



Impulsando la agricultura sostenible con electroestimulación del suelo

Perla Cecilia Meléndez-González^{1*}
César Roberto Sarabia-Castillo²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Ave. Universidad S/N, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza N.L. México, C.P. 66455

²Universidad Vizcaya De Las Américas Campus Saltillo, Boulevard Venustiano Carranza 4925, Saltillo Coahuila de Zaragoza México, C.P. 25210

*Autor para correspondencia: perla.melendez.glz@outlook.com perla.melendezg@gmail.com

En la búsqueda de proveer soluciones para enfrentar el desafío de la hambruna mundial, el acondicionamiento de suelos y producción sostenible de cultivos es de vital importancia. Una de las técnicas innovadoras y prometedoras para mejorar la fertilidad y salud del suelo es la electroestimulación. Esta tecnología aplica corrientes eléctricas al suelo, lo cual promueve el crecimiento de plantas y su adecuada nutrición, lo que provoca una disminución de uso de fertilizantes impulsando prácticas de agricultura sostenibles. Y lo más importante incrementar la producción de cultivos con el fin de que los alimentos estén disponibles y con accesibilidad para la población.

Introducción

La agricultura sostenible se enfrenta al gran reto de alimentar a una población en crecimiento acelerado y minimizar el impacto ambiental que esto conlleva. Además de proveer alimento permanente a poblaciones en regiones poco afortunadas. Una de las prometedoras soluciones para mejorar la salud del suelo e incrementar el desarrollo y crecimiento de cultivos es la electroestimulación.

La electroestimulación del suelo es una técnica que mejora la fertilidad y salud de este. A demás, no solo optimiza el crecimiento de cultivos o plantas, si no que mejora el uso de nutrientes disminuyendo el uso de fertilizantes y pesticidas. El funcionamiento consta en aplicar corrientes eléctricas que estimulan la disponibilidad de nutrientes y optimiza la actividad microbiana del suelo, además de favorecer la correcta absorción de agua promoviendo un desarrollo saludable y rápido en la planta.





La electroestimulación, es una herramienta de gran poder para impulsar la agricultura sostenible, ofreciendo una solución viable al enfrentar retos como el aumento de producción de cultivos agrícolas destinados a la nutrición de la población.

Electroestimulación del suelo, ¿Qué es y cómo funciona?

Es una técnica agrícola en donde se utilizan corrientes eléctricas a distintos voltajes con el fin de mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Esta técnica funciona aplicando campos eléctricos en el suelo mediante electrodos, como se observa en la Figura 1, mejorando la tasa de germinación de semillas, estimulando el crecimiento de las raíces y optimizando la absorción de nutrientes por parte de la planta. También, interacciona en la dinámica de los nutrientes del suelo,

modificando la estructura del suelo logrando cambiar sus propiedades físicas y químicas.

¿Qué se necesita?

Es posible aplicar corrientes eléctricas en el suelo de cultivo considerando el tipo de suelo y sus características. Además, sin

Es una técnica agrícola en donde se utilizan corrientes eléctricas a distintos voltajes con el fin de mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos



olvidar el tipo de materiales del cual estén compuestos los electrodos mediante los cuales se aplica la corriente eléctrica, ya que de esto dependerán los beneficios de la técnica. La superficie de contacto de los electrodos con el suelo es esencial ya que desempeñan un papel directo en la eficiencia de la estimulación eléctrica. Los materiales utilizados deben ser conductores de electricidad, duraderos y no reactivos en el ambiente del suelo para asegurar la eficiencia y perdurabilidad del proceso de electroestimulación (Figura 2).

Una alta conductividad eléctrica (movimiento de electrones, que permiten el paso de la corriente eléctrica) asegura la eficiencia de la transmisión de la corriente desde la fuente de poder hasta el suelo, asegurando que la corriente aplicada llegue de manera homogénea y efectiva hasta la profundidad deseada, así como a la zona de las raíces. Además, un material conductivo minimiza las pérdidas de energía durante el proceso de electroestimulación.

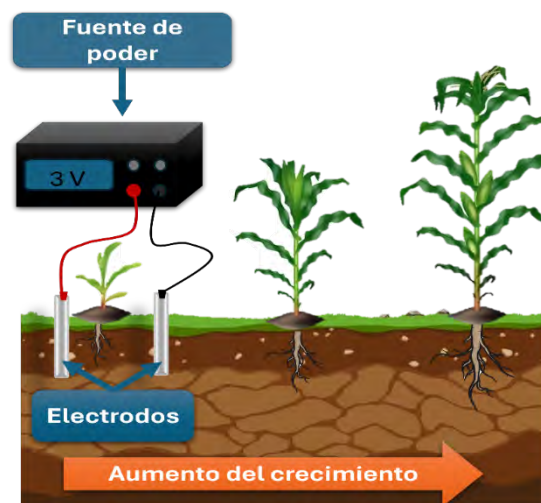


Figura 1. Acomodo de electrodos en el proceso de electroestimulación de plantas.

