

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, NUTRIMENTALES Y ANTIOXIDANTES DE DOS FRUTOS DEL GÉNERO *VACCINIUM*

Data de aceite: 02/10/2023

José Antonio Sánchez Franco

Académico de la Universidad Autónoma del Estado de México, Camino de Caleros Núm. 11. Colonia Ejido de Santa Catarina, C.P. 55875, Acolman, Estado de México
ORCID: 0000-0003-3072-2787

Alexis Ayala Niño

Académica de la Universidad Autónoma del Estado de México, Camino de Caleros Núm. 11. Colonia Ejido de Santa Catarina, C.P. 55875, Acolman, Estado de México
ORCID: 0000-0002-9232-1906

Alma Delia Hernández Fuentes

Académico del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Av. Rancho Universitario s/n Km. 1. Tulancingo, Hidalgo, 43600, México
ORCID: 0000-0003-2592-6689

Rubén Jiménez Alvarado

Académico del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Av. Rancho Universitario s/n km. 1. Tulancingo, Hidalgo, 43600, México
ORCID: 0000-0003-2538-6061

RESUMEN— Se evaluaron parámetros fisicoquímicos, nutrimentales, antioxidantes y compuestos bioactivos de los frutos de dos especies de *Vaccinium* (*V. leucanthum*: cahuiche y *V. corymbosum*: mora azul). Los resultados fisicoquímicos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros de color L^* , a^* , b^* para cada fruto. Ambos presentaron características de frutos ácidos con humedad de 73 ± 0.37 y $86.4\pm 0.14\%$ para cahuiche y mora azul respectivamente. El cahuiche presentó valores significativamente mayores de contenido energético (78.8 ± 0.73 cal por cada 100 g de peso fresco (PF)), carbohidratos ($24.57\pm 0.14\%$) y fibra ($6.83\pm 0.13\%$). La capacidad antioxidante fue significativamente mayor en cahuiche: $1,035.51\pm 48.83$ μmol equivalentes de Trolox/100 g PF para la inhibición del radical ABTS; $1,293.69\pm 28.07$ μmol equivalentes de Trolox/100g PF de inhibición del radical DPPH; $1,558.11\pm 5.85$ μmol equivalentes a Fe^{2+} para FRAP y $26.66\pm 1.31\%$ de inhibición para actividad quelante de Fe^{2+} . El cahuiche presentó una concentración significativamente mayor de fenoles totales ($1,090.33\pm 15.28$ mg equivalentes de ácido gálico/100 g PF). Los resultados sugieren que el consumo de cahuiche representa

un potencial aporte benéfico para la salud humana y podría ser considerado como un fruto con propiedades funcionales debido a su alto contenido en fibra, actividad antioxidante y compuestos fenólicos en comparación con la mora azul.

PALABRAS CLAVE— *Vaccinium* spp., capacidad antioxidante, compuestos bioactivos, cahuiche, mora azul.

EVALUATION OF PHYSICOCHEMICAL, NUTRIMENTAL AND ANTIOXIDANT PARAMETERS OF TWO FRUITS OF VACCINIUM GENUS

ABSTRACT— Physicochemical, nutritional, antioxidant and bioactive compound parameters from fruits of two *Vaccinium* species (*V. leucanthum*: cahuiche and *V. corymbosum*: blueberry) were evaluated. The physicochemical results showed statistically significant differences between the color parameters L*, a*, b* for each fruit. Both presented characteristics of acid fruits with humidity of 73 ± 0.37 and $86.4 \pm 0.14\%$ for cahuiche and blueberry respectively. Cahuiche presented significantly higher values of energy content (78.8 ± 0.73 cal per 100 g of fresh weight (FW)), carbohydrates ($24.57 \pm 0.14\%$) and fiber ($6.83 \pm 0.13\%$). Antioxidant capacity was significantly higher in cahuiche: $1,035.51 \pm 48.83$ μmol equivalents of Trolox/100 g FW for the inhibition of the ABTS radical; $1,293.69 \pm 28.07$ μmol Trolox equivalents/100g FW of DPPH radical inhibition; $1,558.11 \pm 5.85$ μmol equivalent to Fe²⁺ for FRAP and $26.66 \pm 1.31\%$ inhibition for Fe²⁺ chelating activity. Cahuiche presented a significantly higher concentration of total phenols ($1,090.33 \pm 15.28$ mg gallic acid equivalents/100 g FW). The results suggest that cahuiche consumption represents a potential beneficial contribution to human health and could be considered a fruit with functional properties due to its high fiber content, antioxidant activity, and phenolic compounds compared to blueberries.

