

# Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados

## *Determination of total polyphenols in blueberries and derivatives*

ANTICONA, Mayra Lucía<sup>1,2</sup>; FRÍGOLA, Ana<sup>1</sup>; ESTEVE, M<sup>a</sup> José<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en los alimentos de origen vegetal. El estudio de los compuestos fenólicos en alimentos constituye una de las ramas de mayor desarrollo en los últimos años, por su importancia en la protección de la salud, mejora de la alimentación, y alta capacidad antioxidante frente a la acción de radicales libres, así, contribuyen en la prevención de enfermedades. Anteriores investigaciones mencionan que los arándanos son frutos con alto contenido de polifenoles, lo cual ha incrementado su comercialización como antioxidantes, y esta creciente demanda da paso a la formulación de nuevos productos derivados, de los cuales se espera, conserven sus propiedades protectoras. Por todo lo mencionado se desea determinar el contenido de compuestos fenólicos totales en arándanos frescos y productos derivados, siendo este el objetivo principal del presente trabajo. Se analizaron arándanos frescos y productos derivados tales como zumos, pulpa y arándanos deshidratados. Los resultados muestran que el contenido de polifenoles es mayor en arándanos deshidratados (en promedio 1011.5 mg GAE/100g) en comparación con otros productos analizados (379, 358.7 y 234 mg GAE/100g en pulpa de arándanos, arándanos frescos y zumos respectivamente). Por lo encontrado se menciona que las diferentes variedades de arándanos determinan el contenido de compuestos fenólicos. Los arándanos negros (*Vaccinium Myrtillus* L.) presentan mayor contenido de polifenoles que los arándanos rojos. Se concluye que los arándanos y sus productos derivados son una importante fuente de polifenoles, por ello se recomienda su consumo como parte de una dieta saludable.

**Palabras clave:** polifenoles, arándanos, antioxidantes, productos derivados.

### ABSTRACT

Polyphenols are bioactive compounds in plant food. The study of phenolic compounds in food are one of the most developed branches in recent years, of its importance in protecting health, improved nutrition and high antioxidant capacity against the action of free radicals, thus they contribute in preventing diseases. Previous research mentioned that blueberries are fruits high in polyphenols, which has increased its marketing as antioxidants, and this growing demand leads to the formulation of new derivative products, which is the main objective of this work. Fresh blueberries and derived products such as juices, pulp and dried cranberries were analyzed. The results show that the polyphenol content is higher in dehydrated cranberries (1011.5 mg GAE/100g on average) compared to other products tested (379, 358.7 and 234 mg GAE / 100g pulp blueberries, fresh blueberries and juice respectively). It mentioned found that different varieties of blueberries determine the content of phenolic compounds. The blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) have higher content of polyphenols than red cranberries. It is concluded that blueberries and derived products are an important source of polyphenols, so their consumption is recommended as part of a healthy diet.

**Key words:** polyphenols, blueberries, antioxidants, derivatives products.

<sup>1</sup> Departament de Medicina Preventiva i Salut Pública, Ciències de l'Alimentació, Toxicologia i Medicina Legal. Universitat de Valencia. Av. Vicent Andrés Estelleés s/n. 46100 Burjassot, Valencia, España.

<sup>2</sup> Universidad César Vallejo. Av. Larco 1770. Víctor Larco. Trujillo, Perú.

## INTRODUCCIÓN

El arándano pertenece al género *Vaccinium*, propio de la familia de las Ericáceas (*Ericaceae*), que comprende aproximadamente alrededor de 450 especies, las cuales crecen principalmente en las zonas frías del hemisferio norte; a su vez existen más de 30 especies de arándanos silvestres. Entre las especies de *Vaccinium* se encuentran: Arándano americano (*V. Macrocarpon Aiton*) – cranberry, Arándano azul (*V. Corymbosum L.*) – blueberry, Arándano azul silvestre (*V. Angustifolium Ait*) – wild blueberry, Arándano Azúl o ráspero (*V. uliginosum*), Arándano europeo (*V. Oxycoccus L.*) – european or small cranberry , Arándano rojo europeo (*V. Vitis-idaea L.*) – ligonberry<sup>1-3</sup>.

