

# BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

<b><i>Ercus bitipus</i> nuevo género y especie de Cephalybryrhinae (Coleoptera: Limnichidae) de la península de Araya, nororiente de Venezuela.</b> <i>Mauricio García y Erickxander Jiménez-Ramos</i> .....	219
<b>Flavonoides en frutos de guayabo criolla roja (<i>Psidium guajava</i> L.).</b> <i>Evelyn Pérez-Pérez, Marilenys Margarita Saavedra-Guillén, José Gerardo Ortega Fernández, Luis Enrique Sandoval-Sánchez, Deisy Medina-Lozano, Maribel Ramírez-Villalobos y Gretty Ettiene-Rojas</i> .....	236
<b>Registro malacológico del Sistema Lagunar Bocaripo, Costa Nororiental de Venezuela.</b> <i>Erickxander Jiménez-Ramos, Vanessa Acosta-Balbas, Lederle Hernández y Jaime Frontado</i> .....	250
<b>Instrucciones a los autores</b> .....	273
<b>Instructions for authors</b> .....	283

Vol.53, No.3 , Diciembre 2019

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA  
PUBLICADA POR  
LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA  
MARACAIBO, VENEZUELA



## Flavonoides en frutos de Guayabo Criolla Roja (*Psidium guajava* L.).

Evelyn Pérez-Pérez<sup>1</sup>, Marilenys Margarita Saavedra-Guillén<sup>2</sup>, José Gerardo Ortega Fernández<sup>2</sup>, Luis Enrique Sandoval-Sánchez<sup>3</sup>, Deisy Medina-Lozano<sup>4</sup>, Maribel Ramírez-Villalobos<sup>5</sup> y Gretty Ettiene-Rojas<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, CP 4005, Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia Maracaibo, estado Zulia, CP 4005, Venezuela.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia Maracaibo, estado Zulia, CP 4005, Venezuela.

<sup>4</sup>Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, CP 4005, Venezuela.

<sup>5</sup>Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, CP 4005, Venezuela.

Correos electrónicos: evelyncpp@gmail.com, marilenys\_saavedra@hotmail.com, joseortega@cantv.net, lsandoval@fa.luz.edu.ve, dmedinav@yahoo.com, mramire@fa.luz.edu.ve, gettiene@fa.luz.edu.ve

### Resumen

Los flavonoides constituyen una amplia familia de metabolitos secundarios de las plantas, sus beneficios para la salud humana, son bien conocidos, entre ellos, actividad antioxidante, antiinflamatoria, antitrombótica, anticancerígena, antibacterial, antifúngica, entre otros. Debido a este amplio rango de propiedades se consideró necesario realizar la determinación de flavonoides en frutos de guayaba, a fin de establecer una fuente potencial de estos fitoquímicos. Con el objeto de determinar el contenido de flavonoides en frutos de guayabo Criolla Roja (*Psidium guajava* L.), se seleccionaron 20 individuos de una misma población de la colección de guayabos promisorios del banco de germoplasma del CESID-Frutícola y Apícola-CORPOZULIA. Las muestras de frutos (0,25 g) se sometieron a hidrólisis ácida y la separación de los flavonoles (miricetina, quercetina y kaempherol) y la flavona (apigenina), se realizó empleando cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en fase reversa. Se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) en el contenido de flavonoides por efecto de planta. El mayor contenido de apigenina se encontró en los frutos de la planta L-12 (10,77 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) mientras que el menor se detectó en los frutos de la L-4 (2,50 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra). Los mayores contenidos de miricetina (386,72 mg·100 g<sup>-1</sup>

muestra) y quercetina (9,47 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), por su parte, se encontró en frutos de H-13, mientras que el kaempferol, predomina en frutos de G-13 (18,47 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra). Existe una concentración variable de flavonoides en los frutos de *P. guajava*, variedad Criolla roja, de esta forma demostrando que constituye una fuente potencial natural para consumo humano y para la industria alimentaria.

**Palabras clave:** Fitoquímicos; miricetina; apigenina; quercetina; kaempferol; HPLC; antioxidantes.

## Flavonoids in fruits of Criolla Roja guava (*Psidium guajava* L.).

### Abstract

The flavonoids are a large family of plants secondary metabolites, are well known for their human health benefits such as antioxidant activity, anti-inflammatory, anti-thrombotic, anticarcinogenic, antibacterial, antifungic, and other beneficial. Because of this wide range of properties is considered necessary determine the flavonoids present in guava fruits as potential source of phytochemicals. In order to determine the content of flavonoids in fruits of Criolla Roja guava (*Psidium guajava* L.), 20 individuals were selected from the same population of the collection of promising cups guavas of the germplasm bank of the CESID-Frutícola y Apícola-CORPOZULIA. The fruit samples (0.25 g) were subjected to acid hydrolysis and the separation of the flavonols (myricetin, quercetin, and kaempferol) and the flavones (apigenin), was performed by HPLC in reverse phase. Significant statistical differences ( $P < 0.05$ ) were observed in flavonoid content by plant effect. The highest apigenin content was found in the fruits of the plant L-12 (10.77 mg·100 g<sup>-1</sup> sample), while the lowest was detected in the fruits of the L-4 (2.50 mg·100 g<sup>-1</sup> sample). The highest contents of myricetin (386.72 mg·100 g<sup>-1</sup> sample) and quercetin (9.47 mg·100 g<sup>-1</sup> sample), on the other hand, was found in fruits of H-13, while kaempferol predominates in fruit of G-13 (18.47 mg·100 g<sup>-1</sup> sample). There is a variable concentration of flavonoids in the fruits of *P. guajava*, Criolla roja variety, thus demonstrating that it constitutes a potential natural source for human consumption and for the food industry.

