

¿Maíz para limpiar el agua?

Por Daniela Silva Benavidez

Existen varios métodos físicos y químicos para purificar el agua. Estos incluyen cloración, sedimentación, el uso de filtros de carbón activado, tratamiento con ozono y tratamiento con luz UV por mencionar tan solo algunos. Cada uno de estos métodos está intencionado para remover compuestos específicos del agua y cada uno permite alcanzar diferentes niveles de pureza, por lo que suelen utilizarse una combinación de estos métodos dependiendo de las necesidades, así como de los recursos de los que se dispone (materiales, espacio, infraestructura...).

La agricultura es de las actividades comerciales con mayor demanda de agua, pues desde finales del siglo XX, la agricultura emplea por término medio el 70 por ciento de toda el agua utilizada en el mundo, según la FAO. Si el agua destinada para fines agrícolas no es debidamente tratada, se corre el riesgo de contaminar los cultivos y con ello comprometer a la salud pública. Siendo así, una adecuada gestión y administración del agua -esto es, la manera en la que el agua es extraída, utilizada, distribuida, purificada y desechada- resulta de vital importancia.

Lamentablemente, algunos países, especialmente aquellos en vías de desarrollo, tienen plantas de tratamiento de aguas limitadas en número y eficiencia. Esto se debe a varios factores, que incluyen costos elevados de instalación y operación, una infraestructura inadecuada, la baja disponibilidad de energía y materiales, e incluso factores sociales (Ali, I. et al, 2016). Por todas estas razones, se han explorado alternativas que permitan tratar aguas residuales para fines agrícolas/riego y que al mismo tiempo se encuentren dentro de las posibilidades de los países en vías de desarrollo.

¿Qué es un biofiltro de goteo?

Los biofiltros de goteo-en inglés, *trickling biofilters*-son reactores biológicos utilizados para purificar el agua y que remueven materia orgánica y amonio. Estos filtros operan de la forma siguiente: primeramente, el agua sucia es bombeada y llevada a un tanque de sedimentación para después ser rociada con una boquilla sobre un lecho por medio de un distribuidor rotatorio. Este reactor es el biofiltro propiamente dicho. El lecho o medio del biofiltro suele estar compuesto de empaques de plástico, anillos, pedazos de cerámica, rocas u otros tipos de empaques de bajo costo en los cuales se encuentra adherido una biopelícula o *biofilm* de microorganismos como bacterias, algas y hongos. La función de estos microorganismos es atrapar y degradar los compuestos orgánicos del agua mientras ésta fluye a través de los canales y orificios del lecho. Un biofiltro de goteo trabaja en condiciones aeróbicas sin necesidad de tener una ventilación forzada. En vez de ello, aire del exterior es succionado desde debajo del lecho gracias a una diferencia de densidades gracias a lo que se le conoce como “efecto chimenea”. El agua que desciende del lecho y que no es recirculada es

recolectada en un tanque clarificador para después ser utilizado o, de ser requerido, pasar a otra etapa de purificación.



Ilustración 1 Imagen de un biofiltro de goteo. (Farmer, G. 2013)

La selección de un medio adecuado es crítica para determinar la eficiencia de un biofiltro, pues influye directamente en la formación de la biopelícula sin la cual el sistema no podría funcionar correctamente. Sin embargo, muchos de los medios no son comúnmente disponibles ni baratos para los agricultores de pequeñas granjas. Además, muchos de medios (como las esponjas, anillos comerciales, plástico y geotextiles) son preparados sintéticamente y requieren de largos periodos de adaptación del microorganismo antes de que este pueda crecer y reproducirse (Ali, I. et al, 2016). Ultimadamente, esto se traduce en mayores costos de operación, pues se debe mantener el sistema en operación aun si la biopelícula no se ha formado por completo.

Descubriendo el área de oportunidad

El maíz es uno de los alimentos más básicos en regiones de pobreza ubicadas en África, Asia



Ilustración 2. Mazorcas de maíz desgranadas, también conocidas como olotes. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Raquis_de_ma%C3%ADz

y América Latina y es el cultivo con mayor presencia en el mundo, además de que es fácilmente adaptable a muchos tipos de climas (Mejía, 2003). Concretamente, el olote-la parte central del maíz desgranado-está compuesto por una serie de filamentos que facilitan la adhesión y crecimiento de microorganismos en su superficie. Además, el olote cuenta con una superficie de contacto grande, una gravedad específica baja y una alta porosidad, convirtiéndolo en una alternativa interesante para utilizarse como lecho en un biofiltro.

En Pakistán se dieron cuenta del potencial que tiene el olote como medio para un biofiltro en asentamientos cercanos a zonas agrícolas de mucha actividad. En particular, se imaginaron estos biofiltros operando en países como Pakistán, India y Bangladesh, aunque no hay nada que sugiera que esta idea no pudiera implementarse en otros países en situaciones similares.

