

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE FRESA (*Fragaria vesca*) HIDROPÓNICA PRODUCIDA BAJO DIFERENTE APORTACIÓN DE POTASIO-NITRÓGENO

Luna-Zapién, E.A.^a, Preciado-Rangel, P.^b, Fortis-Hernández, M.^b, Meza-Velázquez, J.A.,^a Martínez-Rodríguez, F. J., Esparza-Rivera, J.R.^a

a Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Artículo 123 S/N, Fraccionamiento Filadelfia, CP 35010, Gómez Palacio, Durango, México.

b Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro Km 7.5, Ejido Ana. C.P. 27170, Torreón, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: luna_141110@hotmail.com

RESUMEN:

La fresa es una fruta que contiene fitoquímicos con propiedades antioxidantes que protegen contra radicales libres causantes de procesos crónicos-degenerativos y envejecimiento. Asimismo existe evidencia que la manipulación del aporte de nutrientes durante la producción de cultivos afecta la capacidad antioxidante de los frutos obtenidos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de combinaciones de nitrógeno-potasio en soluciones nutritivas en plantas de fresa hidropónica en invernadero sobre la capacidad antioxidante del fruto. Se produjeron plantas de fresa variedad San Andrés bajo sistema hidropónico en macetas que contenían arena de río como sustrato, aplicando 6 tratamientos (combinaciones de N-K), con 5 repeticiones de tratamientos. Se evaluó la capacidad antioxidante *in vitro* (método ABTS⁺) de las fresas producidas. La aplicación de las soluciones nutritivas con diferentes niveles de N-K afectó la capacidad antioxidante de la fresa hidropónica en invernadero. La solución con bajo nivel de potasio y alto nivel de nitrógeno aplicada resultó en la obtención de fresa con alta calidad nutracéutica. Es requerido evaluar la aplicación de niveles variables de N-K en soluciones nutritivas para aumentar la calidad nutracéutica de vegetales y frutos hidropónicos.

ABSTRACT:

Strawberry is a fruit that contains phytochemicals with antioxidant properties that protect against free radicals causing chronic-degenerative processes and aging. Moreover, it has been stated that the manipulation of nutrient supply during crop production affects the antioxidant capacity of fruits. The aim of the present study was to evaluate the effect of the application of combinations of nitrogen-potassium contained in nutrient solutions in hydroponic strawberry plants over the antioxidant capacity of fruits. Strawberry plants (San Andres cultivar) were produced under hydroponic system in pots containing river sand as substrate, applying 6 treatments (N-K combinations), with 5 treatment replicates. Antioxidant capacity *in vitro* (ABTS⁺ method) of produced strawberries was evaluated. The application of the nutritive solutions containing different N-K levels affected the antioxidant capacity of the hydroponic strawberries produced under greenhouse conditions. The nutrient solution with a low potassium and a high nitrogen levels applied resulted in the production of high antioxidant capacity strawberry fruits. It is required further evaluation of the application of different N-K levels in nutrient solutions for increasing the nutraceutical quality of hydroponic vegetables and fruits.

Palabras clave:

Fresa, fertilización, hidroponía, fitoquímicos

Keywords:

Strawberry, fertilization, hydroponics, phytochemicals

Área: Frutas y Hortalizas

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria vesca*) es un fruto que posee gran cantidad de azúcares y minerales además de componentes nutraceuticos tales como compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales tienen propiedades antioxidantes con capacidad de capturar radicales libres (Vásquez, 2007). El consumo de productos vegetales con alto contenido nutraceutico es importante para la salud, ya que promueven un mejoramiento general de la funcionalidad fisiológica, así como reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas, diabetes y cáncer (Llacuna y Mach, 2012). Por otra parte, existe la preocupación de los productores por incrementar el rendimiento de los cultivos mediante diversos sistemas de producción incluyendo agricultura protegida. La agricultura protegida permite el desarrollo de cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, resultando en la obtención de mejores rendimientos en menor espacio y con mejor precio en los mercados (FAO-SAGARPA, 2007). Se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de plantas, cuya finalidad es obtener y mantener condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos. Entre los sistemas de producción de agricultura protegida más exitosos se encuentran la producción de vegetales en invernadero, y los sistemas hidropónicos (Juárez *et al.*, 2011).