KEYWORDS— *Vaccinium* spp., antioxidant capacity, bioactive compounds, cahuiche, blueberry.

INTRODUCCIÓN

La familia *Ericaceae* está conformada por arbustos y brezos muy llamativos. Alrededor de 13 géneros pertenecientes a esta familia presentan frutas denominadas frutos rojos que son bayas carnosas y jugosas que se consumen localmente en donde existe su producción. Las especies del género *Vaccinium* son las integrantes más importantes de las *Ericaceae*, ya que generan una producción significativa de frutos (Lascurain *et al.*, 2010).

En México crecen algunas especies de *Vaccinium*, como *V. corymbosum*, *V. confertum* Kunth., *V. consanguineum* Klotzch., y *V. leucanthum* Schlechtendahl, cuya distribución se centra en principalmente en Hidalgo, Puebla y Veracruz (Fuentes-Cervantes *et al.*, 2013). De éstas, la mora azul (*V. corymbosum*) ha sido una de las especies más estudiadas y cultivadas, sin embargo, cahuiche (*V. leucanthum* Schlechtendahl), es un fruto silvestre, solamente conocido regionalmente, del que no existe ninguna información en cuanto a su composición química y nutrimental en la literatura científica.

Diversos estudios han demostrado que las dietas ricas en alimentos de origen

vegetal incluyendo frutos rojos, ejercen efectos protectores en contra de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias y algunos tipos de cáncer. Además, su consumo proporciona un bajo aporte energético, pero un contenido alto en fibra dietética, vitaminas, ácidos orgánicos, carotenoides y compuestos fenólicos (Manach *et al.*, 2005; Nile y Park, 2014). La composición química que presentan los frutos rojos depende del tipo de cultivo y de la especie, tipo de suelo y condiciones ambientales, nutrición de la planta, temporada de floración y tipo de cosecha, al igual que el almacenamiento poscosecha.

En los últimos años, los beneficios para la salud a partir del consumo de frutos rojos de la especie *Vaccinium*, han ganado visibilidad debido a su alta actividad antioxidante relacionada con un alto contenido de compuestos fenólicos, especialmente flavonoides y antocianinas, en comparación con otros frutos y vegetales (Zoratti *et al.*, 2015). Se ha reportado que estos compuestos presentan diferentes actividades benéficas para salud, incluyendo la actividad antioxidante (Landete, 2012). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue dar a conocer las características fisicoquímicas, nutrimentales y antioxidantes del cahuiche, comparándolas con la mora azul, un fruto comercial ampliamente estudiado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Los frutos de la especie *Vaccinium leucanthum* silvestre (cahuiche), fueron recolectados del Municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. Se seleccionaron los frutos en su estado de madurez fisiológica (determinado por el color del fruto), sin daños físicos. Se utilizó el fruto completo y la muestra fue almacenada a -75 °C en un ultracongelador (Thermo scientific, Forma 703, EEUU) hasta su análisis. Los frutos de la especie *Vaccinium corymbosum* (mora azul) se obtuvieron en un centro comercial de la marca Global Premier (Global Premier Frozen Berries S.A. de C.V., Estado de México, México). Se utilizó el fruto completo y la muestra fue ultracongelada a -75°C hasta su análisis.

Determinación de parámetros fisicoquímicos

El color se determinó mediante un espectrofotómetro (Konica-Minolta CM-508d, Japón) en la escala $L^* a^* b^*$ (Wu y Sun, 2013), los resultados se introdujeron a una calculadora de color (Color calculator Easy RGB, Logicol S.R.L. Italia) con el fin de comparar visualmente los resultados. La humedad, cenizas, contenido de sólidos solubles totales, pH y acidez titulable fueron determinados mediante los métodos de la AOAC, 1990 (Métodos: 930.15, 940.26, 920.151, 981.12 y 942.15 respectivamente).

