



## Omeprazol para el aprovechamiento del agua en plantas

Carlos A. Ramírez-Estrada  
Esteban Sánchez-Chávez\*  
Julio C. Anchondo-Paez  
Erick H. Ochoa-Chaparro  
Ezequiel Muñoz-Márquez

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. (CIAD), Delicias, Chihuahua, México,  
Av. 4 Sur 3828, Pablo Gómez, 33088 Delicias, Chihuahua, México.

\*Autor para correspondencia: esteban@ciad.mx, +52 639 549 4681

**El agua es un recurso cada vez más escaso para el sector agrícola. Por suerte, sustancias conocidas como bioestimulantes, pueden mejorar la eficiencia de uso de agua en plantas a dosis bajas. El omeprazol, un medicamento en humanos, podría contribuir a resolver este problema, por lo que, en este artículo presentamos avances en el uso de omeprazol como bioestimulante.**

### Introducción

El cambio climático que se vive actualmente en el mundo ha traído un conjunto de alteraciones en el ambiente. Las alteraciones que más afectan la agricultura son el aumento en la temperatura, la falta o exceso de agua y las variaciones en el patrón de lluvias. Además, el aumento de la población demanda un incremento en el rendimiento de cosechas para satisfacer la alimentación. Sin embargo, uno de los recursos más importantes para las plantas, el agua, atraviesa por un periodo de escasez y cada vez está menos disponible. Por lo tanto, un objetivo central en las naciones hoy en día es aumentar el uso eficiente del agua en los cultivos, con el fin de producir más alimento con la misma o menor cantidad de agua. Esto se podría lograr con el uso de bioestimulantes en plantas, que ayuden a hacer más eficiente el uso del agua.

### ¿Qué es el uso eficiente del agua?

El término de uso eficiente del agua nació hace aproximadamente 100 años con los investigadores estadounidenses L. Briggs y H. Shantz, quienes lo definieron como la cantidad de masa vegetal producida por cantidad de agua utilizada.



A pesar de que en su momento no era un tema de preocupación, hoy en día la disponibilidad de agua para sus diferentes usos, y en particular, el uso agrícola, es prioritario. Según datos del banco mundial, se estima que para el 2050, cerca del 40% del agua destinada a la agricultura tendrá que ser reasignada a actividades relacionadas con el crecimiento urbano. Este escenario afectaría a los países menos desarrollados y con menor tecnología en el uso eficiente del agua.

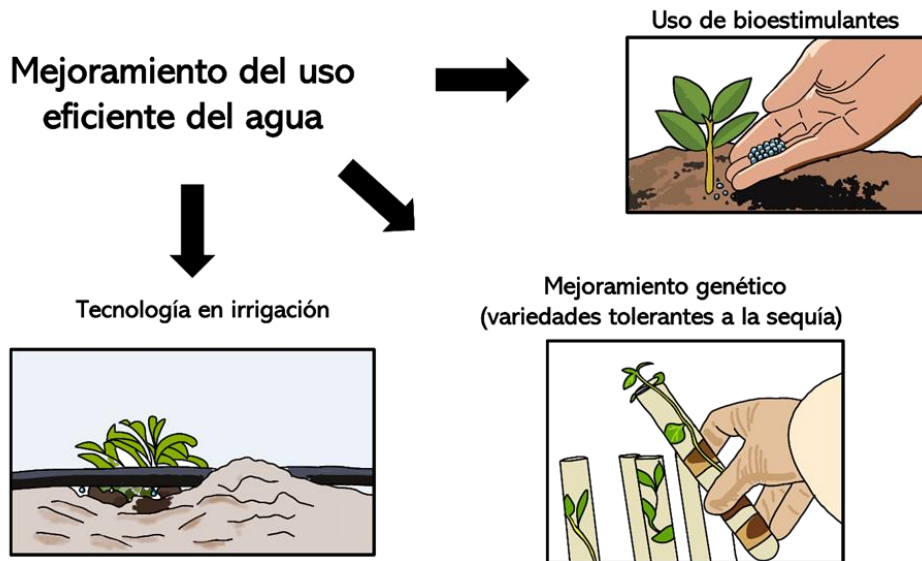
Las plantas utilizan el agua como medio para la absorción de los minerales que necesitan para su desarrollo, además de ser el medio de transporte de savia elaborada. Otra de las importantes funciones del agua es mantener la rigidez, así como garantizar el proceso de fotosíntesis. Debido a esto, la disminución de agua para los cultivos puede afectar el crecimiento al provocar un estado conocido como estrés vegetal. El estrés puede ser moderado y afectar el crecimiento normal o, severo y puede llegar a interrumpir el ciclo de vida.

