

Caracterización fisicoquímica, contenido de vitamina C y capacidad antioxidante total de la frambuesa silvestre nativa, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*

Physicochemical characterization, vitamin C content and total antioxidant capacity of native wild raspberry, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*

Lourdes Wiszovaty*, Silvia Caballero, Silvana Avalos

Departamento de Bioquímica y Nutrición, Dirección de Investigaciones, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción; *e-mail: lourdesw@qui.una.py

Resumen: El interés por el consumo de frutos de *Rubus ssp.* se ha incrementado en los últimos años debido a que poseen altas cantidades de compuestos fenólicos y vitamina C. En este trabajo se determinó las características fisicoquímicas, contenido de vitamina C y fenoles totales para medir la capacidad antioxidante total de la frambuesa silvestre nativa, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*, recolectada en el Jardín de Aclimatación del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Químicas, UNA. Se utilizaron métodos oficiales para los análisis. Los resultados obtenidos de los frutos de la especie estudiada fueron: peso promedio 1,29 g, diámetro transversal promedio 1,34 cm; diámetro longitudinal promedio 1,32 cm; humedad, 83,7 g/100 g; contenido de sólidos solubles expresados en ° Brix fue de 2°, pH de la muestra homogeneizada 3,44 a 25°C, la acidez titulable expresada en gramos de ácido málico por 100 g de parte comestible fue de 0,252; el índice de madurez fue de 8,1; el contenido de vitamina C fue de 9,8 mg/100 g; y finalmente en la determinación de la Capacidad antioxidante total se obtuvo un valor de 446 mEquivalentes de ácido gálico por 100 gramos de muestra. El fruto en estudio representa una fuente importante de antioxidantes, de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de fenoles totales. Este estudio aporta los primeros datos sobre el *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*, se destaca al fruto como buena fuente de antioxidantes.

Palabras clave: capacidad antioxidante, frambuesa silvestre, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*.

Summary: Interest in the consumption of *Rubus ssp.* has increased in recent years because they have high amounts of phenolic compounds and vitamin C. In this work was determined the physicochemical characteristics, vitamin C content and total phenols to measure the total antioxidant capacity of the native wild raspberry, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*, collected in the Acclimatization Garden of the Department of Botany of the Faculty of Chemical Sciences, UNA. Official methods were used for analysis. The results obtained from the fruits of the studied species were: average weight 1.29 g, average transversal diameter 1.34 cm; average longitudinal diameter 1.32 cm; humidity, 83.7 g / 100 g; content of soluble solids expressed in ° Brix was 2°, pH of the sample homogenized 3.44 at 25 ° C, the titratable acidity expressed in grams of malic acid per 100 g of edible part was 0.252; the maturity index was 8.1; the vitamin C content was 9.8 mg / 100 g; and finally in the determination of total antioxidant capacity, a value of 446 mEquivalentes of gallic acid per 100 grams of sample was obtained. The fruit under study represents an

Manuscrito recibido: diciembre de 2016.

Manuscrito aceptado: mayo de 2017.

important source of antioxidants, according to the results obtained in the determination of total phenols. This study provides the first data on the *Rubus hassleri* var *paraguariensis*, the fruit is highlighted as a good source of antioxidants

Key words: antioxidant capacity, wild raspberry, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*.

Introducción

El conocimiento de los alimentos y sus propiedades varía de forma rápida según avanza la ciencia, lo que permite seleccionar aquellos productos alimenticios que se consumen con un conocimiento más profundo. Los consumidores se han familiarizados paulatinamente con los conceptos de fibra, antioxidantes y radicales libres, y conocen la ventaja del consumo de vegetales como frutas y verduras. Por ello es de gran interés realizar estudios encaminados a determinar propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud de los diferentes alimentos, destacando frutas y hortalizas por su riqueza en compuestos beneficiosos (Caballero, 2014).

