

La aplicación de ácido cítrico incrementa la calidad y capacidad antioxidante de germinados de lenteja

Lilia Salas-Pérez¹

Jazmín Monserrat Gaucín Delgado²

Pablo Preciado-Rangel^{2§}

José Antonio Gonzales Fuentes³

Alma Velia Ayala Garay⁴

Miguel Ángel Segura Castruita²

¹Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Gómez Palacio, Durango, México. (lsalas@upgop.edu.mx).

²División de Estudios de Posgrado e Investigación-Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila, México. (jazmontse@hotmail.com; dmilys5@hotmail.com). ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (jagf252001@gmail.com). ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (ayala.alma@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: ppreciador@yahoo.com.mx.

Resumen

El contenido de compuestos antioxidantes en germinados de lenteja se relaciona con la prevención y el tratamiento de enfermedades degenerativas. Este tipo de compuestos podrían incrementarse por la aplicación de elicitores como el ácido cítrico, el cual promueve la síntesis de compuestos derivados de los fenilpropanoides y activa cascada de señalización que incrementan la actividad antioxidante. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación por aspersión de ácido cítrico (0, 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} M) en el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, capacidad antioxidante total de germinados de lenteja. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones de tratamiento. Los resultados mostraron que el ácido cítrico incremento significativamente los compuestos fenólicos y flavonoides totales. El valor más alto de compuestos fenólicos y flavonoides se obtuvo con el tratamiento 10^{-2} M de ácido cítrico con 185.5, 150 mg 100 g^{-1} peso fresco respectivamente. Igualmente, la capacidad antioxidante fue mayor con el mismo tratamiento (10^{-2} M), lo cual concuerda con los resultados de correlación obtenidos que indican que la capacidad antioxidante se debe en 86 y 78% a los compuestos fenólicos y flavonoides, respectivamente. Se concluye que la aplicación de concentraciones molares de moléculas inductoras del metabolismo secundario durante la etapa de desarrollo de germinados es un método útil y efectivo para estimular la biosíntesis de fitoquímicos bioactivos y mejorar la capacidad antioxidante de este tipo de alimento.

Palabras clave: *Lens culinaris*, ácido cítrico, calidad nutraceutica.

Recibido: enero de 2018

Aceptado: febrero de 2018

Introducción

La lenteja (*L. culinaris*.) es un grano relativamente tolerante a la sequía, y prospera en muchos ambientes (Torino *et al.*, 2013). Los mayores consumidores se encuentran en Asia, el norte de África, Europa Occidental y parte de Latinoamérica (FAO, 2013). La lenteja es un alimento con una alta concentración de nutrientes. Los hidratos de carbono son los más abundantes (58%) y están formados fundamentalmente por almidón; el contenido en lípidos es muy bajo (2.3%) y el aporte de proteína y fibra es importante con 22 y 18%, respectivamente (Silva-Cristóbal *et al.*, 2010). Las lentejas germinadas tienen propiedades nutricionales superiores a las de las secas: su contenido de vitaminas, minerales, oligoelementos y enzimas pueden multiplicarse por varias centenas durante la germinación (Cueva y Sánchez, 2017).

Las lentejas germinadas en ciertas condiciones tienen propiedades contra la hipertensión arterial (Torres-Acosta y Calvo-Araujo, 2011). Otros trabajos indican que el consumo en fresco de germinados de lenteja aporta carbohidratos, fibra, vitaminas, nutrimentos y un alto contenido de compuestos fitoquímicos con efecto bioactivo como actividad antidiabética, antiinflamatoria, anticáncerígena, antihipertensiva y antioxidante (Dziki *et al.*, 2015). Dichas propiedades se deben a la acción de metabolitos secundarios como los compuestos fenólicos, los cuales han sido ampliamente estudiados y se utilizan comúnmente como antioxidantes para una amplia gama de aplicaciones (Cerón *et al.*, 2010), por lo que su incremento en germinados es una línea de investigación para la obtención de antioxidantes obtenidos a partir de fuentes naturales, lo cual puede convertirse en una innovación importante para la producción de alimentos funcionales (González y García, 2012).