La hidroponía es la técnica del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo, aunque usando un medio inerte como la grava, arena, vermiculita o aserrín, a los cuales se les aplica una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales para el normal crecimiento y desarrollo de la planta (Resh, 2006). El cultivo hidropónico es considerado como un avance en las técnicas de producción agrícola ya que presenta ventajas técnicas y económicas tales como disminución de espacio y ahorro de agua (Rodríguez *et al.*, 2009). La mayoría de los sistemas hidropónicos se desarrollan en invernadero debido a que facilita el control de la temperatura, además de reducir las pérdidas de agua por evaporación, y proteger a los cultivos de elementos bióticos dañinos (infestaciones de plagas y enfermedades) y ambientales (viento y lluvia) (García y *et al.*, 2010). Sin embargo, se ha reportado que el aumento de rendimiento en los cultivos generalmente resulta en una reducción de la calidad fitoquímica y nutraceutica de los productos vegetales (Favela y *et al.*, 2006). Por otra parte algunas prácticas agronómicas como la manipulación del aporte nutricional a las plantas (fertilización) ha resultado en incrementos tanto en el rendimiento de productos vegetales, así como en el contenido de compuestos antioxidantes en frutas y vegetales, lo cual representa un área de oportunidad para el mejoramiento de la calidad nutraceutica de estos productos alimenticios (De Pascale *et al.*, 2001).

El presente trabajo fue realizado bajo la hipótesis que la manipulación del nivel de dos macro nutrientes (nitrógeno y potasio) aplicado mediante fertilización resultará en un incremento de la capacidad antioxidante de fresa hidropónica. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del aporte de nitrógeno y potasio en soluciones nutritivas sobre la capacidad antioxidante de fresa hidropónica producida en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Definición de población y muestra

La unidad experimental consiste en frutos de fresa recolectados cuando tenían madurez comercial (color rojo intenso y textura firme del fruto). Los frutos fueron cosechados de plantas

producidas en un invernadero semi automático ubicado en el Instituto Tecnológico de Torreón (Torreón, Coahuila) durante el ciclo otoño-invierno del 2013. Los frutos seleccionados para su evaluación estaban libres de defectos y daños visibles. Las plantas de fresa variedad San Andrés fueron producidas bajo un sistema hidropónico en macetas que contenían arena de río como sustrato (una planta por maceta), y fueron aplicadas a las macetas 6 soluciones nutricionales (tratamientos) con combinaciones de N-K (N: 165 y 196 ppm; K: 200, 273 y 338 ppm), con 5 repeticiones (días de recolección) de tratamientos. El tratamiento control fue la solución N 165/ K 273 correspondiente a la solución Steiner (1968). Las unidades experimentales consistieron en 10 g de fruto de fresa troceado, el cual fue obtenido de 3-4 fresas de cada tratamiento por repetición.

Preparación de muestras

Las muestras (fresas enteras recolectadas) fueron lavadas en una solución de hipoclorito de sodio (10 ppm) mediante inmersión por 10 minutos, y luego fueron enjuagadas con agua potable por 1 minuto para remover el exceso de la solución de hipoclorito. Después se procedió a la selección de 3-5 muestras experimentales por tratamiento, usando como criterio de selección que las fresas tuvieran un peso aproximado de 10 g. Las muestras seleccionadas fueron refrigeradas por 24 horas a 5 °C previamente a ser transportadas en hielera conteniendo gel refrigerante a la Facultad de Ciencias Químicas de la UJED (Gómez Palacio, Durango), en donde fueron preparadas para su posterior evaluación.

Las fresas enteras fueron troceadas manualmente con un cuchillo de acero, obteniéndose trozos de fresa de aprox. 1 cm de grosor, y los trozos de las muestras correspondientes a un tratamiento fueron mezclados y puestos en un tubo Falcón de plástico de 50 ml. Los tubos con muestra fueron colocados en un ultra congelador a -20 °C por 4-6 horas, y posteriormente fueron colocados en el liofilizador por 5 días para su deshidratación. Las muestras liofilizadas fueron luego molidas manualmente usando mortero y pistilo hasta obtener un polvo fino, el cual fue colocado en tubos Falcón de 50 mL y almacenado a -20 °C hasta la obtención de extractos.

Los extractos para realización de pruebas analíticas fueron obtenidos mezclando muestra (polvo liofilizado de fresa) con metanol en un tubo Falcón de 15 mL, agitando la mezcla por 72 horas a 20 rpm. Después, el sobrenadante fue separado y centrifugado a 2000 rpm por 10 minutos, y la fase superior fue extraída y filtrada con filtro de membrana de acetato de celulosa de poro 0.45 micras, colocando el extracto en tubos Eppendorf de 2 mL, los cuales fueron almacenados a -20 °C hasta la determinación de actividad antioxidante.