Por otra parte existe preocupación por la pérdida de la biodiversidad. Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) propugnan y defienden la idea de realizar estudios encaminados a preservar dicha biodiversidad (FAO, 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y FAO recomiendan que se debe consumir por lo menos 400 gramos diarios de frutas y hortalizas. La Dirección de Vigilancia de Enfermedades No Transmisibles del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social a través de su Programa de Diabetes, ha recomendado a la ciudadanía el consumo de cinco porciones de frutas y verduras por día como mínimo para obtener los efectos beneficiarios en la salud (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, s.f.). Las frutas son alimentos que ya se conocían y se consumían por los habitantes de esta zona del mundo en épocas muy remotas. Entre las frutas consumidas por los guaraníes precolombinos se registran las siguientes: aguai, aguai guasu (*Chrysophyllum gonocarpum*), apepu he'e (citrus nativo), arasa (guayaba), aratiku, aratiku guasu, aratiku ñu (Annonnaceae), avakachi (piña o ananá), mamón, mango, mburukuja, melón, naranja, ñandypa, ñangapiry, pakova (banana o plátano), sandía, yakarati'a (*Myrciaria cauliflora*) (Levy y Borsy, 2007; Pin et al. 2009). Algunas de estas especies se han mantenido y la población paraguaya las consume aunque sea en pequeña escala; además una misma especie se utiliza con distintos fines según la región en que se encuentre y la cultura de cada pueblo (Céspedes, Weber y González, 2008; González Torres, 1992). Hay muchas más especies frutales que se producen en menor escala en términos de cantidad y distribución geográfica, la familia de las Rosáceas se encuentra entre ellas (Knee, 2008).

En los últimos años, se ha demostrado una tendencia global hacia el consumo de alimentos que proporcionen efectos beneficiosos para la salud. Estos beneficios han orientado las investigaciones principalmente hacia la caracterización de diferentes tipos de frutas y su contenido de componentes antioxidantes, sin embargo, la mayoría se han centrado en las frutas de clima templado. Se ha demostrado que las frutas son la principal fuente de sustancias biológicamente activas, que contribuyen a su potencial quimiopreventivo (Dembitsky et al. 2011; Mahattanatawee et al. 2006).

El género *Rubus*

La zarzamora (Rosaceae), conocida como moras incluye a la zarzamora, frambuesa, fresa, arándano, mora azul y otros, que comprende alrededor de 700 especies de *Rubus*, nativas de Asia, Europa, Estados Unidos y Canadá. Se comercializa en fresco, congelada, jugos, pulpas, extractos, etcétera, lo que facilita su comercialización. Su importancia como cultivo a nivel mundial se debe a su sabor, versatilidad en la industria de alimentos y propiedades antioxidantes (Ricárdez et al. 2016).

El género *Rubus* tiene un gran número de especies y existen muchas variedades cultivadas. Las especies generalmente son tipo arbustivas o rastreras en posición vertical, lo que produce racimos de frutas, redondeadas o alargadas; su color es negro cuando está maduro y rojo cuando es inmadura, con alrededor de 4 a 7 gramos y sabor ácido agrídulce (Antunes, 2002; Donadio, 2014).

Estudios e interés por *Rubus* spp.

El interés por el consumo de frutos del género se ha incrementado en los últimos años debido a que poseen altas cantidades de compuestos fenólicos y vitamina C, que puede ayudar a prevenir enfermedades. Además de estos compuestos, se pueden destacar pigmentos naturales, especialmente antocianinas que le confieren una coloración atractiva en el procesamiento de sus frutos, en la fabricación de productos lácteos, jaleas y dulces en almíbar. Esta fruta está mostrando una buena adaptación en el clima subtropical. En el caso de la mora, las características en cuanto a la adaptación al clima en las diferentes regiones, las propiedades físicas y químicas de sus frutos son divergentes. Las variaciones pueden ocurrir en los niveles de compuestos químicos de acuerdo con el lugar donde se encuentren cultivadas debido a las diferencias en la intensidad de la radiación solar y el rango de la temperatura, que influencia las características organolépticas de los frutos de zarza (Guedes et al. 2014).

