

# INDUCCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN GERMINADOS MEDIANTE EL USO DE TRATAMIENTOS DE ELECTRO-INDUCCIÓN

Montoya González, Alberto (1), Sosa Morales María Elena (2), Cerón García, Abel (2)

1 Licenciatura en Ingeniería en Alimentos | Dirección de correo electrónico: a.montoyagonzalez@ugto.mx

2 Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida DICIVA, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: abel.ceron@ugto.mx

## RESUMEN

Se han descrito diferentes actividades biológicas (antibacteriana, antitumoral, antioxidante, antiinflamatoria y antihipertensiva) de componentes aislados de amaranto. Este hecho demuestra que el amaranto puede ser una buena fuente de compuestos bioactivos. El uso de tratamientos de electro-inducción sobre las semillas de amaranto tiene como objetivo el aumento de la concentración de compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y flavonoides), lo que beneficia la calidad nutricional de sus germinados. La aplicación de tratamientos con una misma intensidad a diferentes tiempos produjo respuestas de incremento en los niveles de compuestos bioactivos. La exposición a periodos cortos de electro-inducción usando una baja intensidad provocó un aumento significativo de los compuestos bioactivos del germinado de amaranto respecto al control ( $p < 0.05$ ). Por tal motivo, el tratamiento de 5 min a 200 mA tuvo un efecto positivo en el aumento de ciertos compuestos bioactivos.

## ABSTRACT

Individual components of amaranth have been seen to have different biological activities, including an antibacterial, antitumor, antioxidant, anti-inflammatory and antihypertensive activity, thus possibly making amaranth an excellent source of bioactive compounds. As a way to improve the quality of amaranth sprouts, electro-induction treatments were applied to amaranth seeds in order to increase the concentration levels of bioactive compounds such as phenolic compounds and flavonoids. The application of low-intensity treatments for different periods of time resulted in an increase in bioactive compound levels, showing a considerable increase compared to a control ( $p < 0.05$ ) when treated for short periods of time. A treatment of 200 mA for 5 minutes had a positive effect on the levels of certain bioactive compounds.

### Palabras Clave

amaranto; tratamientos de electro-inducción; compuestos fenólicos; flavonoides

## INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus hypocondriacus*) es una planta tradicional mexicana, que provee semillas y hojas con un alto valor nutricional, pero que aún permanece subvalorada. Es un pseudocereal, porque no pertenecen a la familia de las gramíneas, pero se comporta como una de ellas; además son dicotiledóneas. Estos cultivos ancestrales han sido usados por el hombre desde hace más de 6000 años. Fue un cultivo muy importante para culturas precolombinas como los mayas, aztecas e Incas. Pero su uso fue decreciendo después de la conquista de los españoles [1]. El principal destino de esta semilla se orienta a la producción de dulces regionales (alegrías), no se reporta evidencia de la explotación intensiva del amaranto en forma de germinado. Desde los años 70's, la germinación se ha usado para incrementar el valor nutricional en semillas [2].

La germinación es un proceso fisiológico, el cual inicia con la absorción de agua por parte de las semillas, inmediatamente ocurren cambios en el metabolismo primario y secundario de las plantas. En años recientes, el consumo de germinados, que es común en Asia, ha incrementado su popularidad en países occidentales como Estados Unidos, debido a la percepción del consumidor hacia estos alimentos como parte esencial de una dieta saludable. Los germinados son considerados como un alimento funcional, ya que se ha demostrado su capacidad para disminuir el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas, esto debido principalmente al contenido en aminoácidos esenciales, fibra, micronutrientes, vitaminas, flavonoides y compuestos fenólicos [3].

Se tiene evidencia que la corriente eléctrica afecta a las plantas, por ejemplo; los campos magnéticos modifican procesos fisiológicos y biológicos en plantas. Otra modalidad de tratamientos eléctricos es el uso de campo eléctrico pulsado, empleado principalmente para la preservación de alimentos [4].

Para esta investigación se utilizó un tratamiento de electro-inducción a la semilla de amaranto con una misma intensidad (200 mA) a diferentes tiempos (0, 5, 10 min), obteniendo resultados positivos en el

incremento de compuestos bioactivos a periodos cortos de tiempo con este tratamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Material vegetal, tratamientos de electro-inducción.