#### **Una alternativa para combatir la falta de agua en la agricultura**

Los esfuerzos de distintas disciplinas en eficientar el uso del agua en los cultivos, han propuesto varias alternativas para hacer frente a esta problemática (Figura 1). La ingeniería genética, es decir, manipular los genes de plantas en laboratorio, podría desarrollar especies mejoradas, capaces de mantener alta productividad con menores cantidades de agua. Sin embargo, el rol de la ingeniería genética aún se encuentra lejos del alcance de países en desarrollo y subdesarrollados.

Otra alternativa es el mejoramiento del uso eficiente del agua por medio de lo que se conoce como agricultura de irrigación o bajo riego. La agricultura bajo riego o de irrigación abarca el uso de medios de transporte del agua como tuberías, y su aplicación por medio de aspersores y goteros para llevar el agua hacia las plantas, reduciendo lo más posible las pérdidas. A pesar de que el empleo de irrigación significa una mejora a la hora de hacer más eficiente el uso de agua para la agricultura, su relación con el desarrollo económico de los continentes la hace de difícil acceso para todos los agricultores, debido al alto costo para adquirir esta tecnología. Mientras que, en medio oriente, el 83% de los cultivos están bajo sistemas de irrigación, en América del Norte y Asia solo se alcanza el 59% y en África menos del 5%.

**Uno de los recursos más importantes para las plantas, el agua, atraviesa por un periodo de escasez y cada vez está menos disponible.**



**Figura 1.** Alternativas para hacer frente a la escasez de agua en la agricultura moderna.

Una alternativa con mayor viabilidad es el uso de productos catalogados como bioestimulantes. Éstos se definen como productos de origen natural o sintético, capaces de provocar el crecimiento de las plantas, aumentar la tolerancia a diferentes tipos de estrés y promover el rendimiento de los cultivos. Actualmente

en el mercado hay un gran número de productos destinados a mejorar la tolerancia de estrés por agua, optimizando el rendimiento de los cultivos en condiciones de escasez. Se han observado resultados favorables con el empleo de bioestimulantes como extractos de algas, minerales como el silicio y productos considerados como desechos como la corteza de los crustáceos, llamada quitina. Sin embargo, una molécula que ha llamado la atención por su utilidad y por representar un ahorro de insumos al utilizarse en dosis bajas es el omeprazol.