**Key words:** Phytochemical; myricetin; apigenin; quercetin; kaempferol; HPLC; antioxidants.

**Recibido:** 28 -05- 2019

**Aceptado:** 15-10-2019

## Introducción

La búsqueda de alimentos funcionales y nutraceuticos es un reto para la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos (Contreras *et al.* 2010), así como para la industria cosmética y farmacéutica (Ochoa y Ayala 2004, Vargas *et al.* 2005), y son los frutos los órganos de las plantas, una alternativa natural de este tipo de alimentos (Contreras *et al.* 2010).

Las frutas como alimento son una fuente potencial de antioxidantes y además, aportan agua, carbohidratos, minerales y vitaminas necesarios en la dieta (Contreras *et al.* 2010). El estudio realizado por Johnson *et al.* (2011), indica que las dietas ricas en frutas y vegetales reducen el riesgo a enfermedades crónicas, tales como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes, debido a la presencia de metabolitos capaces de neutralizar especies reactivas del oxígeno (EROS) (Contreras *et al.* 2010).

Los compuestos bioactivos, además de reducir el estrés oxidativo, modifican el perfil lipídico entre otros beneficios, con lo cual se reduce el riesgo de enfermedades causadas por radicales libres y el elevado colesterol sanguíneo (Daza *et al.* 2014). De allí la importancia del consumo de fruta fresca como una fuente de antioxidantes de origen vegetal para el ser humano.

Los flavonoides son una gran familia de más de 4000 metabolitos secundarios, que se pueden dividir en: flavonoles, flavonas, antocianidinas y flavanonas (Yang *et al.* 2007). Las diferentes fuentes de flavonoides son de origen vegetal (Vargas *et al.* 2006), se encuentran en todas las plantas (Ochoa y Ayala 2004, Vargas *et al.* 2006) principalmente en las hojas y en partes anatómicas como corteza, yemas florales y semillas (Vargas *et al.* 2006). Sin embargo, diversos autores han señalado que también se localizan en las vacuolas de las células de la cáscara de las frutas y las hortalizas, aportando parte del sabor y del color; siendo la mayoría solubles en agua y no sintetizados por el cuerpo humano, ni producidos sintéticamente (Ochoa y Ayala 2004, Vargas *et al.* 2006).

En este sentido, Yang *et al.* (2007), señalan que en la mayoría de las especies los flavonoides varían sustancialmente entre los genotipos, cambios estacionales, edades, daños de la hoja y sitios de ubicación. Los flavonoides, al formar parte fundamental de la biología vegetal, responden a la luz controlando los niveles de las auxinas (hormonas vegetales) reguladoras del crecimiento, intervienen en la diferenciación de las plantas y potencian la polinización al conferir coloración (Ochoa y Ayala 2004, Vargas *et al.* 2006). La quercetina es uno de los flavonoides más estudiados y se encuentra en muchas plantas como el arándano (*Vaccinium myrtillus*), la vid (*Vitis vinifera*), la cebolla (*Allium cepa*) y el brócoli (*Brassica oleracea*) y posiblemente retrasa el proceso de envejecimiento. Además, la quercetina induce la apoptosis de las células cancerosas humanas *in vitro* (Cherniack 2010).

Las técnicas de mayor aplicación en la extracción de flavonoides de frutos y vegetales son: la extracción con solventes asistida con ultrasonido y el reflujo con solventes. En ambos casos, el éxito de la extracción depende de la cantidad de muestra, de la naturaleza del solvente, de las proporciones de solventes y del tiempo y la temperatura de hidrólisis (Vargas *et al.* 2006, Hernández *et al.* 2011, Vega y Rodríguez 2008, Moreno y Plazas 2005, Vargas *et al.* 2005).

Para la identificación y cuantificación de los flavonoides, se ha empleado la espectroscopía de absorción molecular y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en diferentes variedades de plantas y frutos (Yang *et al.* 2007, Hernández *et al.* 2011, Vega y Rodríguez 2008, Moreno y Plazas 2005, Vargas *et al.* 2005).

La caracterización de flavonoides se ha realizado en gran variedad de frutos y plantas, sin embargo, estos componentes fenólicos en frutos de guayaba, se descubrieron recientemente, dándose a conocer como una fuente óptima de antioxidantes naturales (Liu *et al.* 2018).

Es conocido que la guayaba es rica en vitaminas C, A, B, entre otros nutrientes (San-Gwang *et al.* 2017). Sin embargo, por lo general la pulpa de frutos de guayaba es utilizada en el procesamiento de jugos, néctares y rellenos para dulces sin considerar su verdadero valor nutricional y antioxidante (Ordoñez *et al.* 2012). No obstante, en un estudio realizado por Palomino *et al.* 2009, en el pericarpio, el mesocarpio y toda la capa externa (epicarpio) de frutos de guayaba fresca determinaron un mayor contenido de polifenoles totales (base húmeda) en el epicarpio del fruto, seguido del mesocarpio y el pericarpio y mayor capacidad antioxidante en el epicarpio. Por otra parte, Marquina *et al.* 2008, estudiaron la composición química y la capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.) y concluyeron que la cocción reduce la actividad antioxidante y disminuye la concentración de polifenoles totales.