-Obtención del material vegetal: Las semillas de amaranto se desinfectaron con jabón comercial. Se sumergieron por 10 min en una solución de cloro comercial al 1%. El exceso de cloro es eliminado realizando 4 lavados con H<sub>2</sub>O estéril. Posteriormente, las semillas se secaron a 60°C, durante 1 h. La obtención de germinados se llevó a cabo en un germinador comercial (7 días, luz natural, riego por aspersion cada 8 h, 15 min).

- Para la aplicación de los tratamientos en semillas de amaranto, se empleó una cámara de electroforesis horizontal, en una solución de NaCl al 1.5 % (p/v). Los factores que se evaluaron fueron el tiempo e intensidad del tratamiento de electro-inducción de 200 mA a 0, 5 y 10 min de exposición. Siendo 0 min el control, T1 (5 min; 200 mA) y T2 (10 min; 200 mA).

### 2. Análisis de compuestos bioactivos en germinados de amaranto:

-Compuestos Fenólicos: La cuantificación se realizó usando el método propuesto por Slinkard y Singleton [5].

-Flavonoides: La determinación se realizó de acuerdo al método propuesto por Marinova *et al.*, [6].

### 3. Análisis estadístico

Los valores de compuestos bioactivos fueron obtenidos por triplicado para cada tratamiento. Dichos datos fueron analizados mediante un análisis de varianza. Posteriormente, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey con un nivel de probabilidad de 5% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Compuestos Fenólicos:** Se encontró un comportamiento diferencial dependiendo el tiempo de germinación de las semillas de amaranto. Para germinados de amaranto de 5 días se apreció una disminución del contenido de compuestos fenólicos cuando es aplicado el tratamiento de electro-inducción (Fig. 1). Mientras que, a los 7 días de germinación, el amaranto germinado no presentó cambios en los compuestos fenólicos ( $p > 0.05$ ). A pesar de tener un efecto adverso, la aplicación de los tratamientos de electro-inducción en germinados de amaranto de 5 días, esta tendencia no permanece una vez que se alcanza un tiempo de germinación de 7 días.

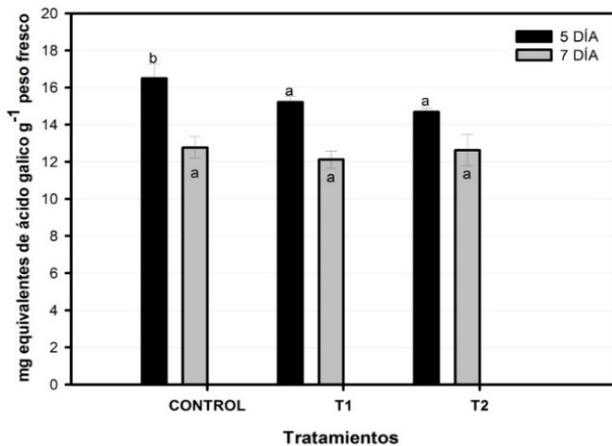


Figura 1. Compuestos Fenólicos en germinados de *Amaranthus* spp.

**Flavonoides:** De acuerdo a los resultados obtenidos y contrario a lo ocurrido con los compuestos fenólicos, al día 5 de la germinación, los valores aumentan con la aplicación de un tratamiento a tiempos largos, mientras que con tiempos cortos solo se mantienen con el control. Al analizar estadísticamente los datos encontramos que el control y T1 son iguales, por lo que el T1 no tiene un efecto significativo en el aumento de los flavonoides (Fig. 2). Mientras que el T2 es el único tratamiento que tiene una respuesta positiva en el aumento de flavonoides al día 5 de la germinación ( $p \leq 0.05$ ). Las determinaciones del día 7 demostraron una disminución en los niveles de flavonoides bajo las 3 condiciones experimentales evaluadas, observándose una ligera disminución

para este compuesto bioactivos. Es notoria la disminución de flavonoides al paso del tiempo de evaluación. A pesar de que los valores al día 7 de germinación son estadísticamente diferentes, los tratamientos de electro-inducción no superan el valor de flavonoides totales detectados en la muestra control.