Los compuestos fenólicos, conocidos comúnmente como polifenoles, son metabolitos secundarios<sup>4</sup> de las plantas y, por lo tanto, están presentes también en la dieta. Las características fisicoquímicas de estos compuestos les permiten participar en distintas reacciones metabólicas celulares durante los procesos de óxido-reducción<sup>5</sup>. Además, constituyen una parte importante de la dieta humana por su ubicuidad en los alimentos de origen vegetal, por lo que también han despertado un gran interés desde el punto de vista nutricional y a su vez desde el enfoque de protección y prevención de enfermedades asociadas al estrés oxidativo<sup>6, 7</sup>. Estos efectos beneficiosos son atribuidos a su capacidad antioxidante<sup>4,5</sup>.

Existen alrededor de 8.000 estructuras fenólicas

identificadas<sup>6</sup>, las cuales varían y se clasifican según su estructura, en ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, lignanos, cumarinas y polímeros fenólicos<sup>6,8,9</sup>.

El contenido de polifenoles de los alimentos puede verse afectado por diversos factores como la exposición a luz, factores ambientales como respuesta a patógenos, temperatura de almacenamiento (a temperatura media las frutas y zumos presentan poca pérdida y son más estables que la vitamina C, a bajas temperaturas no se ven afectados)<sup>9</sup>, procesamiento y métodos culinarios (por ejemplo, el pelado de frutas y verduras puede eliminar una parte significativa de polifenoles pues en algunos casos las mayores concentraciones se encuentran en las partes externas del fruto), maduración en el momento de la cosecha, entre otros. En productos alimentarios las actividades antioxidantes pueden verse afectadas por muchos factores, tales como la variedad, la madurez, el almacenamiento y el procesamiento propio de los productos<sup>10</sup>.

El procesamiento básico de los arándanos incluye la obtención de zumo. Los componentes fenólicos dependen principalmente de las técnicas de procesado, tales como la duración de contacto con la piel, trituración y prensado. Otros factores, tales como el oxígeno, enzimas y temperatura, también tendrán un impacto en las composiciones fenólicas y actividad antioxidante de los productos de arándanos<sup>10</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Muestras:** Se realiza un estudio de mercado de los arándanos y productos derivados disponibles en diferentes supermercados e hipermercados de Valencia. Encontrándose quince productos entre

bebidas, productos desecados y pulpas, así como también productos frescos a disposición de los consumidores tal y como se muestra en la siguiente tabla a.

Tabla a. Muestras de arándanos y productos derivados analizados

Nº DE MUESTRA	PRODUCTO	VARIEDAD	MARCA	DESCRIPCIÓN	LUGAR PRODUCCIÓN
1	Néctar de arándanos rojos		GRANINI	Zumo arándano rojo concentrado 14%, azúcar, zumo de limón concentrado, agua. 1 litro	España
2	Cranberry classic (juice drink)		OCEAN SPAY	Zumo de arándano rojo concentrado 25%, jarabe de glucosa-fructuosa, vitamina C(0,03%). 1 litro Origen: Canadá	Bélgica
3	Bebida de arándanos		EROSKI	Agua, zumo de arándano rojo concentrado 21%, azúcar, jarabe de glucosa-fructuosa, zumo concentrado de aronia y limón, vitamina C, aroma. 1 litro	Murcia
4	Néctar mirtilo biológico	Vaccinium myrtillus L.	BIOTTA	Zumo de arándanos negros 65%, infusión de melisa (1,5g/litro), azúcar de caña. 500ml	Suiza
5	Néctar de arándanos rojos	Vaccinium vitis-idaea	BIOTTA	Zumo de arándanos rojos silvestres 30%, zumo de agave concentrado 17%, infusión de hojas de abedul (2g/litro). 500ml. Origen: América del norte	Suiza
6	Zumo de arándanos rojos	Vaccinium Macrocarpon	ELITE NATUREL	Zumo de arándano rojo 100%. 250 ml. Origen: América Norte.	Turquía
7	Arándanos desecados	Vaccinium Macrocarpon	HACENDADO	Arándanos rojos, azúcar, aceite de girasol y grasa de palma. 125 g. Origen: Canadá	España
8	Arándanos rojos desecados	Vaccinium Macrocarpon	BIOKA	Arándanos rojos, azúcar (aprox 50%), aceite de girasol. 50 g Origen: Estados Unidos	Finlandia
9	Arándanos rojos desecados	Vaccinium Vitis-idaea	BIOKA	Arándanos rojos (80%), azúcar, aceite de girasol. 50 g. Origen: Finlandia	Finlandia
10	Arándanos rojos desecados	Vaccinium myrtillus L.	BIOKA	Arándanos negros (75%), azúcar, aceite de girasol. 50 g. Origen: Finlandia	Finlandia
11	Arándanos rojos desecados	Vaccinium Macrocarpon	SANTIVERI	Arándanos rojos, conservante (ácido cítrico), aromas naturales, zumo concentrado de sauco. 125 g.	España
12	Arándanos rojos desecados	Vaccinium Macrocarpon		A granel. 50 g.	España
13	Arándanos rojos ecológicos desecados	Vaccinium Macrocarpon	DARAMA	Arándanos rojos, azúcar de caña, aceite de girasol. 200g. Origen: Canadá	España
14	Pulpa de arándanos	Vaccinium Corymbosum L	FRUTAFUL	Arándanos 72%, manzana. Goma de guar. 85 g. Origen: España	España
15	Arándanos negros frescos	Vaccinium Corymbosum L	DOÑA ROSA	150 g. Origen: España	España