Análisis nutrimental

El valor energético se calculó en base al contenido de proteína, extracto etéreo y carbohidratos asimilables presentes en la muestra (AOAC, 1990: 920.67). El contenido de

proteína, extracto etéreo y fibra fueron determinados mediante los métodos de la AOAC, 1990 (Métodos: 920.152, 954.02, 932.02 respectivamente). El contenido de carbohidratos asimilables fue obtenido por diferencia (AOAC, 1990: 925.35).

Determinación de actividad antioxidante

La determinación de actividad antioxidante por ABTS, se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Cano (2002). Los resultados se expresaron como μmol equivalentes de Trolox (ET)/100g de peso fresco (PF).

La determinación de actividad antioxidante por DPPH, se realizó de acuerdo con Morales y Jiménez-Pérez (2001). Los resultados se expresaron como μmol equivalentes de Trolox (ET)/100g de peso fresco (PF).

La determinación de la actividad antioxidante por FRAP, se realizó de acuerdo con el método descrito por Benzie y Strain (1996). Los resultados se expresaron como micro mol equivalentes de Fe^{2+} por 100 g de peso fresco ($\mu\text{mol EFe}^{2+}/100 \text{ g PF}$).

Para determinar la actividad quelante se utilizó el método reportado por Gülçin *et al.*, (2008). Los resultados se reportaron como porcentaje de inhibición de Fe^{2+} .

Cuantificación de compuestos bioactivos

La concentración de fenoles totales fue determinada siguiendo el método de Folin-Ciocalteu descrita por Georgé *et al.*, (2005). Los resultados se reportaron como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100g PF.

La concentración de flavonoides totales se determinó de acuerdo con Kumarán y Karunakaran (2007). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de quercetina (EQ)/100g PF.

Para la cuantificación de antocianinas se empleó el método de pH diferencial de Giusti y Wrolstad (2001). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de cianidin-3-glucósido (c-3-g)/100g PF.

Análisis estadístico

Todos los resultados fueron obtenidos por triplicado y analizados mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) empleando el programa Sigma Plot para Windows versión 11.0 (Systat Software Inc. California, EEUU), y el estadístico de prueba utilizado fue Tukey con un valor de significancia de $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros de color L^* , a^* y b^* se muestran en la tabla 1. Con el fin de llevar a cabo una representación visual de los resultados, se incluyeron rectángulos de color que representan la tonalidad de los frutos obtenidos mediante una calculadora de color

en la escala CIE-Lab. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en todos los parámetros de color para ambos frutos. L^* mostró valores significativamente mayores para cahuiche. Este parámetro indica la luminosidad, por lo que el color del cahuiche resultó ser más luminoso que la mora azul. El parámetro a^* mostró resultados positivos en ambos frutos, siendo mayor el valor encontrado en cahuiche. Los valores positivos del parámetro a^* indican una tonalidad roja. Esto coincide con el aspecto visual de los frutos, siendo el cahuiche el que presenta una tonalidad más rojiza que la mora azul.

Con respecto al parámetro b^* se encontró un valor positivo para cahuiche y un valor negativo para mora azul. Los valores positivos de este parámetro indican una tonalidad amarilla, mientras que los valores negativos representan una tonalidad azul. Este resultado era el esperado de acuerdo con el aspecto visual que presentan los frutos, ya que la mora azul tiene una tonalidad que tiende más hacia el color azul que hacia el amarillo. El color de los frutos depende de la composición y concentración de compuestos fenólicos, entre los que se encuentran las antocianinas, las cuales absorben a diferentes longitudes de onda, produciendo una gama de colores que va desde el amarillo naranja hasta el rojo y el azul (Li *et al.*, 2011; Zielinska y Michalska, 2016).