Cuantificación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de los extractos de fresa fue determinada usando una adaptación del método TEAC espectrofotométrico ABTS+ publicado por Esparza-Rivera *et al.* (2006). La capacidad antioxidante fue obtenida por medio de una curva standard usando Trolox como referencia, y los resultados fueron reportados en μM equivalente en Trolox / g de muestra base fresca).

Análisis estadístico de datos

Los datos fueron analizados mediante un ANOVA usando en software Statistica (2005), y las diferencias entre medias fueron obtenidas mediante la prueba de comparación múltiple de L.S.D. ($p < 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La capacidad antioxidante de la fresa hidropónica fue de 3716 – 4205 μM equiv. Trolox por cada 100 g de muestra fresca. Estos resultados son mayores a los reportados por otros investigadores (Silva-Espinoza *et al.*, 2013), lo cual pudiera ser atribuido a que las fresas obtenidas en el presente estudio estuvieran expuestas durante su producción a estrés de tipo nutricional y ambiental (alta temperatura y baja humedad ambiental), lo cual contribuyó a su alta calidad nutracéutica. Asimismo, la aplicación de niveles variables de nitrógeno-potasio afectó la capacidad antioxidante de la fresa hidropónica en invernadero ($P \leq 0.05$), observándose que al aumentar el nivel de N de las soluciones de 165 a 196 ppm los cambios en la capacidad antioxidante de las fresas fueron de diferente direccionalidad dependiendo de la concentración de potasio. Las soluciones con 273 y 338 ppm de potasio, los cuales son considerados como nivel mínimo requerido y alto respectivamente causaron disminución en la capacidad antioxidante del fruto, mientras que al aumentar el N en la solución nutritiva con bajo nivel de potasio se obtuvo fruto con mayor capacidad antioxidante (Figura 1). Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los publicados por Carvajal de Pabón *et al.*, (2012), quienes reportaron que diferentes dosificaciones de potasio y nitrógeno aplicados para la producción de fresa en un sistema agrícola tradicional (en suelo a campo abierto) no afectaron la capacidad antioxidante del fruto. Es posible que los nutrientes aportados en forma disuelta en las soluciones fertilizantes del presente estudio facilitaran su absorción, lo que afecta la producción de metabolitos secundarios y consecuentemente la capacidad antioxidante de la fresa hidropónica.

CONCLUSIONES

La capacidad antioxidante de la fresa hidropónica producida en invernadero bajo las combinaciones de nitrógeno-potasio aplicadas en el estudio fue de 3716 – 4205 μM equiv. Trolox por cada 100 g de muestra fresca. La aplicación de niveles variables de nitrógeno-potasio en soluciones nutritivas afecta la capacidad antioxidante de la fresa hidropónica. La capacidad antioxidante de la fresa hidropónica aumenta al aplicar una solución nutritiva con bajo nivel de potasio y alto nivel de potasio. Es requerido evaluar los efectos de la aplicación de niveles variables de nitrógeno-potasio en soluciones nutritivas para aumentar la calidad nutracéutica de vegetales y frutos hidropónicos producidos en invernadero.