Diversas investigaciones demuestran un incremento en el contenido de compuestos con propiedades bioactivas en germinados de diferentes especies por la aplicación de compuestos que funcionan como elicitores ya que promueven la síntesis de compuestos derivados de los fenilpropanoides y activan cascadas de señalización que incrementan la actividad antioxidante (Świeca *et al.*, 2014). Algunos de los trabajos mencionados han estudiado la aplicación de compuestos como peróxido de hidrógeno (Barba-Espín *et al.*, 2012), corteza de levadura (Yu Tian *et al.*, 2014), y aplicación de minerales como selenio y azufre para mejorar el contenido de compuestos prosalud (Świeca *et al.*, 2014). Por otro lado, la aplicación de ácidos orgánicos también ha demostrado un incremento de este tipo de compuestos en las plantas (Ulloa *et al.*, 2010, Vázquez-Díaz *et al.*, 2016).

El ácido cítrico mejora el contenido antioxidante de los alimentos, ya que estimula una mayor síntesis de compuestos nutraceuticos que funcionan como antioxidantes, entre los cuales se encuentran los compuestos fenólicos y flavonoides entre ellos (Pérez-Balibrea *et al.*, 2008). Por lo cual, el empleo de ácido cítrico durante el periodo de producción de germinados puede constituir una herramienta muy útil para potenciar la síntesis de compuestos bioactivos. Por otro lado, no existen estudios disponibles en relación con la capacidad antioxidante, contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, así como la calidad en azúcares solubles y materia seca en germinados de lenteja por efecto de aplicación de ácido cítrico. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de ácido cítrico en el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, capacidad antioxidante total materia seca y azúcares solubles en germinados de lenteja.

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, en Gómez Palacio, Durango, México, entre las coordenadas geográficas 25° 32' - 25° 54' de latitud norte y 103° 19' - 103° 42' de longitud oeste. Se utilizó semilla de lenteja (*Lens culinaris*) con un porcentaje de germinación de 95%. Las condiciones de temperatura en el estudio fueron de 15-18 °C, y para la realización del experimento se utilizó agua destilada. Primeramente, las semillas fueron sometidas durante 15 min a un lavado mediante inmersión en agua con hipoclorito de sodio (NaClO) a una concentración de 1 mL L⁻¹. Posteriormente las semillas fueron enjuagadas y escurridas dos veces para eliminar el exceso de NaClO. Enseguida, para la pregerminación se siguió la metodología de Dziki *et al.*, 2015 que consistió en inmersión en agua durante 6 h, para después enjuagar y escurrir nuevamente antes de la germinación.

La germinación consistió en colocar las semillas pregerminadas en recipientes de plástico de poliestireno espumado con un área de 15x10x5 cm, con perforaciones en la parte basal para permitir percolación y aireación. Los recipientes se cubrieron con manta del número uno y se colocaron por 6 h en oscuridad. Transcurrido este tiempo inició la etapa de crecimiento, en la cual se aplicaron los tratamientos y tuvo una duración de 6 días.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento los cuales consistieron en la aplicación de ácido cítrico (C₆H₈O₇) en concentraciones de 0, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ y 10⁻⁵ M. Durante la germinación y siembra se realizaron riegos cada 3 h exclusivamente con agua, mediante aspersión con una cantidad de 5 mL por aplicación. Las aplicaciones de los tratamientos se llevaron a cabo en la etapa de crecimiento empleando la misma dosis de riego. Las variables evaluadas fueron el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, capacidad antioxidante total, porcentaje de materia seca y azúcares solubles.

Para cuantificar las primeras tres variables se prepararon extractos mezclando 2 g de muestra fresca en 10 ml de etanol 80% en tubos de plástico con tapa de rosca, los cuales fueron colocados en agitador rotatorio (ATR Inc., EE. UU) durante 24 h a 20 rpm y a 5 °C. Luego, los tubos fueron centrifugados a 3000 rpm durante 5 min y el sobrenadante fue extraído para su análisis.

El contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) se determinó usando una modificación del método de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Se realizó una curva de calibración utilizando ácido gálico como estándar, y los resultados se registraron en mg de ácido gálico equivalente por 100 g en base a peso fresco (mg AGE 100 g⁻¹ PF). Para la cuantificación de flavonoides totales se utilizó el método descrito por Lamaison y Carnet (1990). Se realizó una curva de calibración utilizando como estándar quercetina. Los resultados fueron expresados en mg equivalentes de quercetina por 100 g en base al peso fresco (mg EQ 100 g⁻¹ PF).

La capacidad antioxidante total se determinó con el método in vitro DPPH⁺ (Brand-Williams *et al.*, 1995). Para lo cual, se preparó una solución de DPPH⁺ (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU) en etanol, ajustando la absorbancia de la solución a 1 100 ± 0.01 a una longitud de onda de 515 nm. Se preparó una curva estándar con Trolox (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU), los resultados se reportan como capacidad antioxidante equivalente en μM equivalente en Trolox por 100 g en base peso fresco (μM equiv Trolox 100 gm⁻¹ PF).

La materia seca se determinó siguiendo el método oficial de la AOAC (1990). Para determinar el contenido de sólidos solubles totales se pesaron 2 g del germinado macerado en un mortero con pistilo y se colocaron unas gotas en el prisma de una refractómetro (Atargo, modelo SPR-N).

Para el análisis estadístico se usó el programa SAS versión 9.0 mediante un análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Además, se realizó un análisis de correlación de Pearson ($p \leq 0.05$) para detectar correlación entre las variables de calidad nutracéutica evaluadas.

Resultados y discusión

El contenido de compuestos fenólicos totales mostró un incremento significativo debido a la aplicación de ácido cítrico ($p \leq 0.05$) (Figura 1). El tratamiento 10^{-2} M mostró el mayor contenido con 185.80 mg 100 g PF, le siguió el tratamiento 10^{-3} M y 10^{-4} M con 165.44 y 143.47 mg 100 g^{-1} , respectivamente. El tratamiento con más bajo contenido de fenólicos totales fue el 10^{-5} M y este similar al control. El ácido cítrico puede degradar fenoles conjugados como taninos a otros compuestos fenólicos más simples mediante hidrolización (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010). Estos compuestos pueden acumularse en las vacuolas celulares (Tester *et al.*, 2004). El aumento de los fenólicos totales en los germinados podría ser debido a la liberación de ácidos fenólicos a partir de la descomposición de los constituyentes celulares en el germinado (Ulloa *et al.*, 2010).

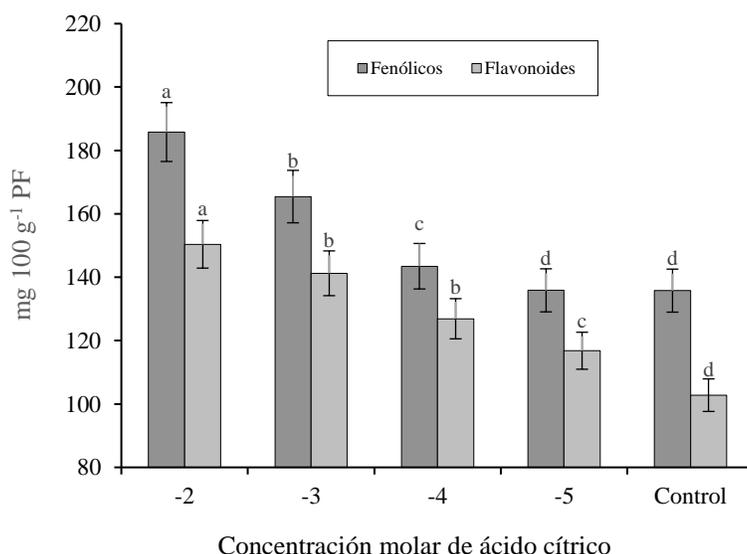


Figura 1. Contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en germinados de trigo sometidos a diferentes concentraciones molares de ácido cítrico. Valores seguidos de diferente letra en columnas indican diferencia estadística significativa (Tukey $p \leq 0.05$).