El fruto que presentó una humedad significativamente mayor ($P \leq 0.05$) fue la mora azul. El cahuiche es un fruto silvestre, cuyas características dependen en gran medida de las condiciones climáticas en las que se desarrolla, por lo que el menor contenido de humedad podría deberse a diversos factores entre ellos una disminución de la precipitación pluvial, condiciones del suelo, temperatura y altitud sobre el nivel del mar donde se desarrolla, además de ser un fruto diferente a la mora azul, con características de crecimiento y desarrollo propias de su especie (Zorenc *et al.*, 2016).

Con respecto al contenido de cenizas y sólidos solubles totales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre los frutos, siendo mayores los valores presentados por cahuiche para ambos parámetros. Estos resultados están relacionados con el contenido de humedad discutido anteriormente.

En base a los resultados obtenidos para pH y acidez titulable, se puede observar que ambos frutos presentan características ácidas. Sin embargo, se encontraron valores significativamente menores ($P \leq 0.05$) de pH en cahuiche. Este valor coincidió con un mayor porcentaje de acidez titulable en dicho fruto con respecto a la mora azul. Lo cual indica una relación entre el contenido de acidez titulable y el pH.

Determinación	<i>Vaccinium</i> sp. (Cahuiche)	<i>V. corymbosum</i> (Mora azul)
Parámetros de color		
L*	46.56±0.99b	20.92±0.78a
a*	21.26±1.02b	8.58±0.48a
b*	2.62±0.60b	-23.33±1.61a
Humedad (g H ₂ O/100g PF)	73.35±0.37a	86.48±0.14b
Cenizas (g/100g PF)	0.61±0.01b	0.27±0.02a
Sólidos solubles (°Brix)	14.67±0.38b	13.77±0.23a
pH	3.08±0.10a	3.94±0.02b
Acidez titulable (%)	1.06±0.02b	0.97±0.01a

Letras diferentes en cada fila representan valores significativamente diferentes (P≤0.05).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de los frutos *Vaccinium* spp.

Análisis de composición nutricional

Los valores de la composición nutricional de las especies de *Vaccinium* se presentan en la tabla 2, en donde el fruto que obtuvo un valor energético estadísticamente mayor ($P \leq 0.05$) fue el cahuiche, a diferencia de 56 a 62.2 kcal por cada 100 g PF reportado en otros *Vaccinium* spp. (Lizaur *et al.*, 2008). El contenido energético de cahuiche tiene relación con el alto contenido de carbohidratos ya que 71 de 78.77 kcal corresponden a esta determinación.

Los parámetros de carbohidratos y fibra encontrados en cahuiche resultaron ser significativamente mayores ($P \leq 0.05$) que los encontrados en mora azul en este trabajo y mayores a los publicados por diversos investigadores en el análisis de la mora azul, los cuales han reportado valores de 12.7 a 14.8 g/100 g PF para carbohidratos asimilables y valores de 1.48 a 1.5 g/100 g PF para fibra (Hancock *et al.*, 2003; Chang-Ho *et al.*, 2008). El contenido de fibra puede definir al cahuiche como un fruto con propiedades funcionales ya que el porcentaje que contiene sobrepasa lo reportado en frutos de la misma especie e inclusive si se compara con otros frutos como grosella negra, frambuesa y aronia (Kosmala *et al.*, 2014; Lizaur *et al.*, 2008). A pesar de que el cahuiche también presenta valores estadísticamente mayores en el porcentaje de extracto etéreo y de proteína cruda que la mora azul, el aporte de estos componentes al contenido energético total del fruto no es significativo.

Determinación	<i>V. leucanthum</i> (Cahuiche)	<i>V. corymbosum</i> (Mora azul)
Valor energético (kcal)	78.77±0.73b	52.30±0.16a
Carbohidratos (g/100g PF)	24.57±0.14b	12.07±0.02a
Extracto etéreo (g/100g PF)	0.40±0.00a	0.45±0.00b
Proteína cruda (g/100g PF)	1.07±0.01b	0.74±0.01a
Fibra (g/100g PF)	6.83±0.14b	0.75±0.02a

Letras diferentes en cada fila representan valores significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Tabla 2. Composición nutricional de los frutos *Vaccinium* spp.