El género *Rubus* constituye uno de los géneros más diversos de plantas y se distribuye en todo el mundo. La diversidad de este género se manifiesta en la gran variedad de frutos y su pigmentación. Se ha demostrado que los frutos de esta especie contienen además de compuestos fenólicos, antocianinas, y capacidad antioxidante, los cuales son reconocidos como agentes anticancerígenos (Martínez-Cruz et al. 2011). El contenido de fenoles, antocianinas y ácido ascórbico de los frutos pequeños se ha investigado, dado que hay una falta de información sobre el contenido nutricional y compuestos bioactivos de estas frutas silvestre cultivadas en diferentes países (Dujmović et al. 2012).

En nuestro país, la frambuesa silvestre nativa corresponde a *Rubus hassleri* de la variedad *paraguariensis*, descrita por primera vez por Robert Chodat y Hassler, y recibió su nombre actual de I. Basualdo y E. Zardini *Rubus paraguariensis* que se encuentra incluido en el género de las zarzas de las familias rosáceas (Tropicos, s.f.). En el contexto biorregional, la reserva Tapytá (ubicada en el departamento de Caazapá) constituye una zona estratégica, apropiada para el desarrollo biológico de la flora y fauna silvestres protegidas; encontrándose en la misma una amplia región arbórea del fruto nativo mencionado (FMB/USAID, 2006), incluida en el catálogo de plantas del Paraguay (González-Torres, 1992).

El conocimiento de estos recursos silvestres alimenticios tradicionales y su relación con la nutrición y la salud humana es un tema relevante. La caracterización nutricional y de compuestos bioactivos de estas especies vegetales puede contribuir a su revalorización y a la recuperación de su uso en la dieta, así como un primer paso para su posible adaptación al cultivo (Fernández-Ruíz et al. 2014).

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar las características fisicoquímicas, contenido de vitamina C y fenoles totales para medir la capacidad antioxidante total de la frambuesa silvestre nativa, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*, recolectada en el Jardín de Aclimatación del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Químicas, UNA.

Materiales y Métodos

Toma de muestra

Se recogieron frutos maduros de “frambuesa silvestre” *Rubus hassleri* var. *paraguariensis* del Jardín de Aclimatación de plantas nativas y medicinales de la Facultad de Ciencias Químicas, UNA entre los meses de septiembre a noviembre de 2016. Se elaboraron ejemplares de herbario que fueron depositados en el herbario FCQ.

Procesamiento de muestra

Se obtuvo el peso de cada fruto mediante la utilización de una balanza analítica de la marca AND, modelo HR 120. En cuanto al tamaño, se realizó la medición del diámetro longitudinal y transversal mediante un escalímetro Vernier, expresando los resultados en cm.

El pH se determinó mediante la utilización de un potenciómetro marca Precisa pH 900, a 25 °C, en el homogeneizado de la fruta directamente. Se determinó el contenido de sólidos solubles mediante la utilización de un refractómetro de mano (portátil), expresando los resultados en grados Brix (°Brix). Se conoce como grados Brix, a las sustancias solubles en agua (Santiago, Mendoza y Borrego, 1998). Fue llevado a cabo teniendo en cuenta el método oficial 932.14 de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000). La acidez titulable se determinó por volumetría, utilizando hidróxido de sodio para la titulación según el método 1942.15 de la AOAC, (2000). Los resultados se expresan en gramos de ácido málico por 100 g de parte comestible. El Índice de madurez se determinó mediante una fórmula que relaciona el contenido de sólidos solubles con la acidez titulable total (Pearson, 1986).

Para la determinación de humedad, según el método 950.46 de la AOAC, (2000) en estufa convencional a 105 °C hasta peso constante. Para Vitamina C se empleó el método espectrofluorométrico, que se basa en la extracción del ácido ascórbico con el ácido metafosfórico y posterior oxidación con carbón activado a dehidroascórbico; éste último reacciona con el ortofenilendiamina (OPDA) produciendo un derivado fluorescente de quinoxalina, que es medido espectrofluorométricamente a una longitud de onda de excitación de 350 nm y longitud de onda de emisión de 430 nm, siendo la intensidad de la fluorescencia proporcional a la concentración. Se utilizó el ácido L-ascórbico como patrón según el método 967.22 de la AOAC, (2000). Para estimar el contenido de antioxidantes, se determinó el contenido de fenoles totales por el método