El contenido de flavonoides totales evaluados en los germinados de lenteja (Figura 1) fueron afectados significativamente por las distintas concentraciones de ácido cítrico ($p \leq 0.05$), los valores obtenidos fluctuaron entre 103 y 150 mg 100 g^{-1} PF. El mayor contenido de flavonoides se presentó en los germinados de lenteja asperjados con concentración de 10^{-2} en comparación con el testigo que presentó 68% el valor más bajo.

El ácido cítrico incrementa la síntesis de metabolitos secundarios como flavonoides (Reynoso-Camacho *et al.*, 2006), lo cual concuerda con los resultados de este trabajo, ya que aumentó significativamente el contenido de estos metabolitos. Posiblemente, la aplicación del ácido activó las vías de trasducción de señales del metabolismo secundario producidas por las plantas (Ulloa *et al.*, 2010). Esto podría tener impacto en el incremento de estos compuestos debido a que los flavonoides están implicados en la prevención de enfermedades crónico degenerativas por medio de su actividad antioxidante (González-Jiménez *et al.*, 2015).

La capacidad antioxidante mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) (Figura 2). La concentración 10^{-2} M mostró la mayor capacidad antioxidante, mientras que la dosis de 10^{-5} y el control presentaron los valores más bajos (Figura 2). En este trabajo, la capacidad antioxidante puede ser atribuida a que el ácido cítrico estimuló los mecanismos de defensa de la semilla en germinación desencadenando la acumulación de compuestos antioxidantes (Yildirim y Dursum, 2009). La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza, concentración de diferentes compuestos y los antioxidantes naturales presentes en él (Cerón *et al.*, 2010). Por otro lado, Swieca y Baraniak (2014) señalan que la mayor o menor actividad antioxidante no siempre va aparejada con la concentración de compuestos fenólicos.

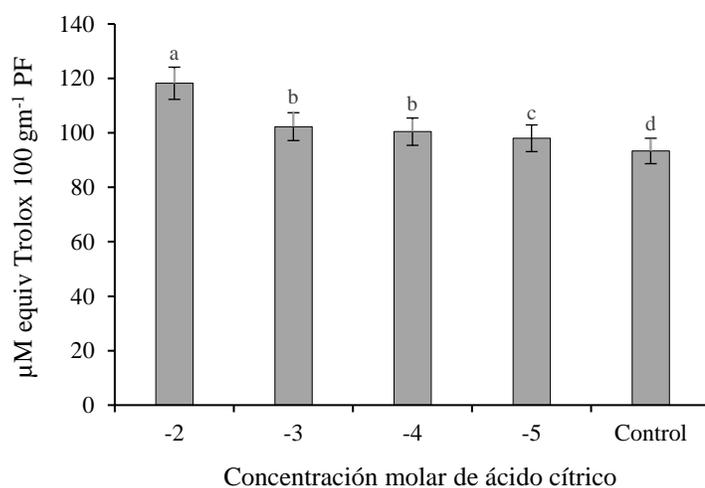


Figura 2. Capacidad antioxidante en germinados de trigo sometidos a diferentes concentraciones molares de ácido cítrico. Valores seguidos de diferente letra indican diferencia estadística significativa (Tukey $p \leq 0.05$).

Para determinar la relación entre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides totales, se realizó una correlación de Pearson (Figura 3). Los resultados muestran que existe una fuerte correlación positiva entre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides ($r^2 = 0.86$ y $r^2 = 0.78$), lo que sugiere que en este trabajo, estos compuestos son de naturaleza antioxidante. Es decir, la capacidad antioxidante de los germinados de lenteja se debe en 86% a los compuestos fenólicos. Además, la capacidad antioxidante en los germinados de lenteja es debida a 78% al contenido de flavonoides. Estos resultados concuerdan con la literatura que señala el potencial beneficio para la salud de los compuestos fenólicos y flavonoides, atribuyéndoseles principalmente a su actividad antioxidante (Fredes *et al.*, 2013).