La escasez de estudios en frutos de guayaba en los últimos años se debe principalmente a que se le ha dado más importancia a su efecto antimicrobiano y como remedio ante afecciones gastrointestinales, aun cuando es conocido que estos contienen flavonoides como la quercetina (Moreno y Plazas 2005), la cual está relacionada con los efectos antioxidante, antiinflamatorio y vasodilatador (Chen *et al.* 2010). En este sentido, destaca el estudio realizado por Rivero *et al.* (2013) quienes determinaron los principales flavonoides presentes en especies de *Psidium* reportadas para Venezuela, con la finalidad de esclarecer las relaciones taxonómicas dentro de la familia Myrtaceae, determinaron y establecieron cinco grupos en los cuales *Psidium sp* y *Calycolpus moritzianus* se distribuyeron dependiendo de la presencia y concentración principalmente de kaempferol, miricetina y luteonina.

Considerando lo planteado y dada la escasa información fitoquímica disponible para este género la presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el contenido de flavonoides en frutos de guayabo variedad Criolla Roja (*Psidium guajava* L.), empleando cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa (HPLC).

## Materiales y Métodos

### Ubicación del ensayo y material vegetal

El ensayo se llevó a cabo en el Centro Socialista de Investigación y Desarrollo Frutícola (CESID-Frutícola y Apícola) de CORPOZULIA (10°49'46,6" LN; 71°46'29,2" LO), ubicado en la altiplanicie de Maracaibo, municipio Mara, estado Zulia, zona de vida clasificada como bosque muy seco tropical con una precipitación anual de 600 a 800 mm, distribuida en dos picos de abril a mayo y de octubre a noviembre, siendo éste último el más pronunciado; evaporación de 2000 a 2200 mm, temperatura de 28 °C y humedad relativa de 75 % (Ewel y Madriz 1968). Los suelos están clasificados como Typic Haplargids, con textura franco arenosa: 78 % arena, 8 % arcilla, 14 % limo y 0,9 % de materia orgánica; 0,12 ds·m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica y 6,9 de pH (COPLANARH, 1975).

### Material vegetal

El material vegetal se seleccionó de una población de 204 plantas de *Psidium guajava* L., variedad Criolla Roja ubicadas en el banco de germoplasma del CESID-Frutícola y Apícola de CORPOZULIA, de las cuales se seleccionaron veinte (10 %) por su uniformidad y sanidad, identificadas como G-13, G-15, H-13, H-15, I-2, I-13, I-14, J-13, J-15, K-2, K-5, K-6, K-12, K-13, K-15, L-2, L-3, L-4, L-6 y L-12.

Las plantas se encontraban sembradas en un marco de plantación cuadrado a una distancia de 7 m entre plantas y 7 m entre hileras, con riego por microaspersión (90 L·h<sup>-1</sup>) tres veces por semana y fertilización química (10-20-20) con una frecuencia trimestral, a razón de 300 g por planta.

Las muestras de frutos sanos (madurez de consumo) se lavaron con agua del grifo y luego con agua destilada; posteriormente, se sometieron a secado en estufa (60° C) por un periodo de 72 h, se molieron hasta obtener un material homogéneo y se almacenaron hasta su análisis (Pérez *et al.* 2014).

### Obtención de los extractos

Los extractos se obtuvieron empleando hidrólisis ácida, siguiendo el procedimiento descrito por Vargas *et al.* (2006), para lo cual se tomaron 0,25 g de cada muestra de frutos de guayabo por triplicado y se adicionaron 25 mL de la solución extractora (HCl 1,2 M en metanol al 50 % v/v). La hidrólisis se realizó por dos horas a 98 °C. Concluido el tiempo de hidrólisis, los extractos obtenidos se filtraron por gravedad con papel de filtro (Double Rings 102 9,0 cm) y se almacenaron (4°C) en frascos de vidrio color ámbar hasta su análisis.

## **Caracterización de flavonoides por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en fase reversa**

La separación cromatográfica de los flavonoides miricetina, quercetina, apigenina y kaempferol, se realizó en un cromatógrafo líquido (Shimadzu modelo SCL-10A), equipado con detector UV (Shimadzu modelo SPD-10) y una columna Zorbax SB-C18 (4,6 mm ID x 250 mm x 5 µm) a temperatura ambiente. La fase móvil se constituyó por fosfato diácido de potasio (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 0,025 M: acetonitrilo (66,7:33,3 % v/v) a pH 2,5, el volumen de inyección fue de 20 µL, a un flujo de 1,0 mL·min<sup>-1</sup> y la detección se realizó a 280 nm. Los solventes empleados en la fase móvil se filtraron a través de un filtro de membrana de 0,45 µm y se sometieron a ultrasonido (Utrasonic LC 130 H, marca ELMA®), durante 15 min para desgasificarlos. Antes de la inyección los extractos se filtraron con filtros de nylon de 0,45 µm.