*Determinación de fenoles solubles totales:*

Se realizó según el método de Singleton y Rossi<sup>11</sup>, con algunas modificaciones. La disolución de trabajo se prepara a partir de la disolución "madre" de ácido gálico y de esta forma ya se puede preparar la curva de calibrado patrón. Se toman 0,0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,6, 0,8 µl de disolución de trabajo de ácido gálico y se lleva a 100 µl con agua desionizada, se agregan 3ml de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 2% (p/v) y 100 µl del reactivo FC 50% (v/v). Se agita y se deja una hora en reposo a temperatura ambiente en oscuridad. Se mide la absorbancia a 765 nm. Se toman 100 µL de muestra y se adicionan 3 mL de una disolución de carbonato sódico al 2 %. Se añaden 100 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu al 50 % (v/v), se agita y se deja en reposo durante una hora a temperatura ambiente en oscuridad. Se mide la absorbancia a 765 nm.

La determinación cuantitativa se efectúa por interpolación de los valores en la curva de calibrado. Se utilizó la dilución 1:10 para cuantificar fenoles solubles en zumos concentrados.

*Extracción de compuestos fenólicos:* Se realiza una revisión bibliográfica para determinar el procedimiento de extracción que mejores resultados produzca en muestras sólidas de arándanos. Se seleccionan tres métodos<sup>12-14</sup> y se aplican a las muestras de arándanos. Asimismo se realiza un cuarto procedimiento utilizando agua como extractante, para poder comprobar si el rendimiento de la extracción difiere de forma significativa o no de los otros métodos. El resumen de los métodos seleccionados se muestra en la siguiente tabla b.

Tabla b. Métodos de extracción

MÉTODO	TAMAÑO DE MUESTRA (g)	LIQUIDO DE EXTRACCIÓN	TIEMPO DE EXTRACCIÓN	VOLUMEN DE ENRASE (ml)	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
1 A	1	metanol:agua (50/50)	60 min	20	Ramírez y Pacheco, 2010
1 B		Acetona:agua (70:30)			
2 B	10	acetonitrilo (4% ácido acético)	30 min	25	Prior et al., 1998
2 B*					
3 A	3	Acetona: agua: ac. acético (70:29.5:0.5)	60 min	30	Asami et al., 2003)
3 B					
3 C					
4 A	1	Agua desionizada	60 min	15	-
4 B					
4 A					
4 B	2				

Luego se aplican los métodos para elegir el que mayor concentración de polifenoles solubles totales extrae en la primera prueba los análisis se

realizan por triplicado. Los resultados de esta primera prueba preliminar son los presentados a continuación:

Tabla c. Concentración de fenoles (mg GAE/100g) en muestras de arándanos según métodos utilizados