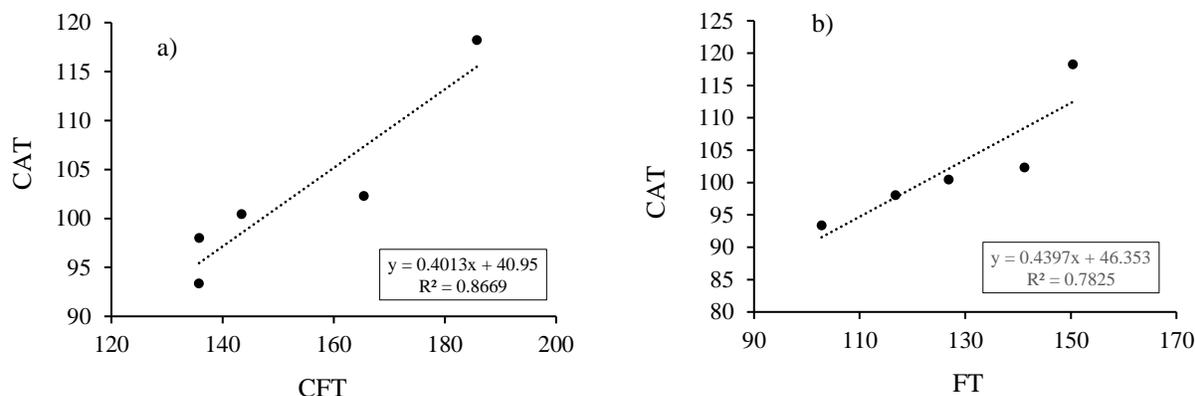


Figura 3. Correlación de Pearson (r^2) entre la capacidad antioxidante total (CAT) con el contenido de fenólicos totales (CFT) y flavonoides totales (FT) en germinados de lenteja bajo diferentes concentraciones molares de ácido cítrico.

Asimismo, se encontró una correlación entre el contenido de compuestos fenólicos totales y los flavonoides totales (Figura 4), siendo estos los principales compuestos fenólicos identificados y reportados en germinados (Dziki *et al.*, 2015). Lo anterior indica que existe una correlación positiva entre los compuestos fenólicos y el contenido de flavonoides totales ($r^2 = 0.85$). Siendo, por lo tanto 85% de los fenólicos presentes en los germinados, flavonoides.

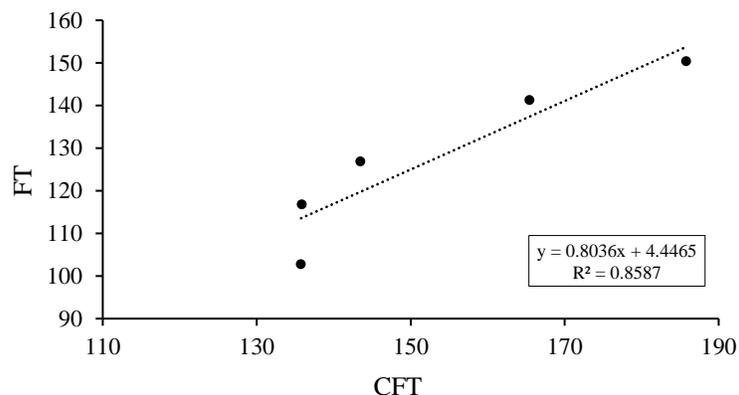


Figura 4. Correlación de Pearson (r^2) entre el contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) y flavonoides totales (FT) en germinados de lenteja bajo diferentes concentraciones molares de ácido cítrico.

Por otra parte, la calidad de un alimento está influenciado por su porcentaje de materia seca debido a que define la calidad nutricional del mismo (Anjum *et al.*, 2013). El porcentaje de materia seca (MS) en los germinados de lenteja mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos de ácido cítrico (Cuadro 1), con valores comprendidos entre 24 y 32%. La concentración de 10^{-2} M tuvo el mayor porcentaje de MS, mientras que el resto de los tratamientos y el control fueron similares. Los resultados sugieren que la aplicación de ácido cítrico en más alta concentración promueve la acumulación de la materia seca en los germinados, posiblemente a través de la participación en la síntesis de hormonas de crecimiento que controlan y coordinan la división celular (Amin *et al.*, 2016).