La identificación de los flavonoides se realizó comparando los tiempos de retención (tr) obtenidos con los de los estándares puros de miricetina (SIGMA®, 85%), quercetina (SIGMA®, 98% de pureza), apigenina (SIGMA®, 95%) y kaempferol (SIGMA®, 90%) preparados en metanol (MERCCK®). La cuantificación se realizó por estándar externo, considerando el área de pico como parámetro analítico. Para ello se preparó una curva de calibración (1,0 - 20 mg·L<sup>-1</sup>) de cada uno de los flavonoides a partir de soluciones stock preparadas con los estándares. El procesamiento de los datos y la obtención de los resultados se realizaron por medio del software Cromat 1,2®

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico consistió en la determinación de los parámetros muestrales media, desviación estándar y valores mínimos y máximos del contenido de flavonoides en las muestras de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.).

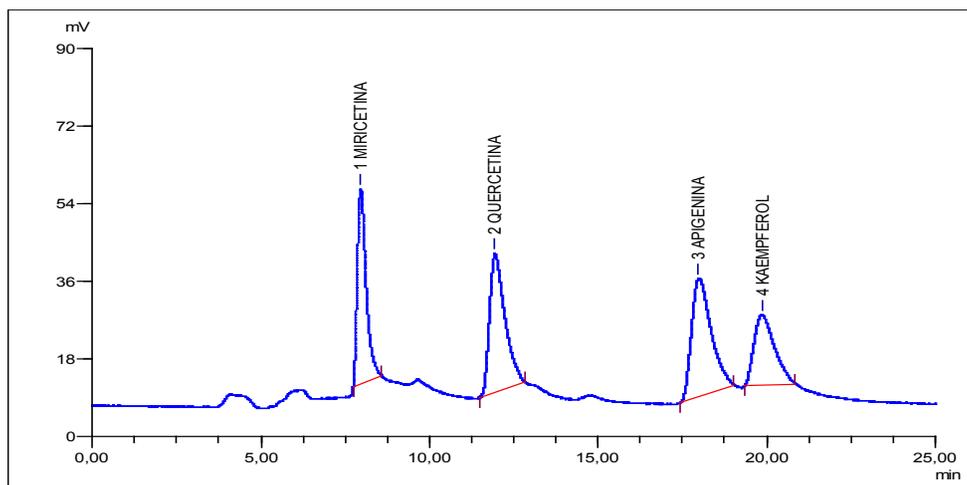
Se realizó un análisis de varianza mediante un modelo aditivo lineal ajustado a un diseño experimental totalmente al azar, con el objeto de determinar variaciones significativas de las concentraciones de los flavonoides en las muestras de frutos de guayabo, producto de las diferencias entre las plantas consideradas en la investigación. Los datos obtenidos se procesaron con el programa estadístico SAS (SAS 2003).

### **Resultados y Discusión**

#### **Análisis cromatográfico**

El análisis por cromatografía líquida de alta resolución permitió la identificación y la cuantificación simultánea de los flavonoles (miricetina, quercetina y kaempferol) y la flavona apigenina en los extractos de muestras de guayaba provenientes de frutos recolectados de diferentes plantas.

La figura 1 muestra un cromatograma típico de la separación por HPLC en fase reversa de los estándares de los flavonoides miricetina (tr: 8,75 min), quercetina (tr: 12,75 min), apigenina (tr: 18,92 min) y kaempferol (tr: 21 min), y además se apreció una adecuada separación de los flavonoides estudiados.



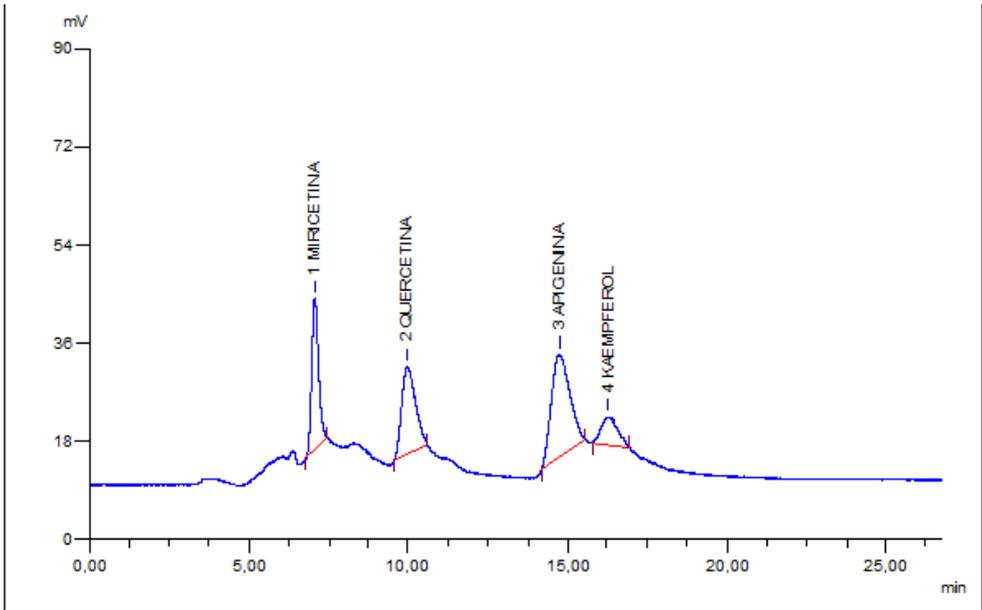
**Figura 1.** Cromatograma HPLC-UV en fase reversa a 280nm estándar de los flavonoides miricetina, quercetina, apigenina y kaempferol, empleando como fase móvil ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,025M/acetonitrilo 60:40%v/v pH 2,5 a un flujo de  $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$

Puede observarse que miricetina presentó la menor retención en comparación con quercetina, apigenina y kaempferol, comportamiento característico de este tipo de compuestos cuando se emplea cromatografía líquida en fase reversa, en la cual la fase estacionaria retiene con mayor fuerza los analitos de menor polaridad, por lo que el orden de elución es del más polar al menos polar.