MÉTODO		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X ± $\bar{\sigma}$
		mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g
1	A	398.6	407.3	406.2	404.1 ± 4.8
	B	389.9	394.3	394.3	392.9 ± 2.5
2	B	54.3	55.6	56.3	55,4 ± 1.1
	B*	52.3	53.4	53.7	53,1 ± 0.8
3	A	531.5	546.6	531.5	536.5 ± 8.7
	B	515.2	522.2	529.2	522.2 ± 6.9
	C	426.9	416.5	411.3	418.2 ± 7.9
4	A	370.4	376.6	394.0	380.4 ± 12.3
	A <sup>+</sup>	309.0	295.9	317.7	307.5 ± 10.9
	B	374.1	356.7	346.8	359.2 ± 13.9
	B <sup>+</sup>	280.4	299.0	305.9	295.1 ± 13.2

\*Posteriormente se realiza una segunda prueba con los dos métodos preseleccionados.

\*Es decir, los dos métodos con los que mayor concentración de polifenoles (mgGAE/100g) se obtuvo en la primera prueba, para seleccionar el que se utilizara en el estudio. Los resultados de esta segunda prueba preliminar se muestran a continuación:

**Tabla d. Resultados de los métodos de extracción seleccionados**

MÉTODO	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X ± $\bar{\sigma}$
	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g
<b>1 A</b>	442.1	439.2	445.9	442.4 ± 3.4
<b>3 A</b>	528.5	526.6	532.4	529.1 ± 2.3

Finalmente se selecciona el método descrito por Asami et al., con algunas modificaciones<sup>12</sup>. En este método se homogeniza la muestra sólida de arándanos y se toman 3g. Se agregan 40 ml del líquido de extracción acetona, agua, ácido acético (70:29,5:0,5 v/v). Se llevan a ultrasonidos durante una hora a temperatura ambiente.

Se centrifuga durante quince minutos a 4000 rpm a

20 °C. El sobrenadante se filtra y se concentra el líquido filtrado usando un rotavapor a 45°C hasta un volumen entre 5-10 ml. Las muestras se enrasan a 30 ml con agua desionizada, y se determina la concentración de fenoles solubles según el método citado anteriormente. Las muestras nueve y diez se trabajaron con dilución 1:5, luego de la puesta a punto del método.

## RESULTADOS

Los zumos adquiridos en el comercio se enumeraron del 1 al 6 respectivamente, tal como se indica en la tabla 1. Los 3 primeros corresponden a zumos con menos del 50% de fruta, los 3 últimos presentan más de 50% de fruta. En el caso de las muestras 1 – 3, al utilizar las diluciones 1:10 se obtuvieron valores de absorbancia muy bajos que no estaban en la curva de calibrado patrón,

asimismo al ser de baja concentración de fruta se opta por utilizar diluciones diferentes (1:2, 1:3 y 1:5) de acuerdo a los valores de absorbancia obtenidos con la dilución 1:10, calculando un valor aproximado que se ubique en los puntos medios de la curva de calibrado. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Concentración de fenoles solubles totales (mg GAE/100 ml) en zumos de arándanos**

Muestra	Dilución	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X ± $\bar{\sigma}$
		mg GAE/100 ml	mg GAE/100 ml	mg GAE/100 ml	mg GAE/100 ml
<b>1</b>	1:2	65.7	64.8	64.4	64.9 ± 0.7
<b>2</b>	1:3	92.0	92.3	92.6	92.3 ± 0.3
<b>3</b>	1:5	135.1	132.7	133.6	133.8 ± 1.2
<b>4</b>	1:10	399.9	397.9	401.2	399.7 ± 1.7
<b>5</b>	1:10	320.6	319.3	323.2	321.0 ± 2.0
<b>6</b>	1:10	392.7	391.4	393.4	392.5 ± 1.0

GAE: ácido gálico.

De los resultados obtenidos se deduce que los zumos con más del 50% de fruta contienen más polifenoles, como era de esperar.

El análisis de la varianza y posterior test de Tukey realizado ponen de manifiesto que la concentración de fenoles solubles totales en los distintos zumos presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). Se realiza un test de Pearson y se obtiene que existe una correlación significativa ( $p < 0.01$ ) entre la concentración fenoles solubles totales y el porcentaje de zumo de la muestra. Sin embargo no se observan diferencias estadísticamente significativas cuando se realiza un análisis de la varianza en cuanto a la variedad de arándanos. Por otro lado las muestras de arándanos desecados se enumeran del 7 al 13. Las concentraciones de fenoles solubles totales se pueden observar en la tabla 2.