Similarmente, el AB a concentraciones de 5-20 mg L⁻¹ estimula el crecimiento y eleva los niveles de promotores de crecimiento en *Ammi visnaga* L. (Talaat *et al.*, 2014). Además, el AB incrementa el contenido de materia seca y rendimiento en plantas de soya a concentraciones de 100 a 400 mg L⁻¹ (Anjum *et al.*, 2013).

Los contenidos de sólidos solubles totales en los germinados de lenteja mostraron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) debido a las dosis de ácido cítrico evaluados (Cuadro 1), lo cual coincidió con el resto de las variables en donde el valor más alto lo obtuvo la concentración 10⁻² M con un valor de 12 °Brix. Los valores encontrados son coincidentes con lo reportado por Buitrago *et al.* (2015), quienes señalan 12 °Brix en germinados de *Vaccinium meridionale*.

Cuadro 1. Valores promedio de azúcares solubles y materia seca en germinados de lenteja sometidos a diferentes concentraciones molares de ácido cítrico.

Ácido cítrico (M)	° Brix	MS (%)
-2	12 a	31.77 a
-3	11.33 ab	26.96 b
-4	10.66 bc	26.08 b
-5	10.33 c	24.18 bc
Control	9.66 c	23.61 bc

Valores con letras iguales en cada columna, son iguales de acuerdo con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$).

Conclusiones

El valor más alto de compuestos fenólicos y flavonoides se obtuvo con el tratamiento de 10⁻² M de ácido cítrico con 185.5, 150 mg 100 g⁻¹ peso fresco respectivamente. Igualmente, la capacidad antioxidante fue mayor con el mismo tratamiento (10⁻² M). La aplicación de bajas concentraciones de moléculas inductoras del metabolismo secundario durante la etapa de desarrollo de germinados es un método útil y efectivo para estimular la biosíntesis de fitoquímicos bioactivos y mejorar la capacidad antioxidante de este tipo de alimento, ampliando así las posibilidades de uso de este alimento como ingrediente en alimentos funcionales o bien para su consumo en fresco.

Literatura citada

- Amin, A. A.; Abd El-Kader, A. A.; Shalaby, M. A. F.; Gharib, F. A. E.; Rashad, El-sh M. and Teixeira da Silva, J. A. 2016. Physiological effects of salicylic acid and thiourea on growth and productivity of maize plants in sandy soil. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 44:1141-1155.
- Anjum, Sh. A.; Ehsanullah, L. X.; Wang, L.; Saleem, M. F. and Huang, Ch. 2013. Exogenous benzoic acid (BZA) treatment can induce drought tolerance in soybean plants by improving gas-exchange and chlorophyll contents. *Aust. J. Crop Sci.* 7:555-560.
- Barba, E. G.; Hernández, J. A. and Díaz, V. P. 2012. Role of H₂O₂ in pea seed germination. *Plant Signaling Behavior.* 7:193-195.