Resultados similares obtuvieron Haejin *et al.* (2012) en la separación de los flavonoides miricetina, quercetina, apigenina y kaempferol en extractos etanólicos de pimienta, obtenidos con hidrólisis ácida (5 g de muestra, 40 mL de HCl 3 M, 95 °C, durante 60 min) y posterior análisis por HPLC en fase reversa.

En plantas de *P. guajava*, Vargas *et al.* (2006) aplicaron HPLC en fase reversa para la determinación de cinco flavonoides, tres flavonoles (miricetina, quercetina, kaempferol) y dos flavonas (luteonina y apigenina) en corteza, hoja (joven y madura), botón floral, flor y frutos de guayaba, empleando como fase móvil un gradiente isocrático de metanol: agua (35:65 % v/v) a pH 2,5, con ácido trifluoroacético.

En la figura 2 se presenta un cromatograma de la separación por HPLC de los flavonoides en los extractos de frutos de guayaba, observando separaciones y tiempos de retención (tr) similares a las obtenidas con los estándares de los flavonoides estudiados.



**Figura 2.** Cromatograma HPLC-UV en fase reversa a 280nm de los flavonoides miricetina, quercetina, apigenina y kaempferol, en los extractos de frutos de guayaba, empleando como fase móvil ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,025M /acetonitrilo 60:40 % v/v) pH 2,5 a un flujo de  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$

### **Determinación de apigenina, miricetina, quercetina y kaempferol en muestras de frutos de guayabo Criolla Roja (*Psidium guajava* L.).**

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los contenidos de los flavonoides apigenina, miricetina, quercetina y kaempferol en los frutos (Tabla 1), correspondiendo el mayor contenido de apigenina a los frutos de la planta L-12 ( $10,77 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), siguiendo los contenidos de los frutos de las plantas L-3 y G-15 con  $10,70$  y  $9,70 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra, respectivamente, las cuales se diferencian ( $p < 0,05$ ) de los contenidos del resto de las plantas. El menor contenido de este flavonol lo presentaron los frutos de la planta L-4 ( $2,50 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra).

Los frutos de la planta H-13 presentaron el mayor contenido de miricetina ( $386,72 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), sin embargo, su valor no es significativamente diferente ( $p > 0,05$ ) de los frutos de las plantas L-4 ( $376,53 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), L-3 ( $358,50 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), K-2 ( $331,17 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), K-6 ( $329,23 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  muestra), K-13

(325,40 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) y G-15 (323,60 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), pero si a los frutos del resto de las plantas. Los frutos de las plantas L-6 y L-12 presentaron los menores valores (135,45 y 78,30 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra, respectivamente), significativamente diferentes (P<0,05) entre ellos y con respecto al del resto de los frutos.

**Tabla 1.** Variación del contenido de flavonoides (mg·100 g<sup>-1</sup> de muestra seca) en frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del banco de germoplasma del CESID-Frutícola y Apícola de CORPOZULIA, municipio Mara, estado Zulia.