**Tabla 2. Concentración de fenoles en estas muestras solubles totales (mg GAE/100 g) en muestras de arándanos desecados**

MUESTRA	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X ± $\bar{\sigma}$
	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g
7	527.1	525.9	531.1	528.1 ± 2.7
8	466.2	464.1	465.5	465.3 ± 1.1
9	2193.5	2200.4	2210.7	2201.5 ± 8.6
10	2338.1	2345.1	2327.8	2336.9 ± 8.7
11	389.2	391.9	393.9	391.7 ± 2.4
12	588.7	591.4	592.0	590.7 ± 1.8
13	564.6	562.0	567.3	566.6 ± 2.6

GAE: ácido gálico.

El mayor contenido de fenoles solubles totales extraídos corresponde a la muestra 10 (arándanos negros desecados) con 2336.9 ± 8.7 mg/100g. Las muestras 7, 8, 11, 12, 13 corresponden a arándanos rojos desecados cuyas concentraciones oscilan entre 391.7 ± 2.4 mg/100g y 590.7 ± 1.8 mg/100g. La muestra 9 es una variedad de arándanos rojos (*Vaccinium vitis idaea*) con una alta concentración de fenoles solubles totales (2201.5 ± 8.6 mg/100g).

El análisis de la varianza indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de fenoles solubles totales de las muestras analizadas. Se aplica un test de Tukey para conocer que muestras son las que difieren entre sí, obteniendo que las muestras nueve y diez

difieren significativamente ( $p < 0.01$ ) del resto, presentando las mayores concentraciones.

Por otra parte se estudia que existen diferencias en la concentración de fenoles solubles totales dependiendo de la variedad de arándanos, obteniendo que los arándanos rojos *Vaccinium Macrocarpon* tienen menor concentración ( $p < 0.01$ ) que las variedades *Vaccinium Vitis idaea* y *Vaccinium Myrtillus*, arándanos rojos y negros respectivamente, los cuales presentan valores similares.

Las muestras de pulpa de arándanos y arándanos frescos corresponden a las enumeradas como 14 y quince respectivamente. Las concentraciones de polifenoles solubles totales, en estas muestras se observan en la tabla 3.

**Tabla 3. Concentración de fenoles solubles totales (mg GAE/100g) en muestra de arándanos (pulpa y frescos)**

MUESTRA	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X ± $\bar{\sigma}$
	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g	mg GAE/100 g
14	377.4	380.2	379.5	379.0 ± 1.5
15	356.4	358.5	361.3	358.7 ± 2.4

GAE: ácido gálico.

## DISCUSIÓN

El estudio de los compuestos fenólicos en alimentos constituye una de las ramas de mayor desarrollo en los últimos años, por su importancia en la protección de la salud, mejora de la alimentación, y alta capacidad antioxidante frente a la acción de radicales libres, así, contribuyen en la prevención de enfermedades de origen oxidativo (enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares; algunos tipos de cáncer).

La ingesta de compuestos fenólicos en la dieta diaria es variable; los mayores niveles de ingesta se observan en poblaciones con un alto consumo de frutas y verduras<sup>9</sup>. Los arándanos presentan alto contenido en polifenoles sobre todo en antocianinas<sup>15</sup>.

En la actualidad existen numerosos estudios sobre el contenido de polifenoles en arándanos, en los cuales se ha obtenido resultados atractivos para el comercio, por ello vemos una emergente variedad de productos derivados de arándanos; sin embargo, no todos los productos derivados presentan igual contenido de fenoles solubles totales, que los arándanos frescos. El propósito principal del procesamiento de alimentos es conservar los alimentos; sin embargo, en algunos casos los nutrientes se pierden, especialmente aquellos que son muy lábiles. Por lo tanto, la disminución de la pérdida de nutrientes o incluso aumento del valor nutricional es de gran importancia en la elaboración de alimentos<sup>10</sup>.

En el presente estudio se analizaron productos derivados de arándanos: bebidas, desecados, y pulpa, y una variedad de arándanos frescos.