de Folin-Ciocalteu (Wolfe et al. 2003), basado en una reacción colorimétrica de óxido-reducción. Para la curva patrón se utilizó como estándar ácido gálico con concentraciones comprendidas entre 10 y 100 $\mu\text{g/mL}$. Los resultados se determinaron a partir de la curva de calibración y se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g de parte comestible. Los resultados obtenidos fueron analizados con el software Microsoft office Excel 2007, los valores obtenidos en cada determinación fueron promediados, y se calculó las desviaciones estándar.

Los análisis se realizaron por triplicado, exceptuando las características morfológicas de los frutos.

Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados del análisis de los frutos de *Rubus hassleri* var *paraguariensis*, en las **Tablas 1 y 2**.

Tabla 1. Características morfológicas de los frutos de *Rubus hassleri* var *paraguariensis*.

	Peso fresco (g)	Diámetro longitudinal (cm)	Diámetro transversal (cm)
$\bar{x} \pm \text{DS}^*$	1,29 \pm 0,215	1,32 \pm 0,122	1,34 \pm 0,099

Los resultados de la determinación del peso en promedio expresado en gramos resultan bastante menores a los valores señalados por Zamorano et al. (2007) quienes reportaron un peso promedio de 5,6 g para *Rubus spp*, mientras que Carvalho y Betancour, (2015), que reportaran un valor de 2,3 g para *Rubus glaucus* Benth.

En cuanto al diámetro longitudinal promedio, determinado en este estudio, no se presentan diferencias significativas en relación a los valores obtenidos por Zamorano et al. (2007) de 1,52 cm y Carvalho y Betancour, (2015). Sin embargo, al comparar el diámetro longitudinal se aprecia una diferencia significativa con respecto a Zamorano et al. (2007), que reportaron 2,44 cm, mientras que con Carvalho y Betancour, (2015) no se aprecia diferencia significativa, que reportaron un diámetro longitudinal promedio de 1,61 cm.

Tabla 2. Determinaciones físico-químicas de los frutos de *Rubus hassleri* var *paraguariensis*.

Determinaciones	Resultados SMTC*	DS
Humedad (g/100 g)	83,7	\pm 1,75
Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)	2	
pH (a 25 $^{\circ}\text{C}$)	3,44	-
Acidez titulable (g de ácido málico/ 100 g de muestra)	0,252	\pm 0,04
Determinación del Índice de madurez	8,1	\pm 1,31
Contenido de Vitamina C (mg de Vit C/100 g de muestra)	9,8	\pm 2,84
Fenoles totales (Miligramos de Equivalentes de Ácido Gálico por 100 g de muestra)	445,66	\pm 29,89

Teniendo en cuenta los resultados de la **Tabla 2**, para el valor de humedad, se observa que es inferior a los obtenidos por Ayala et al. (2013) que reportan valores de humedad superiores al 85 %; y de Guedes et al. (2014) que reportan valores desde 88,09 % a 91,48 %. Para los sólidos solubles, el dato obtenido es apreciablemente menor que lo reportado por Zamorano et al. (2007) que presenta valores que van desde 7 a 31 °Brix y de Carvalho y Betancour, (2015) con valores de 5 a 10 °Brix. El valor de pH obtenido es similar a otros estudios llevados a cabo con diferentes especies de *Rubus*, como los reportados por Dujmović et al. (2012) que señala valores desde 3,06 a 3,45, y los resultados obtenidos por Carvalho y Betancour, (2015), que encontraron valores desde 2,4 a 3,0.

En relación a la acidez titulable, los resultados obtenidos implican un contenido de ácidos orgánicos menor en comparación con otros estudios, como los de Ayala et al. (2013) con valores de $2,25 \pm 0,15$ % de ácido málico y los resultados de Dujmović et al. (2012) con valores de 0,93 a 1,91 %.