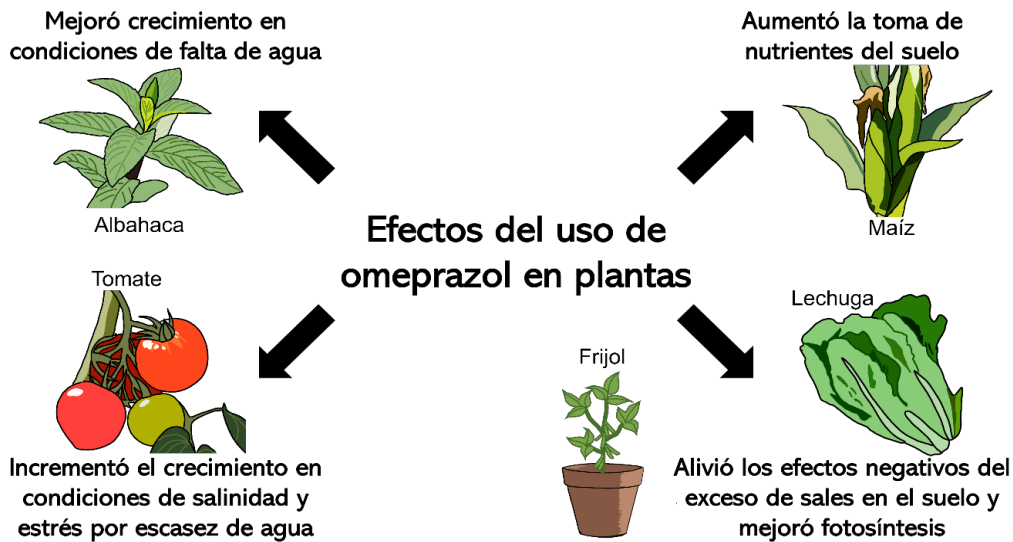
**Con base en datos del banco mundial, se estima que para el 2050, cerca del 40% del agua destinada a la agricultura tendrá que ser reasignada a actividades relacionadas con el crecimiento urbano.**

### **Omeprazol, ¿medicamento para las plantas?**

El omeprazol es comúnmente conocido por su uso como medicamento contra el reflujo estomacal en humanos. Está dentro del grupo de los llamados inhibidores de la bomba de protones, función que le permite controlar la producción de ácido en el estómago.



Su uso está bien estudiado en humanos, sin embargo, recientemente se han encontrado efectos benéficos del omeprazol en plantas de tomate, maíz, lechuga, menta y albahaca al fungir como reductor del estrés y promotor de crecimiento (Figura 2).



**Figura 2.** Efecto de la aplicación de omeprazol en algunas especies vegetales.

Algunas de las mejoras obtenidas con la aplicación de omeprazol en plantas se relacionan con una mejor producción interna de hormonas responsables del crecimiento y una mejora en el sistema de protección antioxidante. En conjunto, estos mecanismos ayudan a que la fotosíntesis se lleve de una forma más eficiente. Además, el omeprazol mejora la señalización hormonal, que es el modo a través del cual las plantas responden a estímulos del ambiente. Se cree que esto podría mejorar el control de la apertura de los poros por donde se realiza el intercambio de gases y se transpira agua en las hojas (estomas), disminuyendo la pérdida de agua. De la misma forma, la estimulación de hormonas del crecimiento y la eficiencia fotosintética podría llevar a una mayor producción de masa vegetal, que se ha reportado, se concentra en la raíz, mejorando la absorción de agua.

**Los bioestimulantes se definen como productos de origen natural capaces de provocar el crecimiento de las plantas, aumentar la tolerancia a diferentes tipos de estrés y promover el rendimiento de los cultivos.**



**Recientemente se han encontrado efectos benéficos con la aplicación de omeprazol, como reducción del estrés y promoción del crecimiento en plantas de tomate, maíz, lechuga, menta y albahaca.**

Así mismo, otra de las ventajas que llaman la atención de este compuesto es su uso a dosis bajas. Otros bioestimulantes funcionan en dosis que representan la milésima parte de un kilogramo, es decir, un gramo. El omeprazol, catalogado como LWM (molécula de bajo peso por sus siglas en inglés) es capaz de realizar su función en dosis que representan menos de la millonésima parte de un kilogramo, es decir, menos de un miligramo (Figura 3). Esto permitiría reducir costos a los productores, a la vez que obtienen un producto con la capacidad de mejorar el rendimiento de sus cultivos en condiciones desfavorables de escasez de agua.