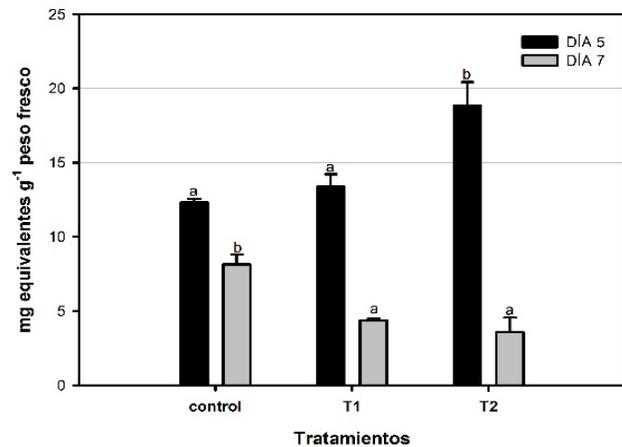


Figura 2. Flavonoides en germinados de *Amaranthus* spp.

Así como el metabolismo de las plantas puede ser influenciado significativamente por diversos tipos de estrés, se tiene evidencia que la corriente eléctrica afecta a las plantas, por ejemplo; los campos magnéticos modifican procesos fisiológicos y biológicos en plantas [7]. Efectos similares se presentaron al aplicar alto voltaje (20 kV/m) en campos de cebada utilizando cableado aéreo [8].

Se evaluaron los cambios en la composición de fitoquímicos en germinados de brócoli mediante la inducción por aspersión con moléculas de señalización. Se encontró que empleando tratamientos de inducción es posible incrementar significativamente el contenido de vitamina C y metabolitos secundarios como compuestos fenólicos y glucosinolatos durante la germinación de semillas de brócoli [9]. Lo anterior nos hace coincidir con estos investigadores en la factibilidad de incrementar los fitoquímicos y el valor nutricional del germinado de amaranto, como en el caso de los germinados de brócoli.

## CONCLUSIONES

El tratamiento de electro-inducción en las semillas de amaranto tiene un efecto positivo en la estimulación de compuestos bioactivos, particularmente flavonoides totales. Se encontró que la aplicación de tiempos cortos con una intensidad constante provocó un incremento en la concentración de estos biocomponentes. En conclusión, los germinados de amaranto representan una excelente fuente para la extracción de compuestos bioactivos, los cuales podrían ser utilizados en las formulaciones de nuevos productos en la industria alimentaria.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer al programa de la Universidad de Guanajuato, por darnos la oportunidad de vincularnos con la ciencia y descubrir nuevas habilidades y conocimientos. Por otro lado a la DICIVA por su disponibilidad con el laboratorio de propiedades físicas y material para hacer posible la investigación y mis infinitas gracias al Dr. Abel Cerón García responsable del proyecto por su grande dedicación y apoyo hacia mí y por todo el conocimiento transmitido.

## REFERENCIAS

- [1] Jacobsen SE, Sherwood S. Cultivos de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002.
- [2] Chen LH, Wells CE, Fordham JR (1975) Germinated seeds for human consumption. *J Food Sci* 40: 1290-1294.
- [3] Pasko P, Sajewicz M, Gorinstein S, Zachwieja Z (2008) Analysis of selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa* seeds and sprouts by HPLC. *Acta Chromatogr* 20: 661-672
- [4] Hamilton WA, Sale AJH (1967) Effects of high electric fields on microorganisms: II. Mechanism of action of the lethal effect. *Biochim Biophys Acta* 148: 789-800
- [5] Slinkard K, Singleton VL (1977) Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult* 28: 49-55
- [6] Marinova D, Ribarova F, Atanassova M (2005) Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *J U Chem Technol Metallurgy* 40: 255-260
- [7] Nilsen ET, Orcutt DM (1996) The physiology of plants under stress - Abiotic factors. John Wiley and Sons, New York

[8] Blackman VH (1924) Field experiments in electro-culture. *J Agr Sci* 14: 240-267

[9] Pérez-Balibrea S, Moreno DA, García-Viguera C (2011) Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. *Food Chem* 129: 35-44