Cuantificación de actividad antioxidante

Los valores de la actividad antioxidante de los frutos de *Vaccinium* spp., se muestran en la figura 2. Para las determinaciones de ABTS y DPPH, el cahuiche presentó mayor actividad antioxidante, siendo los resultados estadísticamente significativos ($P \leq 0.05$) en comparación con la mora azul. Cahuiche presentó $1,035.51 \pm 48.83 \mu\text{mol ET}/100\text{g PF}$ y mora azul $764 \pm 10.91 \mu\text{mol ET}/100\text{g PF}$ para el método ABTS. Con respecto al método DPPH se encontró un valor para cahuiche de $1,293.69 \pm 28.08$ y para mora azul de $882.92 \pm 10.06 \mu\text{mol ET}/100\text{g PF}$. Dichos valores pueden ser comparados con los reportados en la literatura en diferentes *Vaccinium* (*V. corymbosum* y *V. ashei*) y otros frutos rojos como zarzamora, frambuesa, fresa y cereza (Rossi *et al.*, 2003; Su y Chien, 2007; Rodrigues *et al.*, 2011; de Souza *et al.*, 2014). Cabe resaltar que la actividad antioxidante puede relacionarse con un alto contenido de compuestos fenólicos, tales como flavonoides y antocianinas, compuestos que confieren una actividad antioxidante importante (Teleszko y Wojdylo, 2015).

Con respecto a la determinación de FRAP, el cahuiche presentó mayor actividad que la mora azul, los resultados refieren diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), mostrando $1,558.11 \pm 5.85$ y $1,253.66 \pm 21.67 \mu\text{mol EFe}^{2+}/100\text{g PF}$ respectivamente. Los resultados antes mencionados pueden corroborarse con otros estudios en donde se reportan valores encontrados en otras variedades de *Vaccinium* (*V. corymbosum*, *V. uliginosum* y *V. eschenaultii*) en los que oscilan de 486 a $1,694 \mu\text{mol EFe}^{2+}/100 \text{g PF}$ (Kraujalyté *et al.*, 2015; Nagulsamy *et al.*, 2015).

La actividad quelante de Fe^{2+} de las especies de *Vaccinium* fue de $26.67 \pm 1.32\%$ y $20.09 \pm 1.02\%$ de inhibición de Fe^{2+} para cahuiche y mora azul respectivamente. Dichos valores mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí ($P \leq 0.05$). No se ha reportado esta determinación en frutos de la especie *Vaccinium*, sin embargo, pueden compararse con otro material vegetal como el muérdago, el cual presentó diferentes actividades que va del 15 a 60% de inhibición del Fe^{2+} (Olawaseun y Ganiyu, 2008; Serrano-Maldonado *et al.*, 2011).

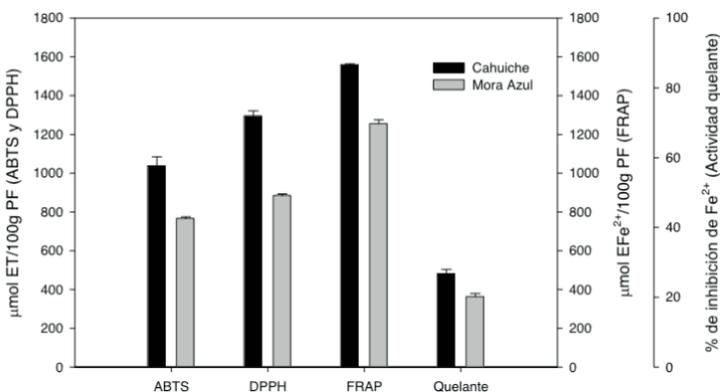


Figura 2. Actividad antioxidante de los frutos *Vaccinium* spp.