Planta	Flavonoides (mg·100 g <sup>-1</sup> muestra)			
	Apigenina	Miricetina	Quercetina	Kaempferol
G-13	4,40 ± 0,70 de	288,23 ± 24,31 defg	4,00 ± 0,72 cde	18,47 ± 5,42 a
G-15	9,70 ± 0,71 a	323,60 ± 11,03 abcd	4,78 ± 2,20 cd	15,95 ± 0,49 a
H-13	6,70 ± 2,54 bcd	386,72 ± 58,57 a	9,47 ± 3,44 a	8,50 ± 3,92 b
H-15	4,37 ± 1,12 de	288,30 ± 15,84 defg	4,70 ± 0,14 cd	5,45 ± 1,63 bcdef
I-2	6,95 ± 0,78 bcd	293,23 ± 4,910 cdefg	6,35 ± 1,91 bc	8,00 ± 1,27 bc
I-13	5,57 ± 1,34 cd	245,90 ± 34,05 fg	2,17 ± 0,85 efg	4,85 ± 0,35 bcdef
I-14	6,70 ± 1,55 bcd	241,13 ± 22,42 g	1,97 ± 0,51 efg	2,73 ± 1,53 efg
J-13	5,07 ± 1,10 de	311,00 ± 13,60 bcdef	1,83 ± 0,61 efg	2,50 ± 0,99 fg
J-15	5,57 ± 0,25 cd	287,70 ± 19,71 defg	3,47 ± 1,39 de	7,67 ± 1,50 bcd
K-2	5,70 ± 0,26 cd	331,17 ± 01,16 abcd	2,90 ± 1,93 def	3,63 ± 0,70 defg
K-5	8,20 ± 1,76 abc	264,57 ± 52,95 defg	1,90 ± 0,53 efg	4,70 ± 0,44 bcdef
K-6	7,13 ± 1,59 bcd	329,23 ± 12,62 abcd	1,57 ± 0,35 efg	2,43 ± 1,10 fg
K-12	5,10 ± 0,46 de	292,90 ± 08,91 cdefg	0,80 ± 0,14 fg	4,13 ± 0,21 cdef
K-13	6,07 ± 1,65 cd	325,40 ± 24,55 abcd	2,67 ± 0,87 def	3,73 ± 0,23 defg
K-15	5,67 ± 0,96 cd	320,20 ± 46,25 bcde	2,07 ± 0,65 efg	2,53 ± 1,00 fg
L-2	5,00 ± 0,36 de	255,70 ± 18,74 efg	1,80 ± 0,78 efg	2,60 ± 0,52 efg
L-3	10,70 ± 1,84 a	358,50 ± 50,25 abc	1,60 ± 0,28 efg	6,63 ± 2,83 bcde
L-4	2,50 ± 0,69 e	376,53 ± 54,68 ab	7,55 ± 0,49 ab	5,30 ± 1,70 bcdef
L-6	8,83 ± 2,64 ab	135,45 ± 06,43 h	ND g	ND g
L-12	10,77 ± 1,43 a	78,30 ± 21,64 i	ND g	ND g

ND: No detectado;

Medias (x ± s) en la misma columna con letras completamente distintas son significativamente diferentes (P<0,05); n = 3.

El contenido de quercetina fue mayor para los frutos de la planta H-13 (9,47 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) seguida por los frutos de la planta L-4 (7,55 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) entre las cuales no existe diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ) pero si entre estas y el resto de los frutos.

En relación al kaempferol el mayor contenido lo presentaron los frutos de la planta G-13 (18,47 10,77 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) seguido de los frutos de la G-15 (15,95 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), las cuales conforman un solo grupo. Mientras que los frutos de las plantas L-6 y L-12 no presentaron los flavonoles quercetina ni kaempferol en las muestras analizadas, seguidos por los frutos de la planta K-6 que presentó el menor contenido (2,43 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), sin embargo, no es diferente significativamente ( $p>0,05$ ) de los frutos de las plantas K-6 (2,43 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), J-13 (2,50 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), K-15 (2,53 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), L-2 (2,60 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), I-14 (2,73 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra), K2 (3,63 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra) y K-13 (3,73 mg·100 g<sup>-1</sup> muestra).

Los contenidos de flavonoides, bajo la forma de apigenina, miricetina, quercetina y kaempferol, obtenidos en la mayoría de los frutos de las plantas evaluadas de esta investigación, ha sido explicado por Pérez *et al.* (2008), al reportar que *P. guajava* es una especie que posee una alta producción de metabolitos secundarios algunos con una actividad biológica útil atribuida principalmente a compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides, terpenoides y triterpenos.

Los frutos de las plantas de *P. guajava* evaluadas resultaron ampliamente variables en cuanto a su composición química, en relación al contenido de flavonoides, bajo la forma de apigenina, miricetina, quercetina y kaempferol, observándose diferencias marcadas entre individuos, señalándose al respecto, que la concentración de flavonoides varía de planta a planta, incluso en diferentes órganos de una misma planta (Dinelli *et al.* 2006).

En el presente estudio se encontró miricetina en mayor concentración además de apigenina, quercetina y kaempferol, a diferencia de estudios realizados por Vargas *et al.* (2006), quienes reportaron mayor concentración de quercetina, además de luteonina y kaempferol. Según Vargas *et al.* (2006), los resultados pueden variar debido al material genético y las condiciones ambientales de donde provienen las muestras.

Los frutos de la planta H-13 evaluados en la presente investigación, mostraron mayor contenido del flavonol, miricetina (386,72 mg·100 g<sup>-1</sup> de muestra seca) en comparación con el estudio realizado por Vargas *et al.* (2006) en el cual reportaron 10 mg·100 g<sup>-1</sup> de masa seca en fruto, sin embargo, para apigenina (16 mg·100 g<sup>-1</sup> de masa seca) y quercetina (12,6 mg·100g<sup>-1</sup> de masa seca) el contenido es superior en comparación al presente estudio, en el cual se obtuvo 10,77 mg·100 g<sup>-1</sup> de muestra seca de apigenina y 9,47 mg·100 g<sup>-1</sup> de muestra seca de quercetina.

En el caso del flavonol kaempferol, en el presente estudio se obtuvo un contenido de 18,47 mg·100 g<sup>-1</sup> de muestra seca siendo superior al compararlo con el reportado por Vargas *et al.* (2006) para frutos (4 mg·100 g<sup>-1</sup> de masa seca).

En relación a la diferencia observada entre los frutos por plantas, Valares (2011), señala que cuando se cuantifica la cantidad de metabolitos secundarios en una planta, se está cuantificando un carácter fenotípico, y este, según Jones y Hartley (1999) tiene un control genético y un control ambiental, es decir, el metabolismo secundario está en parte controlado genéticamente y por otra parte el ambiente ejerce su influencia.

En diversos estudios se ha señalado que entre los factores bióticos que afectan la producción de flavonoides destacan el cultivar o variedad, el medio y la temporada de cultivo, el tipo de suelo, la ubicación geográfica, las enfermedades, los insectos y otras condiciones entre las que destacan, el procesamiento y el almacenamiento postcosecha (Vargas *et al.* 2006, Bolling *et al.* 2010, Alfaro *et al.* 2013, Avello *et al.* 2013, Haytowitz *et al.* 2013, Valenzuela 2015), los cuales representan entre el 25-33% de la variabilidad observada, el estado fenológico del órgano; así como también las prácticas agrícolas y las condiciones de almacenamiento de las muestras (Haytowitz *et al.* 2013).

Los flavonoides como la quercetina, miricetina, y el kaempferol, poseen mayor actividad neutralizadora de radicales libres. El grupo fenólico que poseen puede actuar directamente capturando electrones desapareados de las EROS, y generar así especies menos reactivas (Korkina y Afanas'ev 1997).

### Conclusiones

Los flavonoides apigenina, miricetina, quercetina y kaempferol están presentes en altas concentraciones en los frutos de *P. guajava*, presentando variaciones entre los mismos aún cuando el cultivo agronómicamente fue manejado de la misma manera.

El contenido significativo de flavonoides como apigenina, miricetina, quercetina y el kaempferol presentes en el fruto de *P. guajava*, lo hace una potencial fuente natural para la obtención de estos fitoquímicos antioxidantes que pueden ser utilizados para la aplicación en la industria de alimentos. La guayaba es una fruta rica en compuestos bioactivos, por lo que el fruto pudiera usarse de varias maneras para ofrecer a la población la posibilidad de prevenir ciertas enfermedades crónicas a bajo costo.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a CORPOZULIA, al FONACIT (No. S1-2000000795; F-2001001117) y al VAC-CONDES-LUZ (CC-0333-14 y CC-0579-10) por el apoyo con el financiamiento para la realización de esta investigación.

### Literatura Citada

ALFARO, S., A. MUTIS, R. PALMA, A. QUIROZ, I. SEGUEL Y E. SCHEUERMANN. 2013. Influence of genotype and harvest year on polyphenol content and antioxidant activity in murtilla (*Ugni molinae* Turcz) fruit. *J. Soil Sci Plant Nutr.* 13(1): 67-78.

AVELLO, M., E. PASTENE, E. BUSTOS, M. MITTNER Y J. BECERRA. 2013. Variation in phenolic compounds of *Ugni molinae* populations and their potential use as antioxidant supplement. *Braz J. Pharmacog.* 23(1): 44-50.

BOLLING, B., G. DOLNIKOWSKI, J. BLUMBERG Y C. CHEN. 2010. Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chem.* 122 (3): 819-825.

CHEN, C., J. ZHOU Y C. JI. 2010. Quercetin: a potential drug to reverse multidrug resistance. *Life Sci.* 87: 333-338.

CHERNIACK, E. 2010. The potential influence of plant polyphenols on the aging process. *Forschende Komplementarmedizin. Complementary med res.* 17: 181-187.

CONTRERAS, J., L. CALDERON, E. GUERRA Y B. GARCÍA. 2010. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Res Int.* 44 (7): 2047-2053.

COPLANARAH. 1975. *Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo, Atlas, MAC-CENIAP, Caracas, Venezuela, 42 p.*

DAZA, L., A. HERRERA, E. MURILLO Y J. MENDEZ. 2014. Evaluación de propiedades antioxidantes de parte comestible y no comestible de pitahaya, uchuva y mangostino. *REV bio agro.* 12 (1): 98-105.

DINELLI, G., A. BONETTI, M. MINELLI, I. MAROTTI, P. CATIZONE Y A. MAZZANTI. 2006. Content of flavonols in Italian bean (*Phaseolus vulgaris L.*) ecotypes. *Food Chem.* 90: 105-114.

EWEL, J. Y A. MADRIZ. 1968. *Zonas de vidas de Venezuela. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico, Edit. Sucre, M.A.C, Dirección de Investigación. 264 p.*

HAEJIN, BAE, G. K. JAYAPRAKASKA, J. JIFON Y P. BHIMANAGOUDA. 2012. Extraction efficiency and validation of an HPLC method for flavonoid analysis in pepper. *Food Chem.* 130: 751-758.

HAYTOWITZ, D., S. BHAGWAT Y J. HOLDEN. 2013. Sources of variability in the flavonoid content of foods. *Procedia Food Sci.* 2: 46-51.

HERNÁNDEZ, D., O. GARCÍA, J. ROSADO Y I. GOÑI. 2011. The Contribution of Fruits and Vegetables to Dietary Intake of Polyphenols and Antioxidant Capacity in a Mexican Rural Diet: Importance of Fruit and Vegetable Variety. *Food Res Int.* 44: 1182-1189.

JOHNSON, J., J. BOMSER, J. SCHEERENS Y M. GIUSTI. 2011. Effect of black raspberry (*Rubus occidentalis* L.) extract variation conditioned by cultivar, production site, and fruit maturity stage on colon cancer cell proliferation. *J. Agric Food Chem.* 59: 1638-1645.