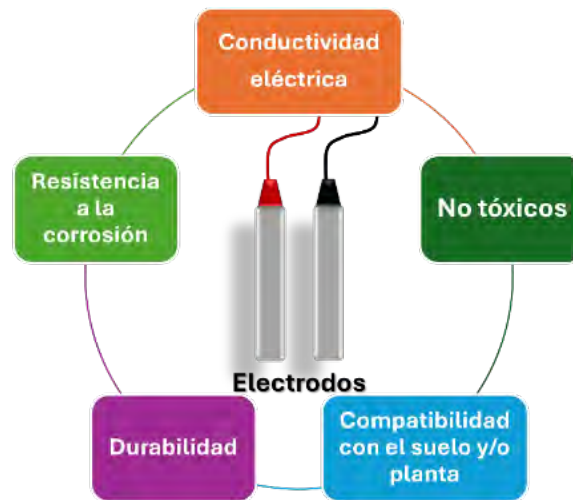


Figura 2. Características de los electrodos que garantizan su efectividad en el proceso de electroestimulación.

La segunda característica importante es la resistencia a la corrosión (degradación del material), ¿por qué? Porque es importante que los materiales de los electrodos puedan soportar las condiciones ambientales del suelo como las variaciones de pH, la humedad, la presencia de sales y minerales. Ya que una estabilidad en relación con una lenta degradación en los electrodos garantiza que los resultados sean confiables.

Y, por último, la durabilidad, ya que al poseer esta característica se reducen gradualmente los costos de mantenimiento y operación en el reemplazo de electrodos al resistir adecuadamente las condiciones del campo. Otras características que también se buscan es que los materiales que se utilicen no sean tóxicos, si no que tengan una interacción positiva con las plantas obteniendo un crecimiento saludable.

Generalmente se eligen materiales de fácil acceso y que cumplan con las características anteriormente mencionadas, por ejemplo, el acero inoxidable que es duradero y resistente a los ambientes del suelo, igual que el aluminio el cual tiene la ventaja de ser ligero y resistente a la corrosión. También se suelen utilizar diferentes aleaciones especiales como el titanio combinado con platino, níquel, cobre, e incluso se han utilizado materiales de carbón como el grafito y el carbón activado.

La superficie de contacto de los electrodos con el suelo es esencial ya que desempeñan un papel directo en la eficiencia de la estimulación eléctrica



¿Qué beneficios tiene en la planta y el suelo?

La electroestimulación presenta diversos beneficios como el aumento del crecimiento y rendimiento de los cultivos en menor tiempo. Los científicos reportan que las plantas de cultivo sometidas a electroestimulación muestran un vigoroso crecimiento y un alto rendimiento en relación con la biomasa, así como en la producción de frutos. Otro de los beneficios es que la planta aumenta su resistencia a enfermedades y plagas, lo que evita el uso de herbicidas.

En el caso del suelo, los beneficios ofrecen una mejora en la eficiencia de disponibilidad de nutrientes, por ejemplo; la aplicación de corriente o microcorriente en el suelo facilita el movimiento de iones (Figura 3) primordiales en el suelo como iones nitrógeno, fósforo y potasio.

Además, ayuda a la disminución de contaminantes, ya que ayuda a degradar contaminantes orgánicos, reduciendo la toxicidad del suelo y mejorando la calidad para el posterior crecimiento de las plantas. También estimula la actividad microbiana lo que promueve la descomposición de materia orgánica. Otro beneficio importante es que se puede optimizar la adsorción de agua ya que la electroestimulación mejora la agregación de partículas del suelo, mejorando su estructura.

Estos beneficios mejoran significativamente la productividad agrícola en un camino sostenible.

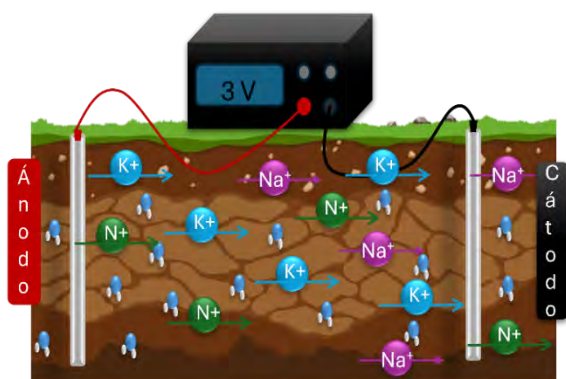


Figura 3. Movimiento de iones por la acción de la corriente aplicada en el proceso de electroestimulación.

La electroestimulación es una técnica prometedora para mejorar las condiciones del suelo y además tiene la ventaja de incrementar el crecimiento y desarrollo de plantas



¿Cómo ayuda la electroestimulación a solucionar la hambruna mundial?

Proveyendo de alimentos nutritivos en menor tiempo, ya que es una herramienta que ofrece aumentar la producción agrícola mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 4), creando sistemas agrícolas más sostenibles y resilientes, y como un plus mejorando la eficiencia de los recursos como el agua en los cultivos. Esos beneficios desempeñan un rol crucial en la mitigación de la hambruna mundial promocionando la seguridad alimentaria global.