Se determina el contenido de polifenoles solubles totales en estos productos y se comparan con los datos obtenidos en investigaciones realizadas por diversos autores. Los productos analizados en el presente estudio tienen diferentes lugares de procedencia de materia prima (arándanos): Norteamérica (E.E.U.U. y Canadá) y Europa (Suiza, Finlandia, España).

Los datos obtenidos muestran una elevada concentración de polifenoles solubles totales en zumos de arándanos con más de un 50% de fruta en su composición. El zumo de arándanos negros, *V. myrtillus L.*, (65% fruta) (Suiza) (zumo 4) es el de mayor contenido de fenoles solubles totales (399.7 mg/100ml). Sin embargo el zumo de arándanos rojos preparado con 100% fruta, aunque tiene un elevado contenido, no alcanza ésta cifra (392.5 mg/100ml), lo que indica que el arándano negro presenta mayor contenido de polifenoles solubles que el arándano rojo.

Su y Chien determinan el contenido de polifenoles en zumo de arándanos negros, *V. Ashei* (Mississippi) de 86.7 mg/100 ml.<sup>10</sup> Seeram et al<sup>16</sup>., obtienen 230 mg/100 ml de polifenoles totales en zumo de arándanos, *V. Corymbosum L.*, (EE. UU.). Por su

parte en un estudio realizado por Kalt et al<sup>17</sup>, en productos de arándanos negros, *V. angustifolium* (Canadá) se determina un contenido de polifenoles en zumo de 79 mg/100ml. Se puede deducir que el zumo de arándanos negros, *V. myrtillus L.*, presenta mayor contenido de polifenoles totales, al ser comparado con otras variedades, aunque no se indique en éstos estudios el porcentaje de fruta.

Es probable que los polifenoles presentes en la variedad de arándanos *V. myrtillus L.*, sean más resistentes a los procesos de elaboración de zumo y que su contenido también sea mayor en el producto fresco. Sin embargo, se necesitan realizar más investigaciones al respecto.

Asimismo, en el presente estudio el contenido de polifenoles totales determinados en zumos de arándanos rojos oscilan entre 65 – 393 mg/100ml. Estos valores dependen de la concentración de fruta del zumo y de la variedad. Siendo el de menor concentración de polifenoles, el zumo con 14% de fruta, y el de mayor concentración, el zumo 100% fruta. El zumo de arándanos rojos, *V. vitis-idaea* presenta una alta cantidad de polifenoles: 321 mg/100ml. Seeram et al<sup>16</sup>., obtienen 170 mg/100 ml de polifenoles en zumos de arándanos rojos, *V. macrocarpon* (EE.UU. y Canadá). A pesar de la variabilidad de las concentraciones de polifenoles totales en los zumos de arándanos rojos se puede decir que el aporte de polifenoles a la dieta es significativo.

Para determinar la concentración de polifenoles en arándanos frescos, desecados y en pulpa, se realiza un proceso de extracción. Se prueban cuatro procedimientos seleccionando el método cuyo disolvente es acetona:agua:ácido acético (70:29,5:0.5)<sup>12</sup> por ser el que mayor extracción de polifenoles proporciona en comparación de los otros métodos. Sulaiman et al<sup>18</sup>., estudiaron el efecto de disolventes en la extracción de polifenoles y otros compuestos antioxidantes, y concluyeron que acetona:agua (70:30) es el mejor disolvente de extracción; al mismo tiempo determinan que el agua desionizada es el solvente más ineficiente para extraer compuestos fenólicos. Asimismo, en los frutos intensamente coloreados, las antocianinas constituyen un importante grupo dentro de los compuestos bioactivos, los cuales se extraen mejor en medio ácido. Dorta et al<sup>19</sup>, observan que las condiciones ácidas favorecen la extracción de fenoles. De igual forma, se demuestra que acetona:agua (70:30) es la mejor combinación para extraer proantocianidinas de arándanos<sup>20</sup> y el tiempo favorable para la extracción de polifenoles es de 50 - 60 minutos<sup>21</sup>.