- Buitrago, A.; Rojas, J.; Rojas, L.; Velasco, J.; Morales, A.; Peñaloza and Díaz, C. 2015. Essential oil composition and antimicrobial activity of visma macrophylla and fruits collected in Táchira-Venezuela. *Natural Product Comm.* 10:375-377.
- Brand-Williams, W.; Berset, C. and Cuvelier, M. E. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technol.* 28:25-30.
- Cerón, I.; Higuera, J. y Cardona, C. 2010. Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina. *Vector.* 5:5-10.
- Cueva, T. D. V. y Sánchez, C. A. P. 2017. Características de la cocina macrobiótica y su aplicación en recetas de innovación (Bachelor's thesis). Universidad de Cuenca. Ecuador
- Dziki, Dariusz; Gawlik-Dziki, U.; Kordowska-Wiater M. and Doman-Pytka M. 2015. Influence of elicitation and germination conditions on biological activity of wheat spouts. *J. Chem.* 2:1-8.
- FAO. 2013. Production of Lentils by countries. UN Food and Agriculture Organization. 2013.
- Fredes, C.; Montenegro, G.; Santander, F.; Jara, C. and Nuñez, G. 2013. Actividad antioxidante y antimicrobiana de mieles monoflorales de plantas nativas chilenas. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas.* 12:33-38.
- González, G. y García, D. 2012. Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesario una suplementación con antioxidantes? *Rev. Inter. Med. Cienc. Act. Fís. Dep.* 12:369-88.
- González, J. F. E.; Hernández, E. N.; Cooper, B. B. L.; Núñez, B. L. C. y Reyes, R. M. 2015. Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas. *Vertientes. Rev. Esp. Cienc. Sal.* 18:16-21.
- Lamaison, J. L. C. and Carnet, A. 1990. Contents in main flavonoid compounds of *Crataegus monogyna* Jacq. and *Crataegus laevigata* (Poiret) D.C. flowers at different development stages. *Pharmaceutica Acta Helvetica.* 65: 315-320.
- Larqué, S. A.; Martín, M. R.; Nexticapan, G. A.; Vergara, Y. S. y Gutiérrez, R. M. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 16:183-187.
- Pérez-Balibrea, S.; Moreno, D. A. and García-Viguera, C. 2008. Influence of light on health-promoting phytochemicals of broccoli sprouts. *J. Sci. Food Agric.* 88:904-910.
- Reynoso, C. R.; Ramos, G. M. and Loarca, P. G. 2006. Bioactive components in common beans (*Phaseolus Vulgaris* L). *Adv. Agric. Food Biotechnol.* 2:217-236.
- SAS. 2001. Statistical Analysis System. Institute. Versión 9.0 SAS Inst., Cary NC. USA.
- Silva, C. L.; Osorio, D. P.; Tovar, J. and Bello, P. L. A. 2010. Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties composición química, digestibilidad de carbohidratos, y capacidad antioxidante de variedades mexicanas cocidas de frijol negro, garbanzo y lenteja. *CyTA. J. Food.* 8:7-14.
- Singleton, V. L.; Orthofer, R. and Lamuel-Raventos, L. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299:152-178.
- Świeca, M. and Baraniak, B. 2014. Nutritional and antioxidant potential of lentil sprouts affected by elicitation with temperature stress. *J. Agric. Food Chem.* 62:3306-3313.
- Talaat, I. M.; Khattab, H. I. and Ahmed, A. M. 2014. Changes in growth, hormones levels and essential oil content of *Ammi visnaga* L. plants treated with some bioregulators. *Saudi J. Biol. Sci.* 21::355-365.
- Tester, R. F.; Karkalas, J. and Qi, X. 2004. Starch-composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.* 39:151-165.

- Torino, M. I.; Limón, R. I.; Martínez, V. C.; Mäkinen, S.; Pihlanto, A.; Vidal, V. C. and Frias, J. 2013. Antioxidant and antihypertensive properties of liquid and solid state fermented lentils. *Food Chem.* 136:1030-1037.
- Torres, A. R. y Calvo, A. F. M. 2011. Enfermedad hipertensiva del embarazo y el calcio. *Rev. Cubana de Obstetricia y Ginecología.* 37:551-561.
- Ulloa, J. A.; Aguilar, P. J. R.; Rosas, U. P.; Galavíz, O. K. M. del C. and Ulloa, R. B. E. 2010. Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit. *CyTA. J. Food.* 8:193-199.
- Vázquez, D. D. A.; Salas, P. L.; Preciado, R. P.; Segura, C. M. A.; González, F. J. A. y Valenzuela, G. J. R. 2016. Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 17:3405-3414.
- Yildirim, E. and Dursum, A. 2009. Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. *Acta Hort.* 807:395-400.
- Yu, T.; Bo, G.; Daowei, Z.; Junbao, Yu.; Guangdi, Li. and Yujie, L. 2014. Responses of seed germination, seedling growth, and seed yield traits to seed pretreatment in maize (*Zea mays* L.). *Sci. World J.* Article ID 834630, 8 p doi:10.1155/2014/834630.