

LA VIDA SECRETA DE LAS PLANTAS: Respuesta a campos electromagnéticos.

Por: J. Antonio Heredia-Rojas* ,Abraham O. Rodríguez-De la Fuente* , Laura E. Rodríguez-Flores** , Martha A. Santoyo-Stephano* , Esperanza Castañeda-Garza* , Mercedes González-Maltos* .

1.- Laboratorio de Física, Departamento de Ciencias Exactas y Desarrollo Humano, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 2.- Laboratorio de Ciencias Morfológicas, Facultad de Medicina, U.A.N.L.

Más en forma empírica que científica, el ser humano ha reconocido desde tiempos antiguos diversas respuestas evocadas por representantes del reino vegetal frente a una variedad de factores físicos y químicos. La irritabilidad, muy característica en los animales, resulta menos notable en plantas, sin embargo en épocas recientes mediante la utilización de métodos modernos de análisis científicos, desde los años 50's se descubrió que en células vegetales se generan potenciales de acción similares a los que se producen en las sinapsis de tejido muscular y nervioso de los animales, y que tales cambios en el voltaje de las membranas en células de las plantas se originan por corrientes electroquímicas que son favorecidas, entre otras cosas, por la naturaleza iónica de la savia. Dado lo anterior, es bastante factible que las plantas respondan a cambios eléctricos y magnéticos, ya que estas dos fuerzas se hallan estrechamente ligadas.

Ya desde el siglo XIX, Oersted demostró la relación entre la electricidad y el magnetismo, y comprobó que una corriente eléctrica influye en la orientación de la aguja imantada de una brújula. Por su parte, Faraday y Henry demostraron mediante experimentos independientes, que un campo magnético variable produce un campo eléctrico, posteriormente Maxwell evidenció que un campo eléctrico variable produce a su vez un campo magnético. Con lo anterior, quedó demostrado que los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas, mismas que son bastante comunes en los fenómenos bioeléctricos que se llevan a cabo en los organismos vivos.

En el medio en que vivimos, estamos rodeados de campos electromagnéticos que son imperceptibles la mayoría de las veces para los sentidos humanos. En la naturaleza, éstos se originan principalmente por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera y por efecto de las tormentas. Además, se debe considerar que la Tierra en sí es un gran imán, y existe desde la formación misma del planeta éste es el llamado campo geomagnético que es un campo magnético de tipo constante, a diferencia de aquellos generados por corrientes eléctricas que fluyen en conductores o en sub-estaciones eléctricas y que son más bien campos llamados variables u oscilantes, ya que están cambiando en función del tiempo. Cabe mencionar que aunque el campo

terrestre si tiene oscilaciones, éstas son bastante leves, por lo que para fines prácticos se considera un campo magnético de tipo constante.

En un consenso general, el efecto de un campo magnético sobre las plantas ha sido atribuido a diferentes mecanismos, tales como el incremento de la actividad enzimática y el aumento de la eficiencia de los procesos relacionados con la división celular. Sin embargo, la mayoría de los investigadores coinciden en afirmar que esto se debe inicialmente a cambios que se producen en la permeabilidad de las membranas y en la sensibilidad de los mecanismos de transporte a través de las mismas, ya que muchos de los iones involucrados en los procesos bio-eléctricos son movilizados muy eficientemente en presencia de un campo electromagnético.



Fig. 2. Solenoides usados en el experimento. A la izquierda se muestran el solenoide apagado (izquierda) y el que se encontraba produciendo el campo electromagnético (derecha). A la derecha una fotografía que muestra los callos dentro del solenoide con el campo electromagnético.

El estudio sobre la interacción de fuerzas electromagnéticas en el reino vegetal no es una novedad. Sus efectos se estudian desde hace varias décadas, mucha de la información surgió de trabajos realizados en la extinta Unión Soviética que demostraban el efecto promotor de germinación y crecimiento de plántulas de diversas especies, sobre todo cereales, cuando eran tratadas con campos eléctricos y magnéticos. Sin embargo, muchos de éstos resultados no se dieron a conocer y solo circulaban en las revistas científicas del bloque socialista. En este contexto y en años recientes, un grupo de investigadores españoles de la universidad politécnica de Madrid demostraron que un campo

magnético tiene un efecto estimulante en el proceso germinativo de las semillas de tomate durante las primeras etapas del crecimiento de plantas cuando éstas fueron sometidas a la acción de un campo magnético notablemente superior al terrestre.



Fig. 1. Callos de *Capsicum annum* en la cámara biclimática del Instituto de Biotecnología de la FCB.