Los productos deshidratados de arándanos, presentan mayor contenido de polifenoles solubles totales, siendo el producto desecado de arándanos negros *V. myrtillus L.* (Finlandia), el de mayor

concentración con 2336.9 mg/100g. Es seguido por el producto desecado de arándanos rojos, *V. vitis-idaea*, (Finlandia) con 2201.5 mg/100g de polifenoles totales. El contenido de polifenoles totales en arándanos rojos, *V. macrocarpon*, desecados provenientes de España y Canadá, comprende entre 391.7 y 590.7 mg/100g.

Los arándanos desecados *V. macrocarpon* provenientes de Estados Unidos presentan una concentración intermedia de 465.3 mg/100g.

La alta concentración de polifenoles totales en arándanos desecados, se debe a que durante el proceso de elaboración existe pérdida de agua, por lo tanto incrementa el volumen de la materia sólida; así también algunos productos fueron sometidos a procesos térmicos, los cuales se han encontrado aumentan el contenido de polifenoles<sup>4</sup>. A su vez este tipo de proceso de elaboración permite conservar el fruto más tiempo pues se inactivan enzimas y se evita el crecimiento microbiano. Éste producto es versátil, es decir, puede ser consumido de diferentes formas, facilitando su uso como parte de una alimentación equilibrada y saludable, ya que los polifenoles constituyen sustancias importantes de la dieta, pues al ser ingeridos dotan al organismo de compuestos antioxidantes. Hay que añadir que la variedad que más se encuentra en el mercado en España son arándanos rojos *V. macrocarpon*.

De igual forma el producto 'pulpa de arándanos', *V. Corymbosum L.*, (73% fruta) tiene una concentración de 379 mg/100g. Este resultado es mayor que el obtenido por Kalt et al<sup>17</sup>, quienes determinan una concentración de polifenoles totales en *V. angustifolium* entre 175 y 351 mg/100g. La pulpa de arándanos es un producto de fácil consumo y se le puede considerar como una opción para incluir ésta fruta en la alimentación de los niños. Los arándanos frescos, *V. Corymbosum L.*, analizados en éste estudio se cultivan en Huelva (España) y presentan una concentración de 358.7 mg/100g. Estos datos se asemejan a los obtenidos por Paulino et al<sup>21</sup>, quienes determinan hasta 357

mg/100g y Sellapam et al<sup>22</sup>, quienes obtienen 399.3 mg/100g de polifenoles totales en arándanos *V. Corymbosum L.*, provenientes de Argentina y E.E.U.U., respectivamente. Asimismo, los resultados son mayores que los obtenidos en estudios realizados con arándanos *V. Corymbosum L.*, provenientes de Italia, por autores como Serafini et al<sup>23</sup>, quienes determinan una concentración de 125.1 mg/100 g de polifenoles totales y, Giovanelli & Buratti<sup>24</sup>, que encuentran una concentración de 289.5 mg/100g de polifenoles totales. En otros estudios realizados con arándanos *V. Corymbosum L.*, cultivados en USA se obtienen datos de 175.8 mg/100g<sup>25</sup>, 190 mg/100g<sup>26</sup> y 208 mg/100g<sup>27</sup> de polifenoles totales. Sin embargo cifras más altas de polifenoles totales se han encontrado en arándanos negros *V. Myrtillus*: 670.9 mg/100g, 595.5 mg/100g y 298 mg/100g provenientes de Bulgaria, Italia y USA respectivamente<sup>24, 27, 28</sup>. Cabe mencionar que en los datos de polifenoles en los zumos analizados la mayor concentración corresponde al elaborado con arándanos negros *V. Myrtillus*. Sería interesante el análisis de polifenoles totales en cada variedad arándanos y subproductos. Por otro lado, el Comité Científico de la Asociación para la Promoción de Consumo de Frutas y Hortalizas "cinco al día" de España<sup>29</sup>, indica que el tamaño de ración de arándanos es de 120 g, un plato pequeño (plato de postre), que puede ser consumido como parte de las cinco porciones de fruta y hortalizas al día recomendada por la Organización Mundial de la Salud, asimismo se menciona que la porción de frutas desecadas es de 30g. De acuerdo a los datos obtenidos 120 g de arándanos frescos *V. Corymbosum L.*, aporta a la dieta 430.5 mg de polifenoles. Y una ración de 30 g de arándanos rojos desecados *V. macrocarpon* (mayor variedad en el mercado) aportan aproximadamente 152.4 mg/100g de polifenoles totales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cunningham, D. G., Vannozzi, S. A., Turk, R., Roderick, R., O'Shea, E., & Brilliant, K. Cranberry phytochemicals and their health benefits. *Nutraceutical Beverages: Chemistry, Nutrition, and Health Effects*. 2004; 871: 35-51.
- De Sebastián Palomares, J. I. Los frutos del bosque o pequeños frutos en la cornisa cantábrica: El arándano. Centro de Investigación y Formación Agrarias MURIEDAS (Cantabria). 2010 (1).
- Su, Z. Anthocyanins and flavonoids of *vaccinium L.* *Pharm.Crops*. 2012; 3: 7-37.
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*. 2006; 99(1): 191-203.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. 2012; 27(1): 76-89.
- Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 2011; 126(4): 1821-1835.
- Ovaskainen, M., Törrönen, R., Koponen, J. M., Sinkko, H., Hellström, J., Reinivuo, H., et al. Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *The Journal of Nutrition*. 2008; 138(3): 562-566.
- Craft, B. D., Kerrihard, A. L., Amarowicz, R., & Pegg, R. B. Phenol-based antioxidants and the in vitro methods used for their assessment. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2012; 11(2): 148-173.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 79(5): 727-747.
- Su, M., & Chien, P. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium*

