorio



Figura 5. Aplicación del hidrogel

#### Conclusiones

Los resultados obtenidos fueron de la obtención de orina en hidrogel absorbente, sin embargo demuestran la necesidad de realizar un estudio más profundo porque aunque se puede concluir que los hidrogeles son una alternativa muy recomendable para la agricultura, ya que al reducir el consumo de agua y uso de fertilizantes químicos en las tierras de cultivo beneficia zonas agrícolas, el hidrogel tiene una alta capacidad de retener la humedad del suelo por lo que puede ser aprovechado para hacer más eficiente del agua en el sector agrícola. Otros beneficios adicionales del uso de hidrogeles es que son compuestos biodegradables que mejoran las características del suelo, permitiendo así una mejor absorción de nutrientes y un crecimiento óptimo de las plantas. Ya está mas que demostrado que los hidrogeles son una alternativa viable y atractiva para los agricultores pues les representa un ahorro importante de agua por lo tanto un beneficio económico, además de garantizar su producción. El estudio de la aplicación de la orina en plantaciones también está ya demostrado es necesario continuar con la investigación para tener resultados más contundentes.

La eficacia del hidrogel como fertilizante en áreas verdes es altamente útil para experimentar en nuevas áreas de cultivos comestibles y estudiar los niveles de beneficios que otorgará, este proyecto se pretende que se convierta en un proyecto integrador, de tal manera encontrar otros ámbitos de aplicación y otros estudiantes y disciplinas que quieran participar con nuevas investigaciones.

### Referencias

COMMIM "Acua-Gel Hidrogel original". Consultado por Internet el 16 de diciembre de 2016. Dirección de internet: <http://www.hidrogel.com.mx>

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Sequías recurrentes obligan a una mejor gestión de los recursos hídricos. Publicación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2012.

Katime, D. Katime y O. Katime. Materiales Inteligentes. "Hidrogeles Macromoleculares: Algunas Aplicaciones Biomédicas". Anales de la Real Sociedad Española de Química, 2005.

Mamani-Mamani, V.; Loza-Murguía, M.; Coronel-Quispe, L.; Sainz-Mendoza, H.; Paye-Huaranca, V. "Uso de la orina humana como fertilizante en la producción de lechuga Waldmann green (*Lactuca sativa* L.)". Dirección de internet [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v3n1/v3n1\\_a04.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v3n1/v3n1_a04.pdf)

Mendoza R., J. L. y J. Macías, C. "Materia Orgánica, su Importancia en el Mantenimiento y Mejoramiento de la Fertilidad de los Suelos". Centro de Investigación Regional del Noroeste. INIFAP. México, 1998.

Rivero, R.; Rivarola, C.; Miras, M.C. y Barbero, C. "Caracterización fisicoquímica y mecánica de hidrogeles termosensibles porosos". Mab IV, IV Congreso Argentino de Materia Blanda. 21-23 noviembre 2012.

Villavicencio Lorini, X. "Área Saneamiento Sostenible ACEPESA Sistematización de la experiencia de aplicación de orina humana como fertilizante en Caña de Azúcar. Consultado en internet el 4 de diciembre de 2016. Dirección de internet [https://www.academia.edu/22852648/%C3%81rea\\_Saneamiento\\_Sostenible\\_ACEPESA\\_Sistematizaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_experiencia\\_de\\_aplicaci%C3%B3n\\_de\\_orina\\_humana\\_como\\_fertilizante\\_en\\_Ca%C3%B1a\\_de\\_Az%C3%BAcar](https://www.academia.edu/22852648/%C3%81rea_Saneamiento_Sostenible_ACEPESA_Sistematizaci%C3%B3n_de_la_experiencia_de_aplicaci%C3%B3n_de_orina_humana_como_fertilizante_en_Ca%C3%B1a_de_Az%C3%BAcar)

Von Münch y Winker Technology review of urine diversion components - Overview on urine diversion components such as waterless urinals, urine diversion toilets, urine storage and reuse systems. Consultado en internet el 23 de noviembre de 2016. Dirección de internet [https://www.susana.org/\\_resources/documents/default/2-875-giz2011-en-technology-review-urine-diversion.pdf](https://www.susana.org/_resources/documents/default/2-875-giz2011-en-technology-review-urine-diversion.pdf)