Cuantificación de compuestos bioactivos

Con respecto a la concentración de compuestos fenólicos, el cahuiche presentó mayor contenido en comparación con la mora azul, encontrando $1,090.33 \pm 15.28$ mg EAG/100 g y 907 ± 12.01 mg EAG/100 g respectivamente, los valores presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$). Para la concentración de flavonoides totales, los valores no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) ya que los datos encontrados fueron 112.06 ± 3.69 mg EQ/100 g para cahuiche y 109.03 ± 2.77 mg EQ/100 g para mora azul. Por último, la concentración de antocianinas totales fue estadísticamente mayor en la mora azul que en el cahuiche, 128.35 ± 0.92 mg cianidin-3-glucósido/100 g y 70.43 ± 6.63 mg cianidin-3-glucósido/100 g respectivamente, estos datos representan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$).

Los resultados referentes a la concentración de compuestos bioactivos encontrados en el presente trabajo, coinciden con los intervalos de valores reportados en la literatura para *V. corymbosum*, en los que se ha cuantificado la concentración de compuestos fenólicos (de 261 a 929 mg EAG/100 g), flavonoides totales (de 50 a 387 mg EQ/100 g) y antocianinas totales (de 25 a 495 mg cianidin-3-glucósido/100 g) (Castrejón *et al.*, 2008; de Souza *et al.*, 2014; Kraujalytė *et al.*, 2015; Contreras *et al.*, 2015). La concentración de compuestos bioactivos puede variar debido a diferentes razones, como la acidez del suelo, pH, radiación solar, manejo poscosecha y almacenamiento, aun comparando frutos del mismo género y especie (Rodríguez *et al.*, 2011; de Souza *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

El cahuiche (*Vaccinium* sp.) representa una fuente importante de fibra, carbohidratos, compuestos fenólicos y actividad antioxidante, superando a *Vaccinium corymbosum* (mora azul), uno de los frutos comerciales de su misma especie. Por esta razón, este

trabajo establece las bases del estudio fisicoquímico y nutrimental del cahuiche, un fruto silvestre cuyo consumo representa un potencial aporte benéfico para la salud humana como un fruto con propiedades funcionales y que podría ser considerado para ser cultivado industrialmente.

REFERENCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis**. *AOAC International*, 16 ed. 1990.

Benzie, I., y Strain, J. **The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”**: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. Vol. 239, No. 1, 1996.

Cano, A., Alcaraz, O., Acosta, M., y Arnao, M. **On-line antioxidant activity determination: comparison of hydrophilic and lipophilic antioxidant activity using the ABTS⁺ assay**. *Redox Report*. Vol. 7, No. 2, 2002.

Castrejón, A., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L., y Huyskens- Keil, S. **Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening**. *Food Chemistry*. Vol. 109, No. 3, 2008.

Chang-Ho, J., Sung-Gil, C., y Ho-Jin, H. **Analysis of Nutritional Compositions and Antioxidative Activities of Korean Commercial Blueberry and Rapsberry**. *The Korean Society of Food Science and Nutrition*. Vol. 37, No. 11, 2008

Contreras, R., Köhler, H., Pizarro, M., y Zúñiga, G. **In vitro cultivars of *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) are a Source of Antioxidant Phenolics**. *Antioxidants*. Vol. 4, No. 1, 2015.

de Souza, V.R., Pereira, P.A., da Silva, T.L., de Oliveira, L., Pio, R., y Queiroz, F. **Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits**. *Food Chemistry*. Vol. 156, No. 1, 2014.

Fuentes-Cervantes, I., Villavicencio-Nieto, M., y Pérez-Escandón, B. **Plantas medicinales de Omitlán, Hidalgo, México**. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Vol. 17, No. 2, 2013.

Georgé, S. Brat, P. Alter, P. y Amiot, M.J. **Rapid determinations of polyphenols and vitamin C in plant-derived products**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 53, No. 5, 2005.

Giusti, M., y Wrolstad, R. **Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy**. *Current Protocols Food Analytical Chemistry*. F1.2.1–F1.2.13. 2001.

Gülcin, I. **Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin**. *Chemico-Biological Interactions*. Vol. 174, No. 1, 2008.

Hancock, F., Beaudry, R., y Luby, J. **Fruits of temperate climates/Fruits of the *Ericaceae***. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). 2003.