- Ashei) fluid products as affected by fermentation. *Food Chemistry*. 2007; 104(1): 182-187.
11. Singleton, V. L., Rossi, J. A., Jr. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1965; 16: 144-158.
  12. Asami, D. K., Hong, Y., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003; 51(5): 1237-1241.
  13. Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., et al. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1998; 46(7): 2686-2693
  14. Ramírez, A., & Delahaye, E. Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*. 2011; 36(1): 71-75.
  15. Barnes, J. S., Nguyen, H. P., Shen, S., & Schug, K. A. General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography-electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2009; 1216(23): 4728-4735.
  16. Seeram, N. P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S. M., Feng, L., Dreher, M., et al. Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008; 56(4): 1415-1422.
  17. Kalt, W., McDonald, J., & Donner, H. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. *Journal of Food Science*. 2000; 65(3): 390-393.
  18. Sulaiman, S. F., Sajak, A. A. B., Ooi, K. L., & Seow, E. M. Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011; 24(4): 506-515.
  19. Dorta, E., Lobo, M. G., & González, M. Optimization of factors affecting extraction of antioxidants from mango seed. *Food and Bioprocess Technology*. 2013; 6(4): 1067-1081.
  20. Prior, R. L., Lazarus, S. A., Cao, G., Muccitelli, H., & Hammerstone, J. F. Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*vaccinium* spp.) Using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001; 49(3): 1270-1276.
  21. Paulino, C., Kessler, A., Ochoa, M., & De Michelis, A. Compuestos bioactivos en frutas pequeñas de la patagonia argentina: Efecto del solvente de extracción en su determinación cuantitativa. *Revista Reciteia*. 2013; 12(2): 7-21.
  22. Sellappan, S., Akoh, C. C., & Krewer, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002; 50(8): 2432-2438.
  23. Serafini, M., Testa, M. F., Villaño, D., Pecorari, M., van Wieren, K., Azzini, E., et al. Antioxidant activity of blueberry fruit is impaired by association with milk. *Free Radical Biology and Medicine*. 2009; 46(6): 769-774.
  24. Giovanelli, G., & Buratti, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*. 2009; 112(4): 903-908.
  25. Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: Comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science*. 2002; 67(5): 1660-1667.
  26. Wang, S. Y., Chen, C., Sciarappa, W., Wang, C. Y., & Camp, M. J. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008; 56(14): 5788-5794.
  27. Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., & Wrolstad, R. E. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *rubus*, and *ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002; 50(3): 519-525.
  28. Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 2005; 40(3): 255-260.
  29. Comité Científico "5 al día". Raciones de frutas y hortalizas en España. Retrieved 15/06/2014, from [www.5aldia.org](http://www.5aldia.org)

**Recibido:** 18 abril 2015 | **Aceptado:** 05 julio 2015