También se ha observado por grupos de investigadores españoles, que la exposición a campos magnéticos provoca incrementos significativos sobre la longitud del tallo de plantas y el peso de frutos de tomate. Estos y otros estudios,

apuntan hacia la aplicación en la agricultura con el firme propósito de elevar el rendimiento de los cultivos, tanto de hortalizas, como de granos de importancia alimentaria. En este mismo sentido, un grupo de investigadores colombianos realiza investigaciones para demostrar que la floración de diversas especies es altamente favorecida cuando las plantas son colocadas encima de placas llamadas "ecothelmo" que proporcionan un campo magnético armónico y que además, según este grupo de investigadores, elimina lo que se ha dado en llamar "zonas geopáticas" es decir lugares físicos donde los cruces de líneas magnéticas del planeta no favorecen el desarrollo de los sistemas biológicos en general.

Es un hecho bien conocido, que los seres vivos se ven afectados por el campo magnético terrestre que aunque presenta muy bajos niveles de intensidad magnética, puede haber zonas geográficas medianamente intensas ya que la distribución de este campo depende a su vez de la latitud y factores geológicos relacionados con la presencia de minerales como la magnetita y la ferrita. Se sabe que el campo magnético terrestre tiene gran influencia en los flujos migratorios de aves y peces y aún de algunos artrópodos y que estos organismos lo utilizan para orientarse. Por su lado, como las plantas no tienen procesos migratorios activos, se dejó un tanto de estudiar la influencia de este factor físico pero como antes se comentó, nuevos descubrimientos indican indefectiblemente que las plantas responden a este tipo de estímulos.

También se ha estudiado el efecto de irrigar plantas con agua tratada magnéticamente, y aunque se sabe que el agua no puede magnetizarse toda vez que es una sustancia diamagnética, en la que no pueden orientarse dominios magnéticos, se sabe que al pasar por un magneto de relativamente alta intensidad el agua se agrupa en ordenamientos típicamente hexagonales que favorecen diversas procesos fisicoquímicos del entorno celular. En general se ha visto un mayor crecimiento, y esto se explica, entre otras cosas, por el hecho de que la solubilidad de los nutrientes es mayor en el espacio radicular y son así mejor absorbidos. Esto último ha motivado a nuestro grupo de

investigación a probar el efecto de "agua magnetizada". Un estudio previo nos permitió demostrar que el uso de agua tratada en un aparato comercial denominado Pi-Mag Water System de la empresa japonesa Nikken que incluye tecnología biomagnética, favoreció el crecimiento de callo de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.) en cultivo.

Actualmente, en el laboratorio de física del Departamento de Ciencias Exactas y Desarrollo Humano, en colaboración con el Laboratorio de Micropropagación del Departamento de Biología Celular y Genética de esta Facultad de Ciencias Biológicas, estamos realizando bioensayos con un modelo de cultivo in vitro de callo de chile de diferentes variedades para demostrar el efecto de campos electromagnéticos oscilantes de 60 Hertz de frecuencia sobre el crecimiento y desarrollo. Estos estudios tienen por objeto comprobar si el campo electromagnético es un factor de estrés en la planta, ya que previamente se ha informado que en modelos de células animales los campos magnéticos inducen estrés oxidativo lo que conduce a diversos efectos bioquímicos que impactan directamente sobre la fisiología celular y sobre el genoma. Los resultados preliminares indican que al menos a dosis de 0.1 mTeslas de densidad de flujo magnético, no se observan efectos estadísticamente significativos al compararse con aquellos cultivos no expuestos al magnetismo. Así mismo, se está tratando de buscar la respuesta fisiológica mediante la expresión de proteínas de estrés, pero no se han obtenido a la fecha resultados que indiquen que el campo magnético es un estresor para las plantas en estas condiciones. El paso a seguir es someter los cultivos vegetales a intensidades mayores de campos electromagnéticos así como variar la frecuencia de la exposición, ya que se ha reportado que la respuesta biológica de un organismo a estas radiaciones no-ionizantes depende no solo de la intensidad magnética, sino de la distribución espacial y temporal del campo aplicado.

PARA SABER MAS...

- Amaya, J.M., Carbonell, M.V., Martínez, E., Raya, A. (1996) Incidencia de campos electromagnéticos estacionarios en la germinación y crecimiento de semillas. Agricultura de España: 1049-1054.
- DeSouza-Torres, A., Porras-Leon, E., Casate-Fernández R. (1999). Efecto del tratamiento magnético de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol 14 (3): 437-444.
- Fernández-Galindo, P. (2008) Efecto del agua producida en un sistema comercial denominado "Pi-Mag Water System" en cultivo de callo in Vitro de dos variedades de chile (*Capsicum annum* L.). Tesis inédita de Licenciado en Ciencia de Alimentos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Galland P. and Pazur A. (2005). Magnetoreception in plants. Journal of Plant Research. 118 371-389.
- Lin, J.C. (1994). Advances in electromagnetic fields in living systems. Volume I. First Edition. Plenum Press, N.Y. pp. 8-11.
- Milian, J.O., Triana, O. (1995) Efecto del tratamiento magnético al agua de irrigación en algunos. II Taller sobre técnicas físicas en la agricultura, Madrid España.
- Tompkins, P. and Bird, C. (2002). The secret life of plants. First edition reprinted. Perennial/Harper Collins Publishers. pp. 161-187.