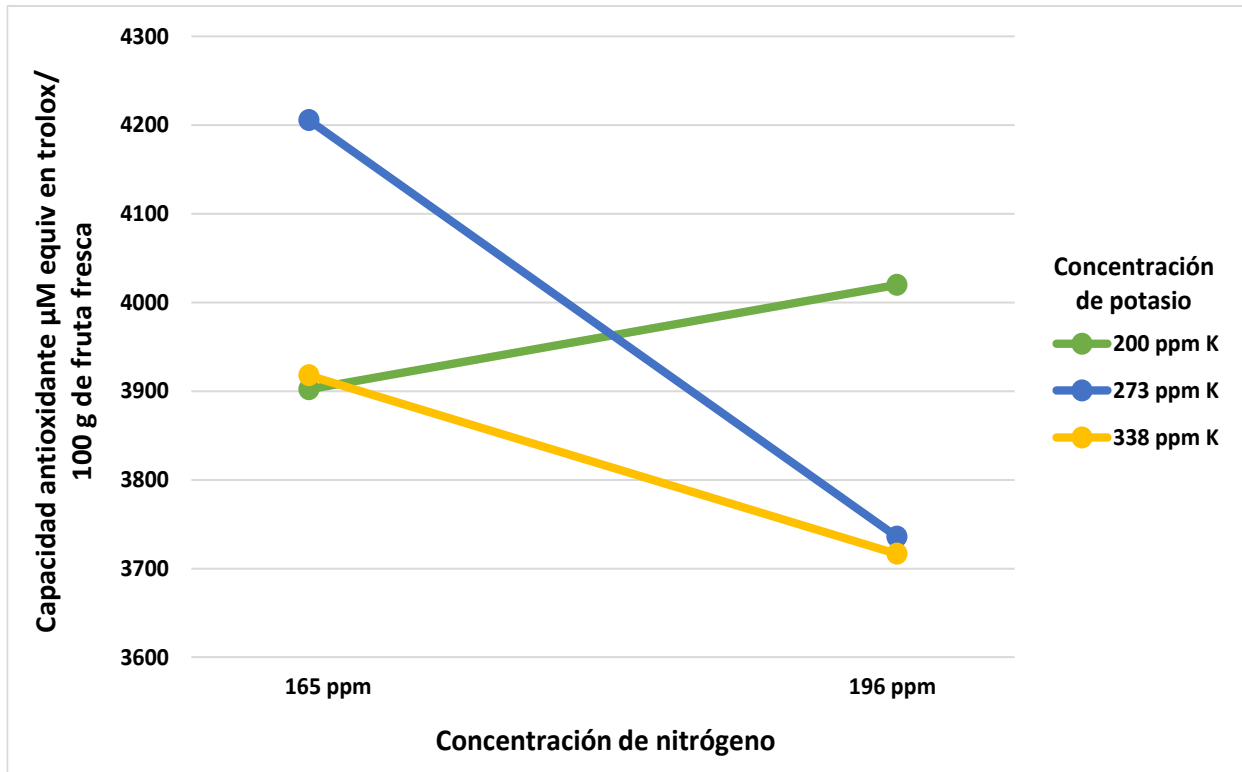


Figura 1. Resultados de capacidad antioxidante (μM equivalente en Trolox / 100 g de muestra fresca) de fresa hidropónica producida en invernadero bajo diferentes combinaciones de nitrógeno (165 y 196 ppm) – potasio (200, 273 y 338 ppm).

BIBLIOGRAFÍA

Brand-Williams C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 28:25-30.

Carvajal de Pabón LM, El Hadi Yahia C, Cartagena R, Peláez C, Gaviria CA, Rojano BA. 2012. Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa) sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 1:37-53.

De Pascaleet O, Copaja S, Speisky H, Peña RC and Montenegro G. 2001. Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Química Nova* 30, 848.

Esparza-Rivera JR, Stone MB, Stushnoff C, Pilon-Smith E, Kendall PA. 2006. Effects of Ascorbic acid applied by two hydrocooling methods on physical and chemical properties of green leaf lettuce stored at 5 °C. *Journal of Food Science* 71:270-276.

Favela EP, Preciado-Rangel, A. Benavidez-Mendoza, A. 2006. Manual de Soluciones Nutritivas. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 1° Edición. pp 31-48.

FAO-SAGARPA. 2007. Producción de hortalizas a cielo abierto y bajo condiciones protegidas (Online). Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/pesa/docs_pdf/proyectos_tipo/invernaderos.pdf.

- García G, Dendooven L y Gutiérrez M. 2010. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (*Zea mays* L.) forage production. *Asian J. PlantSci* 7:360-367.
- Juárez, P; Bugarín, R; Castro, R; Sánchez, A; Cruz, E; Juárez, C; Alejo, G y Balois, R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente* 3:21-27
- Llacuna L y Mach N. 2012. Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 16:16-24.
- Resh M. 2006. Cultivos hidropónicos. Mundi-Prensa: España, pp. 94-152.
- Rodríguez GS, Hernández-Acosta IC, Flores-Saenz H, Escobedo-Cisneros A, Quintero-Ramos V, Santana-Rodríguez SM y Rodríguez-Rodríguez JA. 2009. Cascarrilla de avena y paja de trigo utilizados como sustrato para la producción de forraje verde hidropónico. *Tecnociencia* 3:160-165.
- Silva-Espinoza BA, Ortega-Ramírez LA, González-Aguilar GA, Olivas I y Ayala-Zavala JF. 2013. Protección antifúngica y enriquecimiento antioxidante de fresa con aceite esencial de hoja de canela. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36(3): 217 – 224.
- Steiner AA. 1968. Soilless Culture, Proceedings of the IPI 1968 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute: Italia, pp: 324-341.
- Vásquez A, Cala, M., Miranda I, Tafurt G, Martínez J y Stashenko E. 2007. Actividad antioxidante y contenido total de fenoles de los extractos etanólicos de *Salvia aratocensis*, *Salvia sochensis*, *Bidensreptons* y *Montanoa ovalifolia*. *Scientiaet Technic* 8:205-207.