El índice de madurez arrojó valores que superan los encontrados por Moreno y Deaquiz, (2016) que reportan índice de madurez que van desde 2,94 a 4,75 como así también los resultados de Ayala et al. (2013) que reportaron valores desde 2,80 a 3,57. El índice de madurez es un parámetro importante para la transformación o consumo del fruto en fresco, además es un índice útil en los procesos exportación, por lo que valores elevados pueden ser atributos importantes para los frutos, en este caso, la frambuesa silvestre estudiada.

El contenido de la vitamina C encontrado en este estudio fue menor a los valores reportados por la United States Department of Agriculture, (USDA, s.f.) que declara 262 mg/100 g de ácido ascórbico, y por Dujmović et al. (2012), que señalaron contenido de vitamina C desde 22,34 a 45,00 mg/100 g.

La capacidad antioxidante total para el fruto de la especie en estudio fue mayor, que otras especies de *Rubus spp*, así Zielinski et al. (2015) reportaron un contenido total de fenoles desde 101,83 a 169,41 mg/100 g, mientras que Guedes et al. (2014) señalaron un contenido de fenoles totales de 437,72 mg GAE/ 100g.

Conclusión

Se determinaron las características morfológicas, fisicoquímicas, contenido de vitamina C, fenoles totales y capacidad antioxidante total de la frambuesa silvestre nativa, *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*. El peso de esta especie se encuentra ligeramente por debajo de valores reportados en otros países para otras especies de *Rubus*; en el tamaño, los valores resultan bastantes similares a otros estudios. El valor elevado del contenido de agua es característico de la mayoría de las frutas carnosas. El contenido de sólidos solubles denota diferencias con otras especies de *Rubus* analizadas por otros autores, mientras que las demás características fisicoquímicas resultaron similares. El valor del índice de madurez elevado es un atributo importante para la especie estudiada. El contenido de vitamina C no es alto, pero contribuye a la capacidad antioxidante del fruto. El fruto en estudio representa una fuente importante de antioxidantes, de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de fenoles

totales. Este es el primer estudio en *Rubus hassleri* var. *paraguariensis*, cultivado en Paraguay, se considera importante que los estudios se continúen en otras cosechas y regiones del país.

Referencias bibliográficas

- Antunes, L. (2002). Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. *Ciência Rural*, 32 (1), 151-158.
- A.O.A.C. (2000). *Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International* (17ª ed.) 37 (2), 11; 39 (2), 1; 44 (2), 2; 45 (2), 17.
- Ayala, L., Valenzuela, C. y Bohórquez, Y. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en seis estados de madurez. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11 (2), 10-18.
- Caballero de Colombo, S. (2014). *Caracterización de frutas nativas del Paraguay: Género Capomanesia*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Asunción - Paraguay.
- Carvalho, C.P. y Betancour, J.A. (2015). Quality characterization of Andean blackberry fruits (*Rubus glaucus* Benth.) in different maturity stages in Antioquia, Colombia. *Agro n . c o l o m b . 3 3 (1) , 7 4 - 8 3 . D O I : https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n1.47132*.
- Céspedes, G., Weber, E. y González, G. (2008). *Frutos comestibles*. Asociación Etnobotánica paraguaya y la Municipalidad de Asunción. Dirección jardín Botánico y Zoológico, Dpto de Botánica. Facultad de Ciencias Químicas-UNA.
- Dembitsky, V., Poovarodom, S., Leontowicz, H. Leontowicz, M., Veerasilp, S., Trakhtenberg, S. y Gorinstein, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. *Food Research International* 44 (7), 1671-1701.
- Donadio, L. (2014). *Rubus* spp. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (1), 284.
- Dujmović, D., Duralija, B., Voća, S., Vokurka, A. y Ercisli, S. (2012). A comparison of fruit chemical characteristics of two wild grown *Rubus* species from different locations of Croatia. *Molecules* 17 (9), 10390-10398. DOI: 10.3390/molecules170910390.
- FAO. (2011). *Consulta de expertos sobre indicadores de nutrición para Biodiversidad. 2. Consumo de alimentos*. La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y Agricultura. Roma.
- Fernández-Ruiz, V., Ruiz-Rodríguez, B.M., Morales, P., Sánchez-Mata, M.C., Cámara, M., Ferreira, I.C.F.R. et al. (2014). *Revalorización de frutos silvestres de uso tradicional en España, Arbutus unedo L., Crataegus monogyna Jacq., Prunus spinosa L. y Rubus ulmifolius Schott*. Actas de Horticultura, Comunicaciones Técnicas: XIII Jornadas del Grupo de Horticultura y I Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, 107-112.