Esta tecnología aplica corrientes eléctricas al suelo, lo cual promueve incrementar la producción de cultivos con el fin de que los alimentos estén disponibles y con accesibilidad para la población

¿Cuáles son las implicaciones y el futuro de la electroestimulación del suelo?

Las implicaciones y perspectivas en cuanto a este tema se muestran prometedoras, ya que esta herramienta representa un rol clave en las potenciales aplicaciones de la agricultura y transformarla, además de contribuir en la seguridad alimentaria mundial. Mediante la ciencia básica se seguirá enfocando en los materiales de los electrodos más eficientes y durables, que cumplan con las características antes dichas, buscando una optimización y reducción de costos.

El avance tecnológico busca eficientizar las corrientes aplicadas además de ser una herramienta segura que se pueda implementar en los diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas.

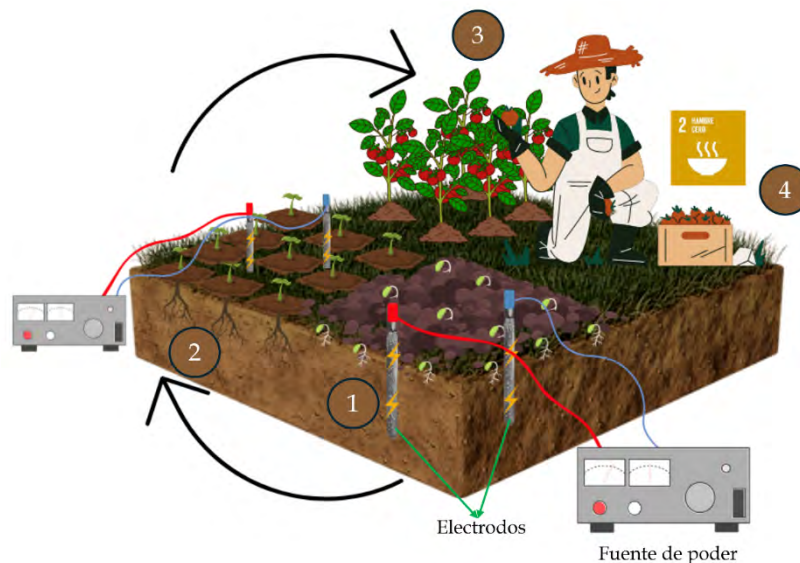


Figura 4. Representación de la aplicación de la electroestimulación en sistemas agrícolas como herramienta para garantizar la disponibilidad de alimentos. 1) Aumento en la tasa de germinación de semillas, 2) estimulación del crecimiento de las raíces de las plantas cultivadas, 3) incremento del rendimiento de los cultivos en menor tiempo y 4) acceso y disponibilidad de alimentos.



Una de las perspectivas sería la integración del uso de energías renovables para alimentar los sistemas de electroestimulación ya sea con energía solar, o eólica fomentando la sostenibilidad y disminuyendo la huella de carbono. Desde luego la implementación a gran escala que permita grandes cultivos agrícolas en las regiones vulnerables a la inseguridad alimentaria.

Conclusiones

La aplicación de la electroestimulación tiene el prometedor impacto de mejorar el aumento de la productividad agrícola, promover la sostenibilidad ambiental, reducir la dependencia de químicos, beneficiar a agricultores y consumidores. Además, ofrece la posibilidad de ser aplicado a cultivos de alto valor nutrimental y económicos, ampliando su alcance a zonas con escaso acceso al alimento y conjuntamente beneficios en la agricultura en general. Toda persona interesada en la innovación agrícola y en la sostenibilidad del suelo y cultivos es participe de explorar más, sobre esta importante y prometedora técnica. Participar en las investigaciones y aplicaciones prácticas abre camino a oportunidades para que el futuro de la agricultura sea equitativo y próspero.

Literatura recomendada

Murr, L. (1963). Plant Growth Response in a Simulated Electric Field-environment. *Nature*, 200, 490–491. <https://doi.org/10.1038/200490b0>

Solís, S.M. Contreras-Ramos, F.J. Bacame-Valenzuela, Y. Reyes-Vidal, E. González-Jasso, E. Bustos. (2023). Comparison of the effects of biological and electrical stimulation on the growth of *Zea mays*. *Electrochimica Acta*. 448, 142193. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2023.142193>

S. Lee, O. Myung-Min. (2023). Electric field: a new environmental factor for controlling plant growth and development in agriculture. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 64, 955–961. <https://doi.org/10.1007/s13580-023-00525-y>

Semblanzas de autores

César Roberto Sarabia-Castillo. Ingeniero en Sistemas Ambientales por la Universidad Politécnica de Durango, Maestría y Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía por el Cinvestav-Salttillo. Miembro del Sistema Estatal del Investigadores de Coahuila. Sus Investigaciones se enfocan en el estudio de nanomateriales y sus efectos en las interacciones Planta-Suelo-Microorganismos.

Perla Cecilia Meléndez-González. Química por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Maestría en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía, y Doctorado en Nanociencias y Nanotecnología por el CINVESTAV. Actual investigadora posdoctoral en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus áreas de investigación abarcan los nanomateriales aplicados para en técnicas electroquímicas de remediación ambiental