- Kraujalytė, V., Rimantas, P., Pukalskas, A., Cesonienė, L., y Daubaras, R. **Antioxidant properties, phenolic composition and potentiometric sensor array evaluation of commercial and new blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and bog blueberry (*Vaccinium uliginosum*) genotypes.** *Food Chemistry*. Vol. 108, No. 1, 2015.
- Kosmala, M., Zduńczyk, Z., Karlińska, E., y Juśkiewicz, J. **The effects of strawberry, black currant, and chokeberry extracts in a grain dietary fiber matrix on intestinal fermentation in rats.** *Food Research International*. Vol. 64, No. 1, 2014.
- Kumaran, A., y Karunakaran, R. ***in vitro* antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India.** *Food Science and Technology, LWT*. Vol. 40, No. 2, 2007.
- Landete, J.M. **Updated knowledge about polyphenols: functions, bioavailability, metabolism, and health.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 52, No. 10, 2012.
- Lascurain, M., Avendaño, S., del Amo, S., y Niembro, A. **Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz.** *Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal*. Conafor-Conacyt: México. 2010.
- Li, R., Wang, P., Guo, Q., y Wang Z. **Anthocyanin composition and content of the *Vaccinium uliginosum* berry.** *Food Chemistry*. Vol. 125, No. 1, 2011.
- Lizaur, A., Marván, L., y Palacios, B. **Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes.** 2ª Edición. *Fomento de Nutrición y Salud*, A.C. México. 2008.
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., y Remesy, C. **Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies.** *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 81, No. 1 Suppl, 2005.
- Morales, F., y Jiménez-Pérez, S. **Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence.** *Food Chemistry*. Vol. 72, No. 1, 2001.
- Nagulsamy, P., Ponnusamy, R., y Thangaraj, P. **Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory, and antiulcer properties of *Vaccinium leschenaultii* Wight: Atherapeutic supplement.** *Journal of Food and Drug Analysis*. Vol. 23, No. 3, 2015.
- Nile, S.H.; y Park, S.W. **Edible berries: Bioactive components and their effect on human health.** *Nutrition*. Vol. 30, No. 2, 2014.
- Oluwaseun, A.A., y Ganiyu, O. **Antioxidant properties of methanolic extracts of mistletoes (*Viscum álbum*) from cocoa and cashew trees in Nigeria.** *African Journal of Biotechnology*. Vol. 7, No. 17, 2008.
- Rodrigues, E., Poerner, N., Rockenbach I., Gonzaga, L., Mendes, C., y Fett, R. **Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil.** *Food Science and Technology (Campinas)*. Vol. 31, No. 4, 2011.
- Rossi, M., Giussani, E., Morelli, R., Lo-Scalzo, R., Nani, R., y Torreggiani, D. **Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice.** *Food Research International*. Vol. 36, No. 1, 2003.

Serrano-Maldonado, M.J., Guerrero-Legarreta, I., De la Paz-Olvera, C., y Soriano-Santos, J. **Antioxidant activity and cototoxic effect of *Clacodea Ionicaroides* (van Tieghem) Kuijt (Loranthaceae).** *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 10, No. 2, 2011.

Su, M.S., y Chien, P.J. **Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation.** *Food Chemistry*. Vol. 104, No. 1, 2007.

Teleszko, M., y Wojdylo, A. **Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves.** *Journal of Functional Foods*. Vol. 14, No. 1, 2015.

Wu, D., y Sun, D. **Colour measurements by computer vision for food quality control – A review.** *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 29, No. 1, 2013.

Zielinska, M., y Michalska, A. **Microwave-assisted drying of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits: Drying kinetics, polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity, colour and texture.** *Food Chemistry*. Vol. 212, No. 1, 2016.

Zoratti, L., Jaakola, L., Häggman, H., y Giongo, L. **Anthocyanin Profile in Berries of Wild and Cultivated *Vaccinium* spp. along Altitudinal Gradients in the Alps.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 63, No. 39, 2015.

Zorenc, Z., Veberic, R., Stampar, F., Koron, D., y Mikulic-Petkovsek M. **White versus blue: Does the wild 'albino' bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) differ in fruit quality compared to the blue one?.** *Food Chemistry*. Vol. 211, No. 1, 2016.