- FMB/USAID. (2006). *Reserva Natural Privada Tapyta. Plan de Manejo 2006 - 2010*. Asunción, Paraguay: Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza (FMB), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).
- González-Torres, D. (1992) *Catálogo de plantas medicinales (y alimenticias y útiles) usadas en Paraguay*. Editorial Litocolor. Asunción, Paraguay.
- Guedes, M.N.S., Maro, L.A.C., de Abreu, C.M.P., Pio, R. y Patto, L.S. (2014). Composição química, compostos bioativos e dissimilaridade genética entre cultivares de amoreira (*Rubus spp.*) cultivadas no Sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (1), 206-213.
- Knee, M. (2008). *Bases biológicas de la calidad de la fruta* (1ª ed.). España: Editorial Acribia.
- Levy, B. y Borsy, P. (2007). *Manual de agroforestería. Manejo sostenible de recursos naturales*. Cooperación técnica MAG – GTZ. Amenqual.
- Mahattanatawee, K., Manthey, J.A., Luzio, G., Talcott, S.T., Goodner, K., y Baldwin, E.A. (2006). Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54 (19), 7355-7363.
- Martínez-Cruz, N.S., Arévalo-Niño, K., Verde-Star, M.J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Núñez-González, A.A. y Morales-Rubio, M.E. (2011). Antocianinas y actividad anti radicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 42 (4), 66-71.
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. (s.f.). [Internet]. Recuperado el 2 de noviembre de 2016, de: <http://www.mspbs.gov.py/consumo-adecuado-de-frutas-y-verduras-ayuda-a-mantener-un-peso-saludable/>
- Moreno, B. y Deaquiz, Y. (2016) Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Acta Agronómica*, 65 (2), 130-136.
- Pearson, D. (1986). *Técnicas de laboratorio para análisis de alimentos*, Zaragoza: Acribia.
- Pin, A., González, G., Marín, G., Céspedes, G., Cretton, S., Christen, P. y Rouge, D. (2009). *Plantas Medicinales del Jardín Botánico de Asunción* (1ª. edi.). Asunción, Paraguay: Asociación Etnobotánica Paraguaya.
- Ricárdez, L., Aguilar, R., Galindo, T. y Debernardi, V. (2016). Diagnóstico de la producción de zarzamora (*Rubus sp.*) en la zona centro de Veracruz, México. *Agroproductividad*, 9 (6), 34-38.
- Santiago, J., Mendoza, M. y Borrego, F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana* 9, 59-65.
- Tropicos. (s.f.). *Tropicos, Missouri Botanical Garden*. Recuperado el 19 de setiembre de 2016, de: <http://www.tropicos.org/Name/50220932>
- USDA. (s.f.) *National Nutrient Database for Standard Reference*. United States Department of Agriculture (USDA). [Internet]. Recuperado el 28 de mayo de 2016, de: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2374?fgcd=&manu=&lfacet=&format=Full&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=09302&ds>

- Wolfe, K., Wu, X. y Liu, H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51 (3), 609-614. DOI: 10.1021/jf020782a
- Zamorano, A., Morillo, A., Morillo, Y., Vásquez, H. y Muñoz, J. (2007). Caracterización morfológica de mora en los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, de Colombia. *Acta agronómica*, 56 (2), 51-60.
- Zielinski, A.A., Goltz, C., Yamato, M.A., Ávila, S., Hirooka, E.Y., Wosiacki, G., Nogueira, A. y Demiate, I.M. (2015). Blackberry (*Rubus spp.*): influence of ripening and processing on levels of phenolic compounds and antioxidant activity of the 'Brazos' and 'Tupy' varieties grown in Brazil. *Ciência Rural*, 45 (4), 744-749. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120715>