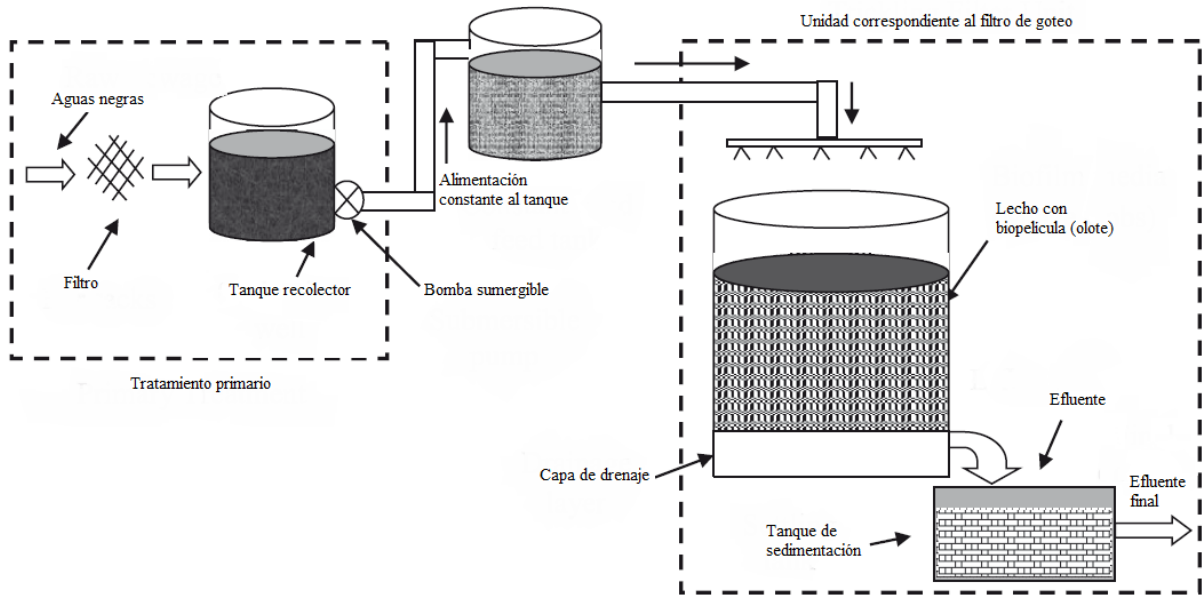


Ilustración 3. Diagrama esquemático de un biofiltro de goteo con olote como medio. (Ali, I. et al, 2016)

Los resultados alcanzados

En el estudio realizado se obtuvieron los porcentajes de remoción considerables de los siguientes parámetros: color, turbidez, demanda química y biológica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y sólidos disueltos totales.

El sistema operó de manera continua durante 6 meses y con un flujo constante de aguas residuales de $113 \pm 2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ por día (¡más de 100 mil litros de agua por metro cuadrado!) en temporadas de frío y de verano (con variaciones de temperatura desde 23°C hasta 43°C). Algo sorprendente de este estudio no son solo los altos porcentajes de remoción, sino también el crecimiento acelerado que tuvo la biopelícula en el olote, mostrando una afinidad de los microorganismos considerable hacia el medio.

Parámetro estudiado	Porcentaje de remoción
---------------------	------------------------

Demanda química de oxígeno	75%
Demanda biológica de oxígeno	79%
Color	33-37%
Turbidez	43-46%
Sólidos disueltos totales	42-46%
Sólidos suspendidos totales	28-30%

Ilustración 4. Resultados obtenidos con el sistema de biofiltración de goteo con olote (Ali I. et al, 2016)

Hay muchas cosas que rescatar a partir de este estudio. La primera y más evidente es que el olote puede utilizarse como medio en un biofiltro de goteo, volviéndose en una alternativa potencialmente competitiva en cuestión de disponibilidad y bajo costo. Otro elemento rescatable es estos resultados pueden ser el primer paso para animarse explorar otros posibles medios, como cáscaras de arroz, de trigo u otros desechos agrícolas. Estos podrían ser seleccionados de acuerdo a los cultivos de la zona geográfica, permitiendo que adaptar el sistema de manera más sencilla. Y finalmente, esta idea también nos muestra un ejemplo de cómo la creatividad y la ingeniería pueden converger en ideas útiles que atienden a las problemáticas a las que nos enfrentamos, solo hace falta animarse a explorar y probar cosas nuevas.

Referencias:

- Ali, I., Khan, Z. M., Sultan, M., Mahmood, M. H., Farid, H. U., Ali, M., & Nasir, A. (2016). Experimental Study on Maize Cob Trickling Filter-Based Wastewater Treatment System: Design, Development, and Performance Evaluation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(6), 2265-2273. <https://doi.org/10.15244/pjoes/63657>
- Danilo Mejía, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Maize. Post-Harvest Operations..* Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-av007e.pdf>
- Farmer, G. (2013). What every operator should know about trickling filters. <https://www.wef.org/globalassets/assets-wef/direct-download-library/public/operator-essentials/wet-operator-essentials---trickling-filters---aug13.pdf>
- Fondo para la Comunicación y Educación Ambiental. (s. f.). *Agua en México. Un prontuario para la correcta toma de decisiones.* Prontuario.pdf. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/07/Agua-en-Mexico-Un-prontuario-para-la-correcta-toma-de-decisiones-2017.pdf>
- Geographic distribution of major crops across the world—Leff—2004—Global Biogeochemical Cycles—Wiley Online Library.* (s. f.). Recuperado 26 de junio de 2020, de <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2003GB002108>

Schmitz, (2019) Trickling filter design guideline – How do trickling filters work?
<https://smartwatermagazine.com/blogs/karl-uwe-schmitz/trickling-filter-design-guideline-how-do-trickling-filters-work>

Sheikh, Bahman. (2016). Agricultural Reuse-Impediments and Incentives. The Water Research Foundation. Disponible en: <https://www.waterrf.org/research/projects/agricultural-reuse-impediments-and-incentives>