JONES, C. Y S. HARTLEY. 1999. A protein competition model of phenolic allocation. *Oikos.* 86: 27-44.

KORKINA, L. Y I. AFANAS'EV. 1997. Antioxidant and chelating properties of flavonoids. *Adv Pharmacol.* 38: 151-163.

LIU, X., X. YAN, J. BI, J. LIU, M. ZHOU, X. WU Y Q. CHEN. 2018. Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activities from Peel, Flesh, Seed of Guava (*Psidium guajava* L.). *Electrophoresis.* 1-32. doi:10.1002/elps.201700479.

MARQUINA, V., L. ARAUJO, J. RUIZ, A. RODRÍGUEZ Y P. VIT. 2008. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Arch Latinoam Nutr.* 58 (1): 98-102.

MORENO, C. Y C. PLAZAS. 2005. Validación de una metodología analítica para la Cuantificación por HPLC de Quercetina en una Matriz Vegetal. *REV Colomb Cien Quím farm.* 34(1): 58-68.

OCHOA, C. Y A. AYALA. 2004. Flavonoides: Apuntes Generales y su Aplicación en la Industria de Alimentos. *Ingeniería de los Alimentos.* Universidad del Valle, Colombia. *ING Compet.* 6 (2): 93-104.

ORDOÑEZ, E., A. LEÓN, D. REÁTEGUI Y M. SANDOVAL. 2012. Cuantificación de polifenoles totales y actividad antioxidante en hojas, corteza y fruto de dos variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Investig y Amazon.* 1(2): 48-52. Obtenido de [http://www.academia.edu/download/32119318/antioxidantes\\_en\\_hojas\\_de\\_guayaba.pdf](http://www.academia.edu/download/32119318/antioxidantes_en_hojas_de_guayaba.pdf)

PALOMINO, M., E. GUIJA Y N. LOZANO. 2009. Propiedades antioxidantes de la guayaba (*Psidium guajava* L.). *Rev Soc Quim Perú.* 75(2): 227-234.

PÉREZ, R., S. MITCHELL S. Y R. VARGAS. 2008. *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *J. Ethnopharmacol.* 117: 1-27.

PÉREZ-PÉREZ, E., G. ETTIENE, M. MARÍN, A. CASASSA-PADRÓN, N. SILVA, J. RAGA, C. GONZÁLEZ, L. SANDOVAL Y D. MEDINA. 2014. Determinación de fenoles y flavonoides totales en hojas de guayabo (*Psidium guajava* L.). *Rev Fac Agron (LUZ).* 31: 60-77.

RIVERO-MALDONADO G., D. PACHECO, L. MARTÍN, A. SÁNCHEZ, M. QUIRÓS, J. ORTEGA, C. COLMENARES Y B. BRACHO. 2013. Flavonoides presentes en especies de *Psidium* (Myrtaceae) de Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ).* 30: 217-241.

SAN-GWANG, H., L. YI-YING Y L. HUEY-LIN. 2017. Excellent nutritional value in fruits of three guava cultivars in Taiwan. *Acta Hort.* 1166: 209-213. doi:10.17660/ActaHortic.2017.1166.30

STATISTICAL ANALYSIS SOFTWARE (SAS) INSTITUTE, INC. 2000-2003. SAS User's Guide: Statistic. SAS Version 9.0. Institute, Inc., Cary, NC, USA.

VALARES, C. 2011. Variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente. Trabajo de grado, Universidad Extremadura, Departamento de Biología vegetal, Ecología y Ciencias de la tierra, 216 p.

VALENZUELA, P. 2015. Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de fenoles totales y flavonoides de hojas de diferentes genotipos de *Ugni molinae* Turcz. Trabajo de grado, Universidad de Chile, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, 83 p.

VARGAS, D., M. SOTO, V. GONZÁLEZ, E. ENGLEMAN Y A. MARTÍNEZ. 2005. Variación del contenido de flavonoides en hojas de guayaba en condiciones de estrés. *REV Chapingo Ser hort.* 11(1): 89-92.

VARGAS, D., M. SOTO, V. GONZÁLEZ, E. ENGLEMAN Y A. MARTÍNEZ. 2006. Cinética de acumulación y distribución de flavonoides en guayaba (*Psidium guajava* L.). *Agrociencia*. 40(1): 109-115.

VEGA, D. Y D. RODRÍGUEZ. 2008. Estudio de los posibles flavonoides del jugo de la parchita amarilla (*Passiflora edulis* var. *flavicara*), AsoVAC LVIII Convención Anual San Felipe, Yaracuy.

YANG, G., P. LIU, X. QU, M. XU, Q. QU, C. WANG, X. HU Y Z. WANG. 2007. The simultaneous separation and determination of six flavonoids and troxerutin in rat urine and chicken plasma by reversed phase high performance liquid chromatography with ultraviolet-visible detection. *J. Chromatogr B*. 856 (1-2): 222-228.



UNIVERSIDAD  
DEL ZULIA

---

**BOLETÍN DEL CENTRO DE  
INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

**Vol.53 N° 3\_\_\_\_\_**

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada  
en Diciembre de 2019, por el **Fondo Editorial Serbiluz,**  
**Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela***

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)  
[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)  
[produccioncientifica.luz.edu.ve](http://produccioncientifica.luz.edu.ve)