### Dosis de acción de distintos bioestimulantes en plantas



**Figura 3.** Diferencia en la cantidad de aplicación de compuestos bioestimulantes usados en plantas.

**El omeprazol como bioestimulante en plantas podría tener efectos positivos en el uso eficiente del agua, al ser aplicado en los cultivos agrícolas.**



## Retos para la juventud

Todavía existen algunos retos en cuanto al uso de omeprazol como bioestimulante para eficientar el uso del agua en plantas. Por ejemplo, aun no existe un producto comercial disponible para la adquisición de agricultores. Así mismo, la variedad de especies en las que se han obtenido resultados favorables aun no es extensa. Debido al amplio rango en el cual puede actuar el omeprazol, se requieren más estudios para definir dosis de acuerdo al cultivo.

Hoy en día, los esfuerzos para eficientar el uso de omeprazol como bioestimulante en plantas se centran en el estudio de los procesos dentro de las plantas que son modificados por este compuesto. También se busca mejorar la forma de administrar el omeprazol a las plantas y la dosis más efectiva. Esto permitirá el desarrollo de un producto bioestimulante comercial, con el objetivo de que sea de fácil acceso y aplicación. Finalmente, se podrían mejorar las condiciones de producción agrícola bajo escasez de agua, incluso en países en desarrollo.

## Conclusiones

El omeprazol como bioestimulante en plantas ha demostrado resultados positivos en el uso eficiente de agua. También, podría ser una alternativa viable para superar las limitantes de otras alternativas, tales como los altos costos de la elaboración de variedades en laboratorio a través de la ingeniería genética. Por otro lado, el alto costo de las tecnologías de riego que permitan eficientar el uso de agua, las hace de difícil acceso. Por esto, el uso de omeprazol representa una ventaja en la disminución de costo e impacto ambiental a la hora de alcanzar la soberanía alimentaria del mundo.

## Literatura recomendada

Elansary, H. O., & El-Abedin, T. K. Z., (2019). Omeprazole alleviates water stress in peppermint and modulates the expression of menthol biosynthesis genes. *Plant Physiology and Biochemistry*. 139, 578-586.

Palacios-Vélez, O. L., & Escobar-Villagrán, B. S., (2016). La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. *Tecnología y ciencias del agua*. 7(2), 5-16.

Zayas, E. C., Arias, A. G., López, A. G., Miranda, Z. P., & Espinosa, E. J., (2014). Evaluación y propuesta de medidas en diferentes técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua. *Revista Ingeniería Agrícola*. 4(1), 22-28.





## Semblanzas de autores

**Carlos Abel Ramírez Estrada.** Maestría en ciencias, con terminación en Horticultura, estudiante de doctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) y miembro del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal.

**Esteban Sánchez Chávez.** Investigador Titular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 3, líder del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal. Las líneas de investigación que cultiva son: Biofortificación con micronutrientes en cultivos agrícolas, Nanotecnología aplicada a la agricultura, Nutrición de cultivos hortofrutícolas y Fisiología del estrés en plantas.

**Julio César Anchondo Páez.** Estudiante de doctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), miembro del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal. Las líneas de investigación en las cuales se trabaja son: Nanotecnología aplicada a la agricultura, Nutrición de cultivos hortícolas y Fisiología del estrés en plantas.

**Erick Humberto Ochoa Chaparro.** Maestro en Agronegocios y Estudiante de doctorado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), miembro del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal. Las líneas de investigación en las cuales se trabaja son: Nanotecnología aplicada a la agricultura, Agricultura de precisión, Nutrición de cultivos hortícolas y Fisiología del estrés en plantas.

**Ezequiel Muñoz Márquez.** Técnico Académico del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Coordinación Delicias, Chihuahua. Miembro del Grupo de Investigación en Fisiología y Nutrición Vegetal. Las líneas de investigación que cultiva son: Nutrición de cultivos hortofrutícolas, Fitopatología Nanotecnología aplicada a la agricultura.

Envía tus contribuciones científicas a la revista **Terra Latinoamericana**, órgano de difusión de la SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A. C.

**Terra Latinoamericana** es de publicación continua y publica artículos científicos originales de interés para la comunidad de la ciencia del suelo y agua.

**TERRA**  